Join US: @Kotob_Konkor

مجموعه کتاب‌های نردبام

خیلی سبز!

شیمی ۳ پیشرفته

دوازدهم

کلی تغییرات + خوب

• دکتر فرشاد هادیان فرد

عضویت در کانال کتب کنکور
منبع اصلی پخش کتاب ها:
@kotob_konkor



Join US: @Kotob_Konkor

عضویت در کانال کتب کنکور
منبع اصلی پخش کتاب ها:
@kotob_konkor

به نام خدا



@Kotob_Konkor

مجموعه کتاب‌های نردبام – شیمی ۳ پیشرفته – پایه دوازدهم

کنکور جدید – کلی تغییرات خوب

دکتر فرشاد هادیان‌فرد

Join US: @Kotob_Konkor

عنوان و نام پدیدآور: مجموعه کتاب‌های نردبام - شیمی ۳ پیشرفته - پایه دوازدهم - کنکور جدید - کلی تغییرات خوب
هادیان‌فرد، فرشاد
مشخصات نشر: تهران: خیلی‌سبز، ۱۳۹۸
مشخصات ظاهری: ۴۵۹ ص.: مصور، نمودار.: ۲۲ × ۲۹ س.م
شابک: ۹-۳۲۵-۲۳۰-۶۲۲-۹۷۸
وضعیت فهرست‌نویسی: فیپا
موضوع: شیمی-- راهنمای آموزشی (متوسطه)
موضوع: شیمی -- مسائل، تمرین‌ها و غیره (متوسطه)
موضوع: شیمی --آزمون‌ها و تمرین‌ها (متوسطه)
شماره کتابشناسی ملی: ۵۸۸۴۴۴۸
۳۰۴۵۴۰۱

نام کتاب: مجموعه کتاب‌های نردبام - شیمی ۳ پیشرفته - پایه دوازدهم - کنکور جدید - کلی تغییرات خوب
ناشر: خیلی‌سبز
مؤلف: دکتر فرشاد هادیان‌فرد
ویراستاران علمی: علی ترابی - میعاد هنرور - علی داروغه - میثم شقاقی - آیدا ابوالحسن‌بیگی - علی عابدی - پارسا حیدری‌زاده
ویراستاران فنی: سولماز صادقی - مرجان تورانی
طراح جلد: حسین پاشازاده
گرافیست جلد: سارا داوودی
طراح گرافیک متن: ساناز یوسفی
گرافیست همکار: مسعود علیزاده - فرناز ابوالحسنی
رسم شکل: فاطمه ثابتی
حروفچینی: ناصر قربانی رفعت - ملیحه رباط‌جزی
صفحه‌آرایی: سمیه حسین‌زاده - هانیه سلطانی
لیتوگرافی: نقش سبز
چاپخانه: هزاره سپند
نوبت چاپ: اول - ۹۸
تیراژ: ۲۰۰۰ جلد

تلفن مرکز پخش: ۶۳۵۶۳ (۰۲۱)
صندوق پستی: ۸۱۷۷ - ۱۴۱۵۵
SMS: ۳۰۰۰۶۳۵۶۳

کلیه‌ی حقوق این اثر برای ناشر محفوظ است و هیچ شخص حقیقی یا حقوقی حق چاپ و برداشت تمام یا قسمتی از اثر را به صورت چاپ، فتوکپی، جزوه و حتی دست‌نویس ندارد و متخلفین به موجب بند ۵ از ماده‌ی ۲ قانون حمایت از ناشرین تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

لطفاً از طریق بات @kheili_pollbot در نظرسنجی‌های ما شرکت کرده و نظرات خود را در مورد این کتاب با ما در میان بگذارید.

اگر اشکال علمی، نگارشی و یا ... در این کتاب دیدید، خوشحال می‌شویم که آن را از طریق بات @kheili_editbot برای ما بفرستید.

www.kheilisabz.com
kheilisabzpub
kheilisabz

Join US: @Kotob_Konkor

تقـــدیـــم بـــه

همهٔ اونایی که میخوان شیمی کنکورشونو ۱۰۰ بزنن

@Kotob_Konkor

Join US: @Kotob_Konkor

مقدمهٔ ناشر

سلام، چطورید؟

اول از هر چیز، ببخشید که چاپ این کتاب یکم(!) دیر شد. واقعیتش می‌خواستیم یک کتاب خیلی خوب براتون بنویسیم و از اون جایی که طرح تست در کتاب‌های نردبام اصلاً کار آسونی نیست، در این قسمت گیر افتادیم! شاید الان بگید این‌ها همه‌اش توجیه و بهانه است و کم‌کاری کردید! خب تا حدی هم حق دارید. راستش می‌دونید، خیلی از ما آدم‌ها برای انجام کارهای مهم و سخت مقاومت می‌کنیم و اون‌ها رو عقب می‌اندازیم!

شاید برای شما هم اتفاق افتاده باشه که بشینید پای یک کار مهم و بعد از مدتی ببینید که غرق یکی از شبکه‌های مجازی شدید! یا مثلاً وسط درس خوندن، به عکس روی دیوار نگاه کنید و برای خودتون رؤیاپردازی کنید و ...! بعدش هم یک‌هو به خودتون میایید و می‌بینید که یک روز دیگر هم گذشت و اون کار مهم رو انجام ندادید!...

شبیه این‌جور اتفاق‌ها در خیلی از جاهای زندگی ما آدم‌ها تکرار می‌شود. یعنی عقب‌انداختن کارهای مهمی که اتفاقاً به‌خاطرشون استرس داریم! معمولاً هم بعد این عقب‌افتادن‌ها حس گناه و عذاب وجدان می‌گیریم! بیشتر ما فکر می‌کنیم که حتماً باید حالمون خوب باشه و حس و حال انجام اون کار رو داشته باشیم تا انجامش بدیم! ولی واقعیت این است که در اکثر مواقع حس اون کار نمیاد و راستش مهم هم نیست که حسش نیست! بالاخره اون کار رو باید انجام بدی یا نه؟ شاید بهتر باشه به جای تمرکز کردن روی احساسات، بر روی کار تمرکز کنیم و شروعش کنیم!

بهترین کار برای شروع، تبدیل کارهامون به یک سری کارهای کوچک‌تر است. این‌جوری وقتی یک کمی هم جلو میرید، حس خوبی بهتون دست میده و در نتیجه اعتماد به نفستون هم بیشتر میشه! در واقع هیچ‌کسی نمی‌تونه یک دفعه یک خونه بسازه! آدم‌ها خشت می‌گذارند روی خشت! بارها و بارها، و نتیجهٔ نهایی می‌شه یک خونه! کسانی که کارهاشون رو عقب می‌اندازند، رویاپردازهای خیلی خوبی هستند، اما چیزی که اونا باید بشوند، کارگرهای ساختمانی با پشتکار است، کسانی که هدفمند و اصولی خشت روی خشت می‌گذارند، روزها و روزها، بدون اینکه تسلیم بشوند، تا وقتی که خونه‌شون ساخته شود!

راستش خود من هم چند روزی بود که می‌خواستم این مقدمه رو بنویسم، ولی حس و حال و البته ایده‌ش نمی‌اومد! یعنی همش می‌گفتم بذار یه کم بگذره تا حس و حالش بیاد تا اینکه تو یکی از شبکه‌های مجازی یک ویدیویی دیدم در مورد عقب انداختن کارها![1] و همین شد ایدهٔ این مقدمه! برای همین دیشب نشستم نرم‌افزار ورد (Word) رو باز کردم و نوشتم مقدمهٔ ناشر شیمی ۱۲ نردبام و بعدش فقط نوشتم «سلام چطورید..؟» و بعدش خوابیدم! و امروز صبح کاملش کردم؛ در صورتی که اگر همین کار رو نمی‌کردم، الان اینا رو هم نمی‌تونستم بنویسم!

شاید بهتر باشه از همین الان با وسوسهٔ تنبلی و عقب‌انداختن کارها مبارزه کنیم! در واقع خیلی از ماها فکر می‌کنیم مشکل اصلی‌مان مدیریت زمانه؛ ولی در اصل مشکل مدیریت زمان نداریم و مشکل مدیریت عواطف داریم!

همهٔ این‌ها رو گفتم که اگر تا الان هر کاری عقب افتاده، به‌خاطرش عذاب وجدان نداشته باشید، چرا که دقیقاً خود همین ناراحتی باعث میشه بیشتر این کارا رو عقب بندازید! فقط تلاش کنید که زود شروعش کنید.

ممنون از فرشاد عزیز که این کتاب خوب رو نوشت! (*فرشاد جان، ببخشید بابت اول مقدمه، منظوری نداشتم، یه موضوع برای ورود میخواستم فقط* 😊)

از خانم انسیه میرجعفری هم خیلی خیلی متشکرم که حواسش به همه چیز بود و نگذاشت کارها عقب بیفته! و در نهایت مثل همیشه سپاس فراوان از بچه‌های دوست‌داشتنی واحد تولید!

۱- این ویدیو رو در پیج اینستاگرام sizdahom دیدم.

Join US: @Kotob_Konkor

مقدمهٔ مؤلف

سلام به همه! امیدوارم که حالتون خوب باشه!

اواخر شهریور ماهه و کارای تألیف کتاب نردبام شیمی دوازدهم هم داره یواش‌یواش تموم میشه. امیدوارم که بتونید به خوبی از این کتاب استفاده کنید و آخر سال، شیمیتونو ۱۰۰ بزنید.

امروز صبح، رأس ساعت ۶، روپوش و گوشی پزشکیمو برداشتم و راه افتادم به سمت بیمارستان حافظ شیراز! کشیک‌های این ماهم توی بخش روماتولوژیه و احتمالا امشب تا ساعت ۸ شب، بیمارستان باشم!

بچه‌ها، من و همهٔ هم‌کلاسیام، از همون موقعی که کنکور داشتیم تا الان، کلی از وقت و انرژی روزانمونو صرف این مسیر می‌کنیم و در کنارش، همهٔ سختیای این راه رو به جون میخریم، چون یه هدف بزرگ توی ذهنمون داریم و به خودمون قول دادیم که تا به این هدف نرسیم، دست از تلاش‌کردن برنداریم!

راستشو بخواین، به نظرم مهم‌ترین چیزایی که میتونن شما رو به موفقیت نزدیک کنن هم در وهلهٔ اول، داشتن یه هدف درسته و در وهلهٔ دوم، تلاش‌کردن برای رسیدن به اون هدفه! اگه یه آیندهٔ خفن رو برای خودتون متصور میشید، پس براش تلاش کنید و تا به هدفتون نرسیدین، دست از تلاش‌کردن برندارین!

و اما بریم سراغ معرفی کتاب نردبام شیمی! هر فصل از کتاب درسی رو به چند بخش کوچک‌تر تقسیم کردیم و در ابتدای هر بخش، درسنامهٔ مربوط به اون رو براتون آوردیم. درسنامه‌های کتاب نردبام به صورت نسبتاً خلاصه تألیف‌شدن و کلی نکات ترکیبی و خفن داخلشون هست. توصیه میکنم حتما درسنامه‌ها رو دقیق بخونید. بعد از درسنامه، تست‌های هر بخش آورده‌شدن. سعی کردیم تستای کتاب علاوه بر سطح بالا، پوشش خوبی رو مطالب کتاب درسی داشته باشن و پر از ایده‌های ترکیبی باشن! توی پاسخ‌نامه‌های کتاب هم همهٔ موارد و مطالب رو کامل بررسی کردیم تا هیچ نکتهٔ مبهمی براتون باقی نمونه.

در مراحل تألیف این کتاب، زحمت‌های زیادی کشیده شده! لازمه تشکر کنم از:

- دکتر سید آرمان موسوی‌زاده، دکتر کمیل نصری و مهندس ایمان سلیمان‌زاده که در تمام مراحل تألیف این کتاب، حامی و پشتیبان من بودند.
- دکتر پویا اسفندیاری، دکتر رسول خنجری، دکتر سینا شمس بیرانوند، دکتر فرزام فرهمندنیا، دکتر سینا اسدی پویا، دکتر سینا تنگستانی، دکتر سارینا وزیری، دکتر پوریا خیراندیش و دکتر آرین عظیمی که به عنوان اعضای هیئت مدیرهٔ ماز، مایهٔ دلگرمی من بودند.
- دکتر علی ترابی، مهندس میعاد هنروری، دکتر علی داروغه، آقای میثم شقاقی، علی عابدی و علی حیدری‌زاده که به مراحل ویراستاری و آپدیت کتاب کمک شایانی کردند.
- خانم انسیه سادات میرجعفری که با پیگیری‌های مداوم خود، به تألیف هرچه بهتر کتاب کمک کردند.

راستی، یادتون نره که به سایت ماز هم سر بزنید. اونجا میتونید مصاحبهٔ همهٔ رتبه‌های تک‌رقمی رو ببینید، با سایر محصولات ماز آشنا بشید و از همه مهم‌تر، توی آزمونای ماز هم شرکت کنید! آدرس سایتمون، www.biomaze.ir هست.

دکتر فرشاد هادیان‌فرد، مدیر دپارتمان شیمی ماز

شهریورماه ۱۳۹۸، بیمارستان سعدی شیراز

Join US: @Kotob_Konkor

فهرست

فصل اول: مولکول‌ها در خدمت تندرستی ۷

بخش ۱: پاکیزگی و پاک‌کننده‌ها ۸

بخش ۲: خواص اسیدها و بازها ۲۳

بخش ۳: تعادل‌های شیمیایی ۲۸

بخش ۴: بررسی قدرت اسیدها و بازهای مختلف ۳۸

بخش ۵: قدرت اسیدی محلول‌ها و pH ۴۹

بخش ۶: واکنش اسیدها و بازها ۶۰

فصل دوم: آسایش و رفاه در سایهٔ شیمی ۶۹

بخش ۱: واکنش‌های اکسایش ـ کاهش ۷۰

بخش ۲: سلول‌های گالوانی ۷۹

بخش ۳: انواع باتری‌ها ۹۷

بخش ۴: سلول‌های الکترولیتی ۱۱۰

بخش ۵: خوردگی فلزات ۱۱۹

فصل سوم: شیمی جلوه‌ای از هنر، زیبایی و ماندگاری ۱۳۱

بخش ۱: جامدهای کووالانسی ۱۳۲

بخش ۲: جامدهای مولکولی ۱۴۲

بخش ۳: جامدهای یونی ۱۵۳

بخش ۴: جامدهای فلزی ۱۶۶

فصل چهارم: شیمی، راهی به سوی آیندهٔ روشن‌تر ۱۷۶

بخش ۱: پاکیزگی هوا ۱۷۷

بخش ۲: تعادل‌های شیمیایی ۱۹۲

بخش ۳: عوامل مؤثر بر تعادل‌های شیمیایی ۲۰۰

بخش ۴: فراوری و تولید مواد شیمیایی ۲۱۶

سؤالات آزمون‌های جامع ۲۲۸

پاسخ‌نامهٔ تشریحی ۲۴۰

پاسخ‌نامهٔ آزمون‌های جامع ۴۳۶

پاسخ‌نامهٔ کلیدی ۴۵۶

@Kotab_Konkor

Join US: @Kotob_Konkor

فصل ۱ مولکول‌ها در خدمت تندرستی



سلام!

موضوع کلی فصل اول از کتاب شیمی دوازدهم، بیشتر پیرامون خواص اسیدها و بازها و کاربردهای این مواد در زندگی روزانهٔ ما می‌چرخه. قراره توی این فصل با رفتار ذرات سازندهٔ اسیدها و بازها، تأثیر این مواد بر یکدیگر و روند استفاده از آن‌ها برای تولید انواع شوینده‌ها و پاک‌کننده‌ها آشنا بشیم.

خب بریم سراغ اطلاعات آماری این فصل:

- تعداد احتمالی سؤالات این فصل در کنکور ⬅ ۳ تا ۵ عدد
- حجم سؤالات حفظی فصل ⬅ متوسط
- حجم سؤالات مفهومی فصل ⬅ متوسط
- حجم مسائل عددی فصل ⬅ زیاد

بچه‌ها! برای حل مسائل اسید و باز، خیلی به بحث محلول‌ها و مسائل مربوط به اون نیاز داریم. توصیه می‌کنم قبل از خوندن این فصل، حتماً یه سری به فصل ۳ شیمی دهم بزنید.

@Kotob_Konkor

Join US: @Kotob_Konkor

بخش ۱ پاکیزگی و پاک کننده ها

مقدمهٔ فصل

پاکیزگی

هوا، آب، غذا، پوشاک، بدن و زمین پاک، از جمله موهبت‌های الهی هستند که پیوسته باید برای پاکیزه نگه‌داشتن آن‌ها بکوشیم. پاکیزگی، رفتاری شایسته، نشاط‌آور و آرامش‌بخش است و بستر مناسبی را برای سلامت، رشد و بالندگی انسان و جامعه فراهم می‌کند. پاکیزگی و بهداشت، همواره در زندگی جایگاه و اهمیت شایانی داشته است. یکی از دلایل اسکان انسان در کنار رودها و رودخانه‌ها این بوده است که با دسترسی به آب، بدن خود را بشوید و ابزار، ظروف و محیط زندگی خود را تمیز نگاه دارد. انسان‌ها با الهام از طبیعت و شناخت مولکول‌ها و رفتار آن‌ها، راه‌های مختلفی را برای زدودن آلودگی‌ها پیدا کردند. راه‌هایی که با استفاده از مواد شوینده هموارتر می‌شود. حفاری‌های باستانی از شهر بابل نشان می‌دهد که چند هزار سال پیش از میلاد، انسان‌ها به همراه آب از موادی شبیه به صابون‌های امروزی برای نظافت و تمیزی استفاده می‌کردند. نیاکان ما نیز براساس تجارب خود پی برده بودند که اگر **ظرف‌های چرب** را به **خاکستر** آغشته کنند و سپس با آب گرم شست‌وشو دهند، آسان‌تر تمیز می‌شوند. شوینده‌ها و پاک‌کننده‌های مختلف، براساس خواص اسیدی و بازی خود عمل می‌کنند. از این رو، آشنایی با رفتار اسیدها و بازها می‌تواند ما را در درک کارکرد انواع شوینده‌ها و به‌کارگیری آن‌ها برای زندگی سالم‌تر یاری دهد.

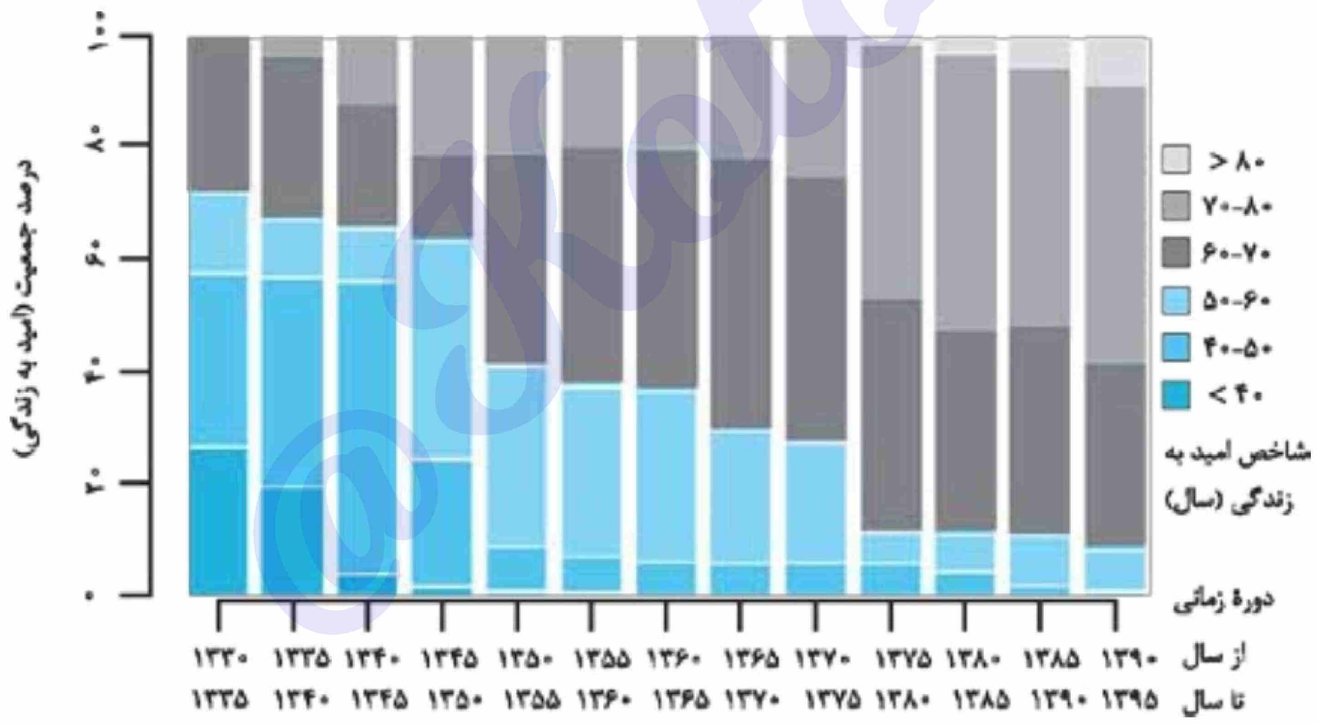
تاریخچهٔ استفاده از صابون

در گذشته به دلیل در دسترس نبودن، کمبود و یا عدم استفاده از صابون، سطح بهداشت فردی و همگانی بسیار پایین بود؛ به طوری که بیماری‌های گوناگون به سادگی در جهان گسترش می‌یافت. به عنوان مثال، بیماری **وبا** که یک بیماری **واگیردار** است، به دلیل آلوده‌شدن آب‌ها و نبودن بهداشت در جامعه، **بارها در جهان همه‌گیر شده است** و جان میلیون‌ها انسان را گرفته است. این بیماری هنوز هم می‌تواند برای هر جامعه‌ای تهدیدکننده باشد. **ساده‌ترین و مؤثرترین** راه پیشگیری از این بیماری، رعایت بهداشت فردی و همگانی است.

در طول زمان، استفاده از صابون و توجه به نظافت و بهداشت در جامعه گسترش یافت و سبب شد تا مقدار آلودگی‌ها، میکروب‌ها و عوامل بیماری‌زا در محیط‌های فردی و همگانی کاهش یافته و سطح بهداشت جامعه افزایش پیدا کند.

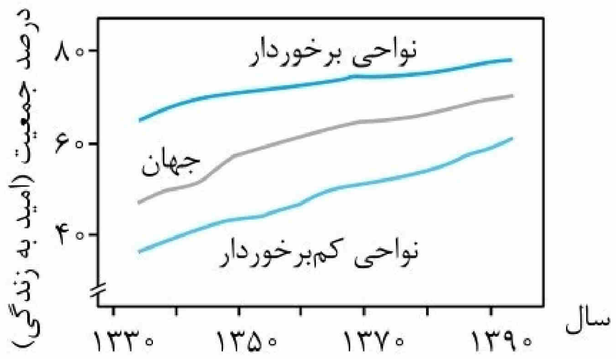
شاخص امید به زندگی

امید به زندگی، یک شاخص آماری است که طول عمر متوسط افرادی که در یک جامعه، شهر و یا کشور زندگی می‌کنند را نشان می‌دهد. نمودار مقابل، توزیع جمعیت جهان را براساس امید به زندگی آن‌ها در دوره‌های زمانی گوناگون نشان می‌دهد. براساس داده‌های موجود در این نمودار، با افزایش بهداشت فردی و همگانی و افزایش سطح تندرستی مردم جهان، شاخص امید به زندگی نیز در جهان **افزایش** یافته است.



چندنکته

- در حال حاضر، امید به زندگی بیشتر مردم جهان در بازهٔ **بین ۷۰ تا ۸۰ سال** است.
- شاخص امید به زندگی، به عوامل گوناگونی بستگی دارد و به همین خاطر، مقدار آن در کشورهای گوناگون و حتی در شهرهای مختلف یک کشور، با هم متفاوت است.
- با توجه به نمودار مقابل، در طول ۶۰ سال اخیر، میزان امید به زندگی **هم برای مناطق برخوردار** جهان و **هم برای مناطق کم‌برخوردار** جهان افزایش پیدا کرده است. هر چند که میزان این افزایش برای مناطق کم‌برخوردار، بیشتر از مناطق برخوردار بوده است، اما هنوز هم میزان امید به زندگی در نواحی برخوردار جهان در حدود ۲۰ سال بیشتر از مناطق کم‌برخوردار است.



Join US: @Kotob_Konkor

نقش شیمی

گفتیم که شوینده‌های مختلف، خاصیت اسیدی و یا بازی داشته و براساس همین خواص، عمل می‌کنند. آگاهی بیشتر از علم شیمی به ما کمک می‌کند تا با چگونگی عملکرد شوینده‌ها، ساختار شیمیایی آن‌ها، تأثیر آن‌ها بر محیط زیست و تأثیرهایی که بر روی بدن انسان می‌گذارند، آشنا شویم و شوینده‌هایی را بشناسیم که آسیب کم‌تری به محیط زیست وارد می‌کنند. در این مسیر، با روش درست استفاده و مصرف مناسب این مواد در راستای افزایش سطح بهداشت فردی و همگانی آشنا می‌شویم.

آلاینده‌ها و پاک‌کننده‌ها

تعریف آلاینده‌ها

همهٔ افراد جامعه، طی انجام فعالیت‌های روزانهٔ خود در محیط‌های مختلف، در معرض انواع آلاینده‌ها قرار گرفته و بدن، پوشاک و ابزاری که با آن‌ها سروکار دارند، آلوده می‌شود. **آلاینده‌ها**، عبارت‌اند از موادی که بیش از مقدار طبیعی در یک محیط، ماده یا یک جسم وجود دارند. به عنوان مثال، گل‌ولای موجود در آب، گردوغبار موجود در هوا، لکه‌های چربی موجود بر روی لباس و پوست بدن، نمونه‌هایی از انواع آلاینده‌ها هستند. برای داشتن لباس پاکیزه، هوای پاک و محیط بهداشتی، باید به نحوی این آلودگی‌ها را پاک کرد. یکی از روش‌های مناسب برای زدودن برخی از انواع آلودگی‌ها، استفاده از **مواد پاک‌کننده** است. این مواد، آلودگی‌های موجود را به حالت محلول درآورده و از محیط خارج می‌کنند.

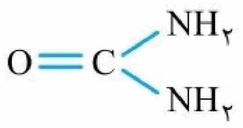
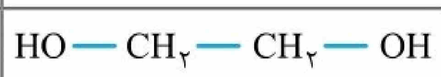
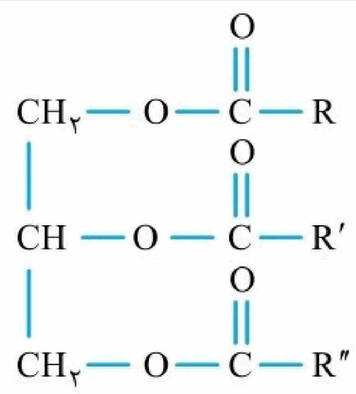
انحلال مواد در یکدیگر

حتماً از شیمی دهم به یاد دارید که: «شبیه، شبیه را در خود حل می‌کند.». براساس این قاعده، اگر نوع نیروهای بین مولکولی در دو ماده‌ای که با هم مخلوط می‌شوند، **یکسان** باشد، آن دو ماده می‌توانند به صورت یکنواخت در یکدیگر حل شده و یک مخلوط همگن را ایجاد کنند در حالی که اگر نیروهای بین مولکولی در دو ماده‌ای که با هم مخلوط می‌شوند، متفاوت باشد، آن دو ماده در یکدیگر حل نشده و مخلوط حاصل از آن‌ها ناهمگن می‌شود. در واقع طی فرایند انحلال، اگر ذره‌های سازندهٔ حل‌شونده با مولکول‌های حلال جاذبهٔ مناسب برقرار کنند، حل‌شونده در حلال حل می‌شود؛ در غیر این صورت، ذره‌های حل‌شونده کنار هم باقی می‌مانند و در حلال پخش نمی‌شوند.

نکتهٔ ترکیبی: برای آن‌که حل‌شوندهٔ B در حلال A حل شود، باید نیروی جاذبهٔ میان ذرات A و B در محلول حاصل از این دو ماده، بیشتر از میانگین نیروهای بین ذره‌ای در نمونه‌های خالص از این مواد باشد.

برای زدودن آلودگی‌های موجود در یک محیط نیز باید از پاک‌کننده‌ای استفاده کنیم که بتواند ذرات سازندهٔ آن آلودگی را در خود حل کند. به عنوان مثال، برای پاک‌کردن لکه‌های عسل، می‌توانیم از آب به عنوان یک پاک‌کنندهٔ مناسب استفاده کنیم چرا که عسل از مولکول‌های قطبی ساخته شده است و در ساختار هر یک از مولکول‌های آن، شمار زیادی گروه **هیدروکسیل** (—OH) وجود دارد. هنگامی که عسل وارد آب می‌شود، مولکول‌های سازندهٔ آن با مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی برقرار کرده و در سرتاسر آن پخش می‌شوند. به این ترتیب، مولکول‌های آب، پاک‌کنندهٔ مناسبی برای لکه‌های شیرینی مانند آب‌قند، شربت آبلیمو و چای‌شیرین به شمار می‌روند.

جدول زیر، حلال مناسب برای انحلال برخی از مواد شیمیایی را نشان می‌دهد:

نام ماده	فرمول شیمیایی	ساختار	نوع ماده	حلال مناسب
نمک خوراکی	$NaCl$		ترکیب یونی	حلال قطبی (آب)
بنزین	C_8H_{18}		مولکول ناقطبی	حلال ناقطبی (هگزان)
اوره	$CO(NH_2)_2$		مولکول قطبی	حلال قطبی (آب)
اتیلن گلیکول	CH_2OHCH_2OH		مولکول قطبی	حلال قطبی (آب)
روغن زیتون	$C_{57}H_{104}O_6$		مولکول ناقطبی	حلال ناقطبی (هگزان)
وازلین	$C_{25}H_{52}$	مخلوطی از هیدروکربن‌ها	مولکول ناقطبی	حلال ناقطبی (هگزان)

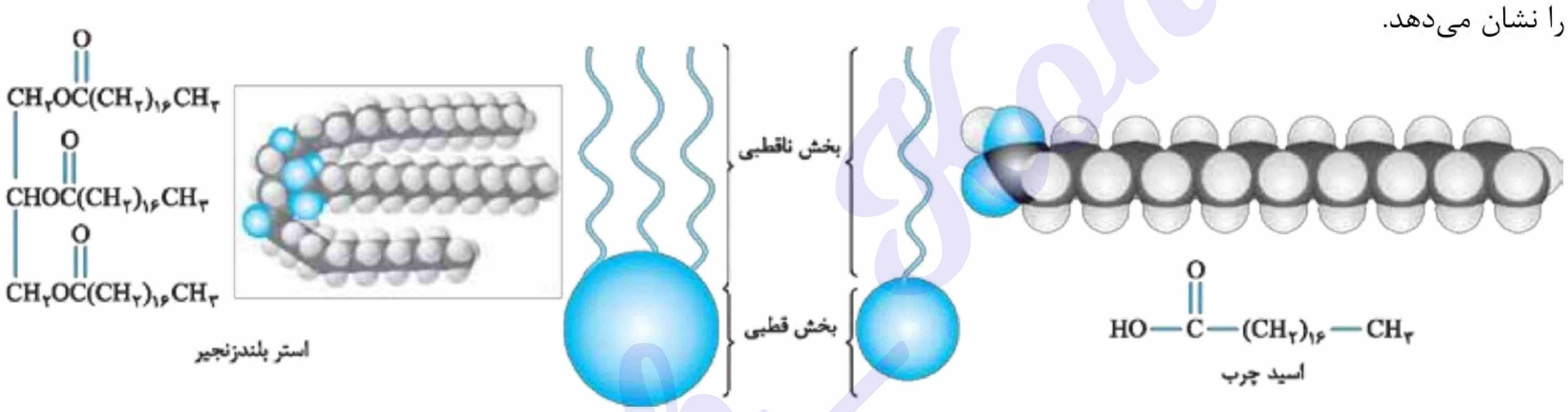
Join US: @Kotob_Konkor

چندنکته

- اتیلن گلیکول، عضوی از خانوادهٔ دی‌الکل‌ها (الکل‌های دوعاملی) است. از آن‌جا که در هر یک از مولکول‌های این ترکیب، دو اتم هیدروژن متصل به اکسیژن وجود دارد، در محلولی از اتیلن گلیکول و آب، بین مولکول‌های حلال و حل‌شونده پیوند هیدروژنی برقرار می‌شود.
- به کمک آب، می‌توان اغلب آلودگی‌هایی که از **مولکول‌های قطبی** ساخته شده‌اند را پاک کرد، اما برای زدودن آلودگی‌هایی که از مولکول‌های **ناقطبی** ساخته شده‌اند، باید از سایر پاک‌کننده‌ها استفاده کنیم.
- مولکول‌های روغن زیتون، در ساختار خود یک بخش قطبی (گروه‌های استری) و یک بخش ناقطبی (زنجیره‌های هیدروکربنی) دارند. از آن‌جا که بخش عمدهٔ مولکول‌های سازندهٔ این ماده از قسمت‌های ناقطبی تشکیل شده است، بخش ناقطبی این مولکول‌ها بر بخش قطبی آن‌ها غلبه کرده و در نتیجه روغن زیتون در آب (حلال قطبی) حل نمی‌شود در حالی که در حلال‌های ناقطبی حل می‌شود.
- گریس، وازلین و سایر مواد ناقطبی، در آب نامحلول بوده و به کمک آب، نمی‌توان لباس‌های آغشته‌شده به این مواد را تمیز کرد. به همین دلیل، برای پاک‌کردن لباس‌های آغشته‌شده به این مواد، باید از صابون‌ها کمک گرفت.

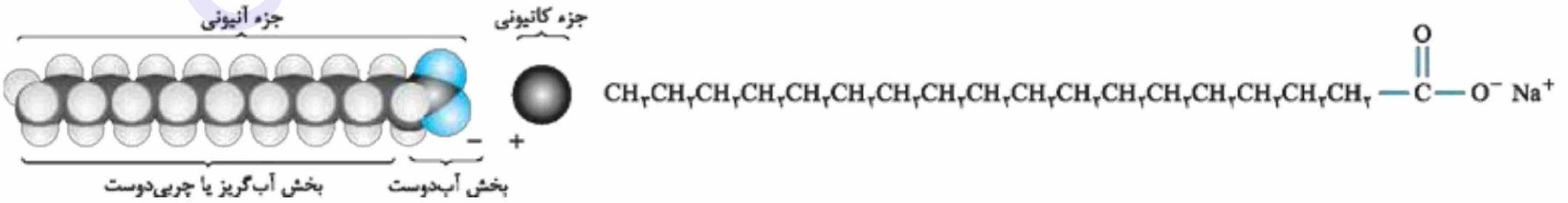
پاک‌کننده‌های صابونی

چرک موجود بر روی لباس و پوست بدن، **غالباً از جنس چربی‌ها** هستند. چربی‌ها، مخلوطی از اسیدهای چرب (کربوکسیلیک اسیدهایی با زنجیر بلند کربنی و جرم مولکولی زیاد) و استرهای بلندزنجیر (استرهایی با جرم مولی زیاد) هستند. تصویر زیر، ساختار مولکولی انواع چربی‌ها را نشان می‌دهد.



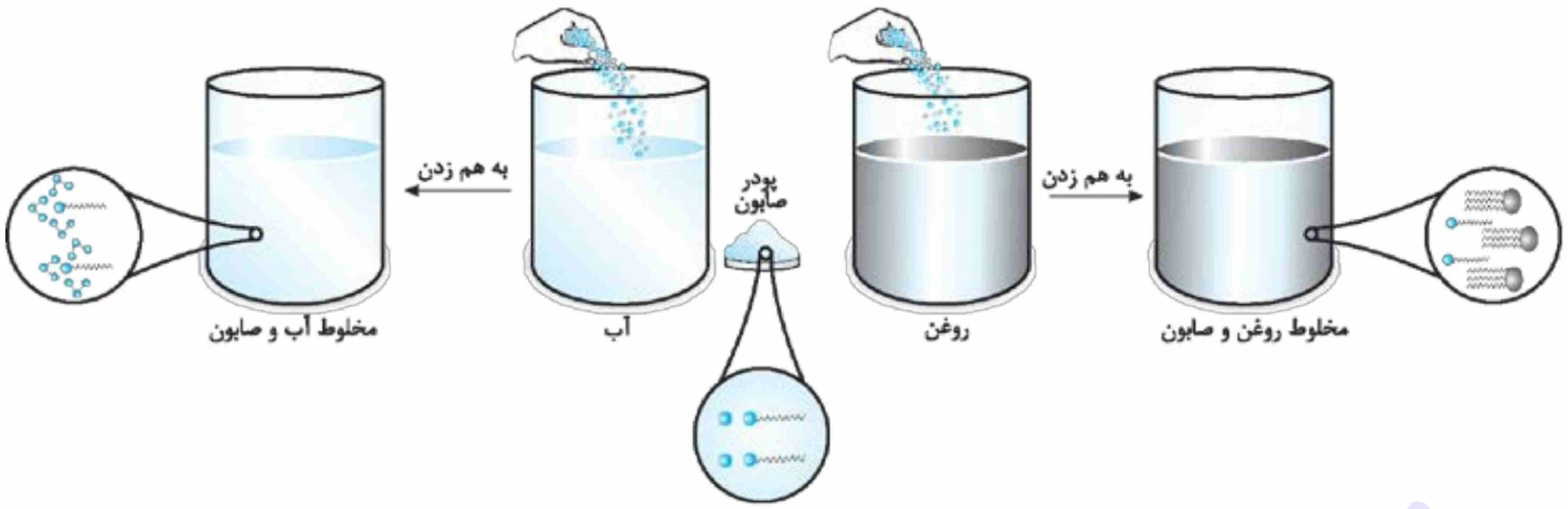
همان‌طور که مشخص است، هر یک از مولکول‌های سازندهٔ چربی‌ها، از یک بخش قطبی (آب‌دوست) و یک بخش ناقطبی (چربی‌دوست و یا آب‌گریز) تشکیل شده است. از آن‌جا که بخش اعظم این مولکول‌ها ناقطبی است، پس بخش ناقطبی مولکول به راحتی بر بخش قطبی آن غلبه کرده و در نتیجه مولکول‌های چربی در مجموع، ناقطبی به حساب می‌آیند و در حلال‌های قطبی مانند آب حل نمی‌شوند. به خاطر نامحلول‌بودن چربی‌ها در حلال‌های قطبی، آب به تنهایی نمی‌تواند چربی‌های موجود بر روی پوست و لباس‌ها را پاک کند و به همین دلیل، برای پاک‌کردن چربی‌ها باید از سایر پاک‌کننده‌ها کمک بگیریم.

پاک‌کننده‌های صابونی *یا همون صابون‌ها*، از جمله موادی هستند که از آن‌ها برای پاک‌کردن لکه‌ها و قطره‌های چربی استفاده می‌شود. به نمک سدیم اسیدهای چرب درازنجیر، صابون گفته می‌شود. در واقع اگر به جای اتم هیدروژن موجود در ساختار گروه کربوکسیل اسیدهای چرب، کاتیون Na^+ قرار داده شود، صابون یا همان نمک سدیم اسیدهای چرب به دست می‌آید. این نوع از صابون‌ها حالت جامد دارند و فرمول همگانی آن‌ها به صورت $RCOONa$ می‌باشد که بخش R موجود در آن، یک زنجیرهٔ هیدروکربنی بلند است. ساختارهای زیر، نوعی از پاک‌کننده‌های صابونی را نشان می‌دهند.



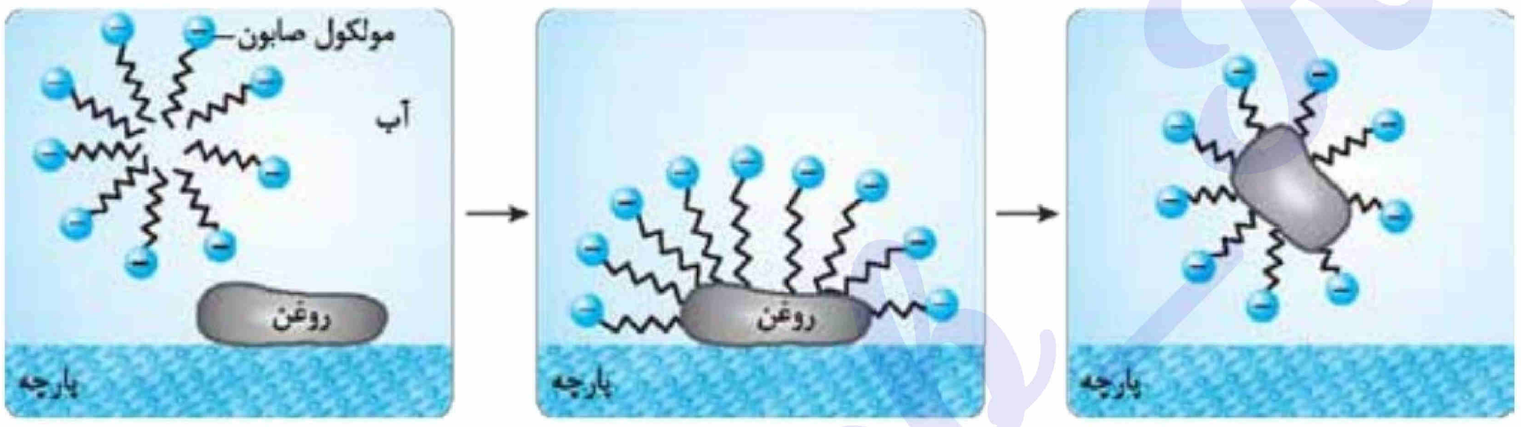
همان‌طور که مشخص است، صابون از یک بخش کاتیونی (یون Na^+) و از یک بخش آنیونی ($RCOO^-$) تشکیل شده است. با دقت در بخش آنیونی، پی می‌بریم که این قسمت هم از دو بخش آب‌دوست (بخش $-COO^-$) و چربی‌دوست (زنجیرهٔ هیدروکربنی) تشکیل شده است. بخش آنیونی صابون، به کمک قسمت آب‌دوست خود می‌تواند در حلال‌های قطبی مثل آب حل شود و به کمک قسمت چربی‌دوست خود نیز می‌تواند در حلال‌های ناقطبی مثل چربی حل شود. به عبارتی، در مولکول‌های صابون هیچ‌کدام از بخش‌های قطبی و ناقطبی بر دیگری غلبه نمی‌کنند و به همین خاطر، صابون هم در حلال‌های قطبی (آب) و هم در حلال‌های ناقطبی (چربی) حل می‌شود.

Join US: @Kotob_Konkor



دیدیم که مولکول‌های صابون، هم در آب و هم در روغن حل می‌شوند. از این خاصیت صابون، می‌توان برای زدودن لکه‌های چربی و روغن موجود بر روی لباس‌ها و پوست استفاده کرد.

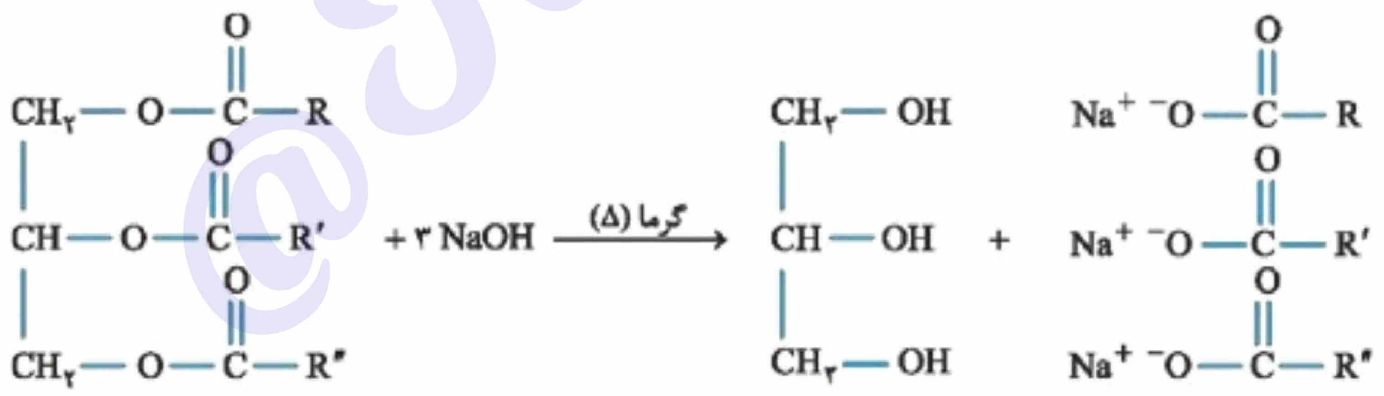
همان‌طور که می‌دانیم، چربی و آب در حالت عادی در یکدیگر حل نمی‌شوند؛ چرا که نوع نیروهای بین مولکولی در آن‌ها *از زمین تا آسمون* با یکدیگر متفاوت است. بنابراین برای پخش‌کردن ذرات چربی در آب، باید از پاک‌کننده‌های صابونی کمک بگیریم. با ورود صابون به آب، ابتدا یون‌های سازندهٔ صابون (یون‌های Na^+ و $RCOO^-$) از یکدیگر جدا شده و در محلول پخش می‌شوند. در مرحلهٔ بعد، قسمت آب‌دوست از بخش آنیونی مولکول‌های صابون (بخش $-COO^-$) در آب حل شده و قسمت چربی‌دوست از بخش آنیونی مولکول‌های صابون (زنجیر هیدروکربنی)، به مولکول‌های ناقطبی چربی یا روغن متصل می‌شوند. طی این فرایند، ذرات چربی به تدریج از سطح پارچه جدا شده و در آب پخش می‌شوند. با ادامهٔ این فرایند، همهٔ لکه‌های چربی از روی لباس پاک می‌شوند؛ در واقع **بخش آنیونی** صابون مانند پلی بین مولکول‌های آب و چربی قرار گرفته و سبب پخش‌شدن ذرات چربی در آب می‌شود.



تصویر مقابل، مراحل پاک‌شدن یک لکهٔ چربی به کمک مخلوط آب و صابون را نشان می‌دهند.

چندنکته

- بین قسمت آب‌دوست از بخش آنیونی مولکول‌های صابون و مولکول‌های آب، نیروی جاذبهٔ یون ـ دوقطبی برقرار می‌شود. در این حالت، مولکول‌های آب از سر مثبت خود (از طرف اتم‌های هیدروژن) به طرف قسمت آب‌دوست مولکول‌های صابون جذب می‌شوند.
- صابون‌های مایع، نمک پتاسیم یا آمونیوم اسیدهای چرب و صابون‌های جامد نیز نمک سدیم اسیدهای چرب هستند.
- جزء کاتیونی صابون (یون Na^+)، پس از انحلال در آب و جداشدن از بخش آنیونی، به صورت آزاد در محلول باقی می‌ماند و نقشی در اثر پاک‌کنندگی صابون ایفا نمی‌کند.
- صابون‌ها را بر اثر گرمادادن روغن‌های **گیاهی یا جانوری** مانند روغن زیتون، روغن نارگیل، دنبه و پیه گوسفند در حضور سدیم هیدروکسید تهیه می‌کنند. *به این فرایند، اصطلاحاً می‌گن واکنش صابونی‌شدن.*



واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است:

اسیدهای چرب نیز به طریق مشابه با محلول سدیم هیدروکسید واکنش داده و سبب تولید پاک‌کننده‌های صابونی و مولکول‌های آب می‌شوند.

- پاک‌کننده‌های صابونی، خاصیت **بازی** دارند و به همین خاطر، pH مخلوط آب و صابون بیشتر از ۷ است. مزهٔ تلخ صابون‌ها را هم می‌توان به همین خاصیت بازی آن‌ها نسبت داد.

صابون مراغه

صابون طبیعی یا همان صابون مراغه، با بیش از ۱۵۰ سال قدمت، معروف‌ترین صابون سنتی ایران است. برای تهیهٔ این صابون، **پیه (چربی) گوسفند و سود سوزآور** (سدیم هیدروکسید یا NaOH) را در دیگ‌های بزرگ با آب برای چندین ساعت می‌جوشانند و پس از قالب‌گیری، آن‌ها را در آفتاب خشک می‌کنند. این صابون‌ها فاقد افزودنی‌های شیمیایی هستند و به دلیل خاصیت بازی مناسبی که دارند، از آن‌ها برای شست‌وشوی موهای چرب استفاده می‌شود.

Join US: @Kotob_Konkor

کلوئیدها

در سال ۱۸۶۰ میلادی، دانشمندی به نام توماس گراهام برای توصیف ویژگی‌های برخی از مواد مثل چسب‌ها، ژلاتین و نشاسته، از واژهٔ «کلوئید» استفاده کرد. کلوئیدها مخلوط‌هایی از دو یا چند ماده به حساب می‌آیند که در برخی از ویژگی‌های خود، به محلول‌ها شباهت دارند و در برخی از ویژگی‌های خود، با محلول‌ها تفاوت داشته و به مخلوط‌های ناهمگن شبیه هستند. ذره‌های سازندهٔ کلوئیدها عموماً به صورت **مولکول‌های بزرگ** و یا **توده‌های مولکولی** هستند که اندازهٔ آن‌ها بزرگ‌تر از اندازهٔ حل‌شونده‌های موجود در محلول‌های همگن است. چون اندازهٔ ذرات موجود در کلوئیدها بزرگ‌تر از اندازهٔ ذرات موجود در محلول‌ها است، اگر پرتوی نوری از درون کلوئیدها بگذرد، توسط ذره‌های سازندهٔ کلوئید پخش شده و به چشم بازتابیده می‌شود و به همین خاطر است که مسیر عبور نور در کلوئیدها قابل مشاهده است.

به عنوان مثال، مخلوطی از آب و روغن را در نظر بگیرید. در حالت عادی، آب و روغن با هم مخلوط نمی‌شوند و به صورت دو لایهٔ مجزا در ظرف باقی می‌مانند. حتی اگر این مخلوط را به هم بزنیم، پس از توقف هم‌زدن، آب و روغن مجدداً از هم جدا شده و دو لایهٔ مجزا تشکیل می‌دهند. در این شرایط، اگر مقداری صابون را به این مخلوط اضافه کنیم و پس از آن محتویات ظرف را به هم بزنیم، یک مخلوط پایدار ایجاد می‌شود که به ظاهر همگن است و پس از توقف هم‌زدن نیز اجزای آن از هم جدا نمی‌شوند. در این شرایط، **مولکول‌های صابون** همانند پلی در میان مولکول‌های آب و روغن قرار گرفته و سبب پخش‌شدن ذرات روغن در آب می‌شوند. از آن‌جا که این مخلوط در برخی از ویژگی‌های خود مشابه محلول‌های همگن (پایدار است و ظاهر یکنواخت دارد) و در برخی از ویژگی‌های خود متفاوت با محلول‌های همگن (خاصیت پخش نور) است، پس آن را در دستهٔ کلوئیدها قرار می‌دهیم.



جدول زیر، برخی از ویژگی‌های کلوئیدها و مخلوط‌های همگن و ناهمگن را در مقایسه با یکدیگر نشان می‌دهد.

ویژگی	مخلوط ناهمگن (سوسپانسیون)	کلوئید	مخلوط همگن (محلول)
عبور نور	نور را پخش می‌کند.	نور را پخش می‌کند.	نور را عبور می‌دهد.
همگن‌بودن	ناهمگن است.	ناهمگن است.	همگن است.
پایداری	ناپایدار است.	پایدار است.	پایدار است.
نوع ذره	ذره‌ها و قطعات مجزا	مولکول‌های بزرگ یا توده‌های مولکولی	یون‌ها یا مولکول‌ها
مثال‌ها	سالاد ـ مخلوط آب و روغن ـ شربت معده	مخلوط آب و صابون و روغن ـ سرامیک‌ها ـ انواع رنگ‌ها ـ چسب‌ها ـ شیر ـ ژله ـ مایونز	محلول آب‌نمک ـ محلول مس (II) سولفات در آب

چندنکته

- پایداربودن محلول‌ها و کلوئیدها به این معنی است که با گذشتن زمان، اجزای سازندهٔ این مخلوط‌ها ته‌نشین نمی‌شوند.
- چون کلوئیدها در برخی از ویژگی‌ها مشابه محلول‌ها و در برخی ویژگی‌ها مشابه مخلوط‌های ناهمگن (سوسپانسیون‌ها) هستند، می‌توان آن‌ها را مانند پلی بین مخلوط‌های ناهمگن و محلول‌ها در نظر گرفت.
- **سوسپانسیون‌ها**، نوعی از مخلوط‌های ناهمگن به شمار می‌روند. به عنوان مثال، شربت معده *(یا همون ضداسیدهای معده‌ای)*، یک نوع سوسپانسیون است. این مخلوط، با گذشتن زمان ته‌نشین می‌شود و به همین خاطر، پیش از مصرف باید تکان داده شود.

قدرت پاک‌کنندگی صابون‌ها

صابون‌های مختلف، همهٔ لکه‌های موجود بر روی پارچه‌ها را به یک اندازه از بین نمی‌برند. در واقع، هر چه‌قدر که یک پاک‌کنندهٔ صابونی بتواند مقدار بیشتری از آلاینده‌ها و چربی‌های روی لباس را بزداید، قدرت پاک‌کنندگی بیشتری دارد. قدرت پاک‌کنندگی یک صابون، به عوامل مختلفی از جمله **نوع پارچه، دما، نوع آب و مقدار صابون** بستگی دارد.

Join US: @Kotob_Konkor

تأثیر هر یک از این عوامل، به شرح زیر است:

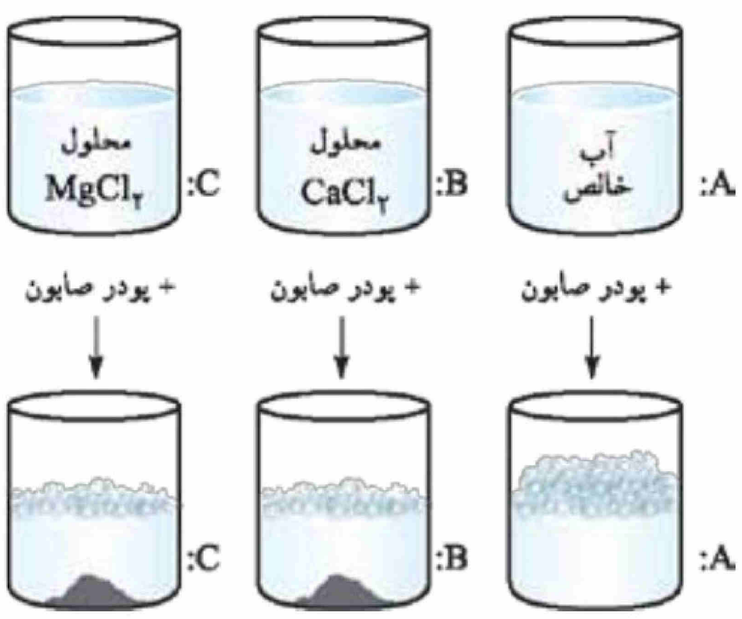
۱- نوع آب

نوع و میزان یون‌های موجود در آب، بر قدرت پاک‌کنندگی صابون‌ها تأثیر بسزایی دارد. در صورتی که آب مورد استفاده برای شست‌وشوی لباس‌ها، حاوی کاتیون‌های **کلسیم و منیزیم** باشد (به چنین آب‌هایی، به اصطلاح آب سخت گفته می‌شود)، قدرت پاک‌کنندگی صابون کاهش پیدا می‌کند؛ چرا که مولکول‌های صابون، براساس معادله‌های زیر با کاتیون‌های موجود در آب‌های سخت واکنش می‌دهند:

واکنش صابون با یون کلسیم: $۲RCOONa(aq) + Ca^{۲+}(aq) \rightarrow (RCOO)_۲Ca(s) + ۲Na^{+}(aq)$

واکنش صابون با یون منیزیم: $۲RCOONa(aq) + Mg^{۲+}(aq) \rightarrow (RCOO)_۲Mg(s) + ۲Na^{+}(aq)$

همان‌طور که مشخص است، مولکول‌های صابون در واکنش با کاتیون‌های موجود در آب‌های سخت، به رسوب تبدیل می‌شوند و نمی‌توانند به عنوان یک پاک‌کننده ایفای نقش کنند. به عنوان مثال، ظرف‌های A، B و C که به ترتیب محتوی آب خالص، محلول کلسیم کلرید و محلول منیزیم کلرید هستند را در نظر بگیرید:



اگر جرم‌های برابری از پودر صابون (صابون رنده‌شده) را به هر یک از این ظرف‌ها اضافه کنیم و پس از آن، محتویات هر ظرف را به خوبی به هم بزنیم، می‌بینیم که ارتفاع کف ایجادشده در ظرف محتوی آب خالص، بیشتر از ارتفاع کف ایجادشده در سایر ظرف‌ها است؛ چرا که مولکول‌های صابون با کاتیون‌های موجود در محلول‌های B و C وارد واکنش شده و به مواد نامحلول در آب تبدیل می‌شوند.

چندنکته

- **آب دریاها و آب مناطق کویری،** شور بوده و حاوی مقادیر چشمگیری از یون‌های کلسیم و منیزیم هستند. همان‌طور که گفتیم، چنین آب‌هایی به آب‌های سخت معروف هستند و صابون در آن‌ها به خوبی کف نمی‌کند و قدرت پاک‌کنندگی آن کاهش پیدا می‌کند.
- در صورت استفاده از آب‌های سخت برای شست‌و شوی لباس‌ها با پاک‌کننده‌های صابونی، لکه‌های سفیدی بر روی لباس‌ها بر جای می‌مانند که وجود آن‌ها، نشان از تشکیل رسوب‌های $(RCOO)_۲Mg(s)$ و $(RCOO)_۲Ca(s)$ در زمان شست‌وشو است.
- آب چشمه‌ها محتوی مقادیر بسیار اندکی از کاتیون‌های $Mg^{۲+}$ و $Ca^{۲+}$ است و مقدار اندک این یون‌ها، تأثیر زیادی بر روی قدرت پاک‌کنندگی صابون‌ها ندارد و به همین خاطر، قدرت پاک‌کنندگی صابون‌ها در آب چشمه بیشتر از آب دریاها و آب مناطق کویری است.

۲- دمای آب

افزایش دمای آب، موجب افزایش قدرت پاک‌کنندگی صابون و کاهش مقدار لکه‌های پاک‌نشده از روی پارچه می‌شود. در واقع، افزایش دمای آب با کاهش چسبندگی لکه‌های چرک و آلودگی به الیاف پارچه، نفوذ مولکول‌های صابون را به درون آلودگی‌ها بیشتر کرده و باعث می‌شود مقدار بیشتری از لکه‌ها پاک شوند. به عنوان مثال، افزایش دمای آب از $۳۰\ ^\circ C$ به $۴۰\ ^\circ C$، قدرت پاک‌کنندگی صابون‌ها را تقریباً به اندازهٔ ۱۰ درصد افزایش می‌دهد.

۳- افزودن آنزیم

اضافه‌کردن آنزیم‌های مختلف به انواع صابون‌ها، با شکستن آلودگی‌ها به مواد ساده‌تر، قدرت پاک‌کنندگی صابون‌ها را افزایش می‌دهد.

نکته تأثیر افزودن آنزیم در بالابردن قدرت پاک‌کنندگی صابون‌ها، بیشتر از تأثیر افزایش دمای آب به اندازهٔ $۱۰\ ^\circ C$ است.

۴- نوع پارچه

جنس الیاف پارچه نیز یکی از عوامل مؤثر بر قدرت پاک‌کنندگی است. بدیهی است که هر چه‌قدر میزان چسبندگی آلودگی‌ها و لکه‌های چربی بر روی پارچه‌ها کم‌تر باشد، صابون‌ها می‌توانند مقدار بیشتری از این آلودگی‌ها را پاک کنند. به عنوان مثال، میزان چسبندگی لکه‌های چربی بر روی پارچه‌های **نخی**، کم‌تر از پارچه‌های **پلی‌استری** است؛ پس صابون‌ها، لکه‌های چربی روی پارچه‌های نخی را راحت‌تر از لکه‌های چربی روی پارچه‌های پلی‌استری پاک می‌کنند.

پاک‌کننده‌های غیرصابونی

نقش پاک‌کنندگی صابون باعث شد تا کاربرد آن از پاکیزگی و تأمین بهداشت فردی و محیط خانه، به مراکز صنعتی، بیمارستانی و اداری نیز گسترش پیدا کند. این روند، سبب رشد چشمگیر صابون‌سازی و تبدیل آن به یک صنعت بزرگ در جهان شد. این صنعت، نقش چشمگیری در کاهش بیماری گوناگون و افزایش سطح بهداشت در جهان داشته است.

Join US: @Kotob_Konkor

در این زمان، عوامل زیر، *چون سدی بر سر راه صنعت صابون‌سازی قرار گرفتند:*

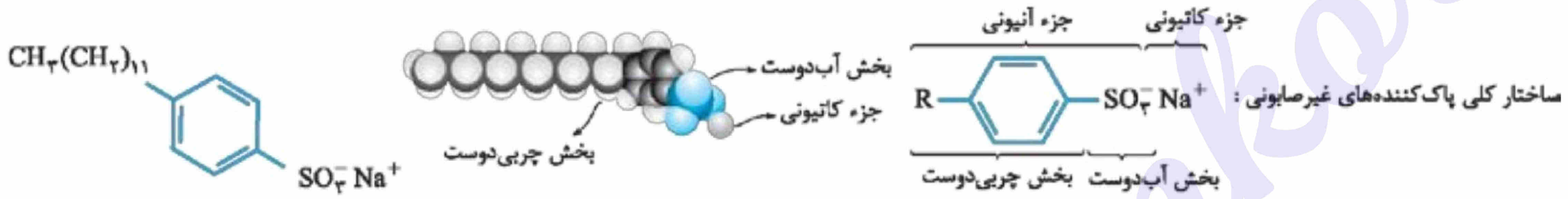
۱ با افزایش جمعیت جهان، مصرف صابون نیز افزایش یافت.

۲ برای تولید صابون در مقیاس انبوه، به میزان زیادی چربی به عنوان مواد اولیه نیاز بود و تأمین این میزان چربی، به یک چالش تبدیل شد.

۳ تأمین صابون مورد نیاز جهان به روش‌های سنتی تقریباً ناممکن بود.

۴ پاک‌کننده‌های صابونی در همهٔ شرایط به خوبی عمل نمی‌کردند و استفاده از آن‌ها در برخی از موقعیت‌ها مثل سفرهای دریایی و صنایعی که از آب شور استفاده می‌کردند، پاسخگوی نیاز انسان نبود.

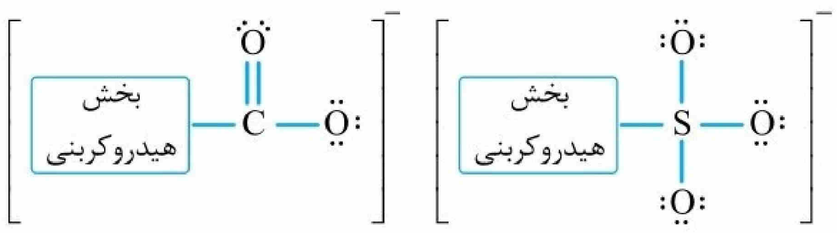
نگرانی‌هایی از این دست، سبب شد تا شیمی‌دان‌ها *وارد میدان شده* و برای شناسایی و تولید دیگر پاک‌کننده‌ها ترغیب شوند. شیمی‌دان‌ها به دنبال موادی بودند که علاوه بر قدرت پاک‌کنندگی بالا، بتوان آن‌ها را به میزان انبوه و با قیمت مناسب تولید کرد. با توجه به رابطهٔ میان ساختار و رفتار یک ماده، شیمی‌دان‌ها به دنبال موادی بودند که همانند صابون‌ها، ساختاری دوگانه‌دوست (هم چربی‌دوست و هم آب‌دوست) داشته باشد. سرانجام آن‌ها توانستند با استفاده **از بنزن** و **دیگر مواد اولیهٔ موجود در صنایع پتروشیمی**، پاک‌کننده‌هایی با فرمول ساختاری زیر تولید کنند.



این مواد، به پاک‌کننده‌های غیرصابونی معروف بوده و فرمول همگانی آن‌ها به صورت $RC_6H_4SO_3Na$ است. همان‌طور که مشخص است، پاک‌کننده‌های غیرصابونی نیز همانند پاک‌کننده‌های صابونی از یک بخش آب‌دوست (گروه $-SO_3^-$) و یک بخش چربی‌دوست (زنجیر هیدروکربنی) تشکیل شده‌اند. در هنگام استفاده از این پاک‌کننده‌ها، مولکول‌های چربی به زنجیرهٔ هیدروکربنی پاک‌کننده می‌چسبند و بخش آب‌دوست مولکول‌های پاک‌کننده نیز باعث پخش‌شدن چربی‌ها در آب می‌شود.

چندنکته

- ساختار لوویس بخش آب‌دوست پاک‌کننده‌های صابونی (گروه $-COO^-$) و پاک‌کننده‌های غیرصابونی (گروه $-SO_3^-$) به صورت مقابل است:



- پاک‌کننده‌های غیرصابونی، برخلاف پاک‌کننده‌های صابونی، **طی واکنش‌های پیچیده** و از مواد پتروشیمیایی تولید می‌شوند. این پاک‌کننده‌ها، همانند بنزن، نفتالن، بنزوئیک اسید، بنزآلدهید و ...، دارای یک حلقهٔ کربنی آروماتیک (حلقهٔ بنزنی) در ساختار خود هستند.
- پاک‌کننده‌های غیرصابونی، قدرت پاک‌کنندگی **بیشتری** نسبت به پاک‌کننده‌های صابونی دارند.
- پاک‌کننده‌های غیرصابونی، در آب‌های سخت نیز قدرت پاک‌کنندگی خود را حفظ می‌کنند؛ زیرا با یون‌های موجود در این آب‌ها (یون‌های Mg^{2+} ، Ca^{2+})، تشکیل رسوب نمی‌دهند و به همین خاطر، پاک‌کننده‌های غیرصابونی در آب‌های سخت نیز به خوبی کف می‌کنند.

پاک‌کننده‌های خورنده

پاک‌کننده‌های صابونی و غیرصابونی، با مولکول‌ها و ذرات سازندهٔ آلودگی‌ها وارد واکنش شیمیایی نشده و فقط براساس برهم‌کنش‌های بین ذره‌ای، سبب پاک‌شدن آلودگی‌ها می‌شوند. گروه دیگری از پاک‌کننده‌ها نیز وجود دارند که با ذرات سازندهٔ آلودگی‌ها وارد **واکنش شیمیایی** شده و در کنار **برهم‌کنش‌های بین ذره‌ای**، از این طریق نیز سبب پاک‌شدن آلودگی‌ها می‌شوند. به این دسته از انواع شوینده‌ها، به اصطلاح پاک‌کننده‌های خورنده گفته می‌شود.

به عنوان مثال، رسوب تشکیل‌شده بر روی دیوارهٔ کتری، لوله‌ها، آبراه‌ها و دیگ‌های بخار، آن‌چنان به این سطوح می‌چسبند که با صابون و پاک‌کننده‌های غیرصابونی نمی‌توان آن‌ها را پاک کرد. برای زدودن این رسوب‌ها، به پاک‌کننده‌هایی نیاز است که بتوانند با ذرات سازندهٔ آن‌ها واکنش شیمیایی بدهند و آن‌ها را به فراورده‌هایی محلول تبدیل کنند تا با آب شسته شوند. موادی مانند هیدروکلریک اسید (جوهرنمک)، سدیم هیدروکسید (محلول سود) و سفیدکننده‌ها از جمله این پاک‌کننده‌ها هستند. این پاک‌کننده‌ها از نظر شیمیایی فعال بوده و خاصیت خورندگی نیز دارند و به همین خاطر، نباید با پوست بدن تماس داشته باشند.

چندنکته

- پاک‌کننده‌های خورنده، موادی با خاصیت اسیدی یا بازی هستند. به عنوان مثال، سدیم هیدروکسید و جوهرنمک، دو نمونه از این پاک‌کننده‌ها هستند که به ترتیب، خاصیت بازی و خاصیت اسیدی دارند.

نوعی از پاک‌کننده‌های خورنده که به شکل پودر عرضه می‌شوند، شامل مخلوط سدیم هیدروکسید و پودر آلومینیم است. از این پاک‌کننده برای بازکردن مجاری مسدودشده توسط رسوب و تجمع چربی‌ها در برخی وسایل و دستگاه‌های صنعتی استفاده می‌شود. سدیم هیدروکسید موجود در این پاک‌کننده‌ها، رسوب‌های ایجادشده را به حالت محلول درآورده و سبب پاک‌شدن آن‌ها از محیط می‌شود. *با چگونگی این فرایند، در انتهای همین بخش آشنا می‌شین!* علاوه بر این، محتویات پاک‌کنندهٔ موردنظر براساس معادلهٔ زیر با آب واکنش می دهد:

گرما + فراورده‌های دیگر ($NaAl(OH)_4$) + گاز هیدروژن $\rightarrow$ آب + پاک‌کننده (پودر آلومینیم و سدیم هیدروکسید)

همان‌طور که مشخص است، طی این واکنش گاز هیدروژن و گرما تولید می‌شود. گاز هیدروژن و گرمای حاصل از این واکنش، به نفوذ بهتر پاک‌کننده به درون آلودگی‌ها کمک کرده و قدرت پاک‌کنندگی آن را افزایش می‌دهد.

افزودنی‌های صابون

اضافه‌کردن برخی از انواع افزودنی‌ها به صابون‌ها و شوینده‌هایی که امروزه تولید می‌شوند، علاوه بر خاصیت پاک‌کنندگی، خواص ویژهٔ دیگری را نیز به آن‌ها می‌دهد. ویژگی‌ها و برخی از کاربردهای این مواد افزودنی به شرح زیر است:

- مواد گوگرددار: از صابون‌های گوگرددار، برای از بین بردن جوش‌های صورت و قارچ‌های پوستی استفاده می‌شود.
- مواد کلردار: افزودن مواد کلردار به صابون، موجب افزایش خاصیت ضدعفونی‌کنندگی و میکروب‌کشی صابون‌ها می‌شود.
- نمک‌های فسفات: افزودن نمک‌های فسفات به شوینده، موجب افزایش قدرت پاک‌کنندگی آن‌ها در آب‌های سخت می‌شود. یون فسفات موجود در این دسته از شوینده‌ها، با یون‌های Mg^{2+} و Ca^{2+} براساس معادله‌های زیر واکنش می‌دهد:

$$2PO_4^{3-}(aq) + 3Mg^{2+}(aq) \rightarrow Mg_3(PO_4)_2(s) \quad , \quad 2PO_4^{3-}(aq) + 3Ca^{2+}(aq) \rightarrow Ca_3(PO_4)_2(s)$$

طی این واکنش‌ها، یون‌های Mg^{2+} و Ca^{2+} به شکل رسوب درآمده و از محلول خارج می‌شوند. با خارج‌شدن این کاتیون‌های *مزاحم*، دیگر اختلالی در کار مولکول‌های صابون ایجاد نمی‌شود و صابون به خوبی کف می‌کند.

هر چند که اضافه‌کردن این مواد افزودنی خواص ویژه‌ای را به شوینده‌ها می‌دهد، اما باید توجه داشت که هر چه شوینده‌ای مواد شیمیایی بیشتری به همراه خود داشته باشد، احتمال ایجاد عوارض جانبی توسط آن بیشتر می‌شود. به همین دلیل است که مصرف زیاد شوینده‌ها و تنفس بخار آن‌ها، عوارض پوستی و بیماری‌های تنفسی را ایجاد می‌کند. به خاطر وجود این عوارض جانبی، برای حفظ سلامت بدن و محیط زیست، استفاده از شوینده‌های طبیعی و مناسب توصیه می‌شود.

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

مقدمهٔ فصل

۱- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) انسان‌های گذشته، در کنار رودخانه‌ها و آب ساکن می‌شدند تا با دسترسی به آب، بدنشان را با آن بشویند و تمیز کنند.

۲) در صورت آغشته‌کردن ظرف‌های چرب و کثیف با خاکستر و شست‌و شوی آن‌ها با آب گرم، این ظرف‌ها با زحمت کم‌تری تمیز می‌شوند.

۳) اهمیت صابون و بهداشت، سبب شده است که صنعت شوینده‌ها گسترش پیدا کرده و پاک‌کننده‌های گوناگون تولید شوند.

۴) شاخص امید به زندگی برای مردم یک کشور معین می‌شود و مقدار آن برای همهٔ شهرهای یک کشور برابر با هم است.

۲- چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

آ) شاخص امید به زندگی، به عوامل گوناگونی بستگی داشته و مقدار آن در مناطق برخوردار، بیشتر از مناطق کم‌برخوردار است.

ب) وبا در طول تاریخ چندین بار همه‌گیر شده و ساده‌ترین و مؤثرترین راه پیشگیری از آن، رعایت بهداشت شخصی و همگانی است.

پ) در طول سال‌های اخیر، مقدار شاخص امید به زندگی در مناطق برخوردار، به میزان بیشتری نسبت به مناطق کم‌برخوردار افزایش یافته است.

ت) در سال‌های اخیر، با افزایش سطح بهداشت فردی و همگانی، شاخص امید به زندگی نیز در جهان افزایش یافته است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳- کدام‌یک از عبارت‌های داده‌شده نادرست است؟

۱) با گسترش استفاده از صابون در جوامع، تعداد میکروب‌ها و عوامل بیماری‌زا در محیط‌های فردی و همگانی کاهش پیدا می‌کند.

۲) سلامت و بهداشت، در امید به زندگی اهمیت بسیاری داشته و در راستای ارتقای آن، مواد پاک‌کننده نقش پر رنگی ایفا می‌کنند.

۳) براساس حفاری‌های شهر بابِل، انسان‌ها از چند هزار سال پیش از میلاد، از موادی شبیه صابون امروزی برای نظافت استفاده می‌کردند.

۴) میزان شاخص امید به زندگی برای مردم جهان، با میزان استفاده از صابون و توجه به نظافت و بهداشت رابطهٔ عکس دارد.

۴- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) با توجه به افزایش سطح بهداشت و بهبود وضع سلامت همگانی، وبا برخلاف گذشته، یکی از بیماری‌های تهدیدکنندهٔ جامعه به شمار نمی‌رود.

۲) عدم دسترسی به شوینده‌ها، سبب کاهش سطح بهداشت فردی و اجتماعی شده و منجر به گسترش بیماری‌های گوناگون می‌شود.

۳) در حال حاضر، میانگین عمر افرادی که در مناطق کم‌برخوردار جهان زندگی می‌کنند، کم‌تر از میانگین عمر افراد در کل جهان است.

۴) شوینده‌ها و پاک‌کننده‌هایی مانند صابون، شامپو و پودر لباسشویی، سبب کاهش میزان آلودگی‌ها در محیط می‌شوند.

۵- چند مورد از مطالب زیر نادرست است؟

آ) وبا یک بیماری واگیردار است و به دلیل آلوده‌شدن آب‌ها و نبود بهداشت در یک جامعه شیوع پیدا می‌کند.

ب) استفاده از صابون، سبب کاهش مقدار آلودگی محیط‌های فردی و اجتماعی شده و میزان سلامتی و تندرستی مردم را افزایش می‌دهد.

پ) وبا در طول تاریخ برای یک بار در جهان همه‌گیر شده و کاهش سطح بهداشت فردی و اجتماعی در یک جامعه، منجر به گسترش آن می‌شود.

ت) در حال حاضر، طول عمر میانگین بیشتر مردمی که در دنیا زندگی می‌کنند، در بازهٔ بین ۷۰ تا ۸۰ سال قرار دارد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

آلاینده‌ها و پاک‌کننده‌ها

۶- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) لکه‌های چربی روی لباس، برخلاف گردوغبار موجود در هواکره، نمونه‌ای از انواع آلودگی‌ها و کثیفی‌ها به شمار می‌روند.

۲) مولکول‌های آب، پاک‌کنندهٔ مناسبی برای لکهٔ شیرینی‌هایی مانند آب‌قند، شربت آبلیمو، نبات داغ و چای‌شیرین هستند.

۳) در مولکول‌های سازندهٔ همهٔ انواع چربی‌ها، گروه عاملی کربوکسیل (—COOH) به یک زنجیرهٔ کربنی طویل متصل شده است.

۴) ذرات سازندهٔ روغن زیتون، برخلاف مولکول‌های سازندهٔ اتیلن گلیکول، دارای یک بخش قطبی و یک بخش ناقطبی بوده و در آب حل می‌شوند.

۷- چه تعداد از عبارت‌های زیر درست هستند؟

آ) آلاینده‌ها و کثیفی‌ها، عبارت هستند از موادی که بیش از مقدار طبیعی در یک محیط، ماده یا یک جسم وجود دارند.

ب) هر یک از مولکول‌های عسل، دارای یک گروه (—OH) بوده و از طریق همین گروه نیز با مولکول‌های آب، پیوند هیدروژنی برقرار می‌کند.

پ) شمار الکترون‌های ناپیوندی موجود بر روی اتم‌های سازندهٔ یک مولکول اوره، ۲ برابر تعداد این الکترون‌ها در یک مولکول اسید چرب است.

ت) نسبت میان تعداد اتم‌های هیدروژن به تعداد اتم‌های کربن در مولکول‌های وازلین، ۰/۲۶ برابر مقدار این نسبت در اوره است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۸- با ریختن مقداری ..... در .....، بین مولکول‌های حلال و حل‌شونده ..... و مولکول‌های حل‌شونده .....

۱) وازلین ـ بنزین ـ نیروهای جاذبهٔ قوی برقرار می‌شود ـ در کنار هم باقی مانده و در حلال پخش نمی‌شوند.

۲) منیزیم هیدروکسید ـ آب ـ نیروهای جاذبهٔ قوی برقرار می‌شود ـ در حلال حل شده و در آن پخش می‌شوند.

۳) اتیلن گلیکول ـ آب ـ نیروهای جاذبهٔ قوی برقرار می‌شود ـ در حلال حل شده و در آن پخش می‌شوند.

۴) اوره ـ هگزان ـ نیروهای جاذبهٔ قوی برقرار نمی‌شود ـ در حلال حل شده و در آن پخش می‌شوند.

۹- کدام موارد از عبارت‌های داده‌شده درست هستند؟

آ) نسبت میان شمار اتم‌های C به H در روغن زیتون، بیشتر از مقدار این نسبت در چربی ذخیره‌شده در کوهان شتر است.

ب) نوعی از چربی که مولکول‌های آن دارای گروه عاملی استری هستند، در ساختار خود دارای ۳ پیوند C — O است.

پ) مادهٔ اصلی سازندهٔ بنزین، برخلاف اوره، توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی با مولکول‌های آب را ندارد.

ت) ضدیخ، محتوی ترکیبی است که می‌توان از آن برای تولید برخی از انواع پلی‌استرها استفاده کرد.

۱) (آ) ، (پ) و (ت) ۲) (آ)، (ب) و (ت) ۳) (آ)، (ب)، (پ) ۴) (ب)، (پ) و (ت)

۱۰- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) یک لباس آلوده‌شده توسط عسل را برخلاف یک لباس آلوده‌شده توسط مقداری گلاب، می‌توان به کمک آب شست‌وشو داد.

۲) عسل، همانند ویتامین (ث) از مولکول‌های قطبی تشکیل شده است و هر مولکول آن در ساختار خود، شمار زیادی گروه هیدروکسیل دارد.

۳) وازلین، یک هیدروکربن سیرنشده است که در آب نامحلول بوده و لباس آلوده‌شده توسط آن را نمی‌توان با آب خالی شست.

۴) روغن زیتون، یک ترکیب شیمیایی محلول در هگزان است و تمام عناصر شرکت‌کننده در ساختار مولکول‌های آن، در مولکول‌های هگزان هم وجود دارند.

۱۱- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) برای یافتن راهی جهت زدودن انواع آلودگی‌ها و لکه‌ها، باید با نوع، ساختار و رفتار ذره‌های سازندهٔ آلودگی‌ها، کثیفی‌ها و پاک‌کننده‌ها آشنا باشیم.

ب) برای از بین بردن لکه‌های ایجادشده توسط مواد آرایشی و رنگ‌ها، به ترتیب می‌توانیم از اتانول و استون به عنوان حلال استفاده کنیم.

پ) در یک نمونهٔ خالص از اوره، برخلاف یک نمونهٔ خالص از اتانول یا عسل، امکان برقراری پیوند هیدروژنی بین مولکول‌ها وجود ندارد.

ت) نسبت میان تعداد اتم‌ها به عناصر شرکت‌کننده در فرمول شیمیایی اوره، بزرگ‌تر از مقدار این نسبت در فرمول شیمیایی اتیلن گلیکول است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاک‌کننده‌های صابونی

۱۲- کدام‌یک از گزینه‌های زیر نادرست است؟

۱) لکه‌های چربی موجود بر روی پوست بدن، همانند دوده و اکسیدهای نیتروژن موجود در هواکره، نمونه‌ای از آلاینده‌ها و کثیفی‌ها هستند.

۲) پارچهٔ آغشته‌شده با روغن زیتون را برخلاف یک تکه پارچهٔ آلوده‌شده توسط اوره، نمی‌توان به کمک آب شست‌وشو داد.

۳) اسیدهای چرب، در آب نامحلول بوده و در ساختار لوویس مولکول‌های سازندهٔ آن‌ها، ۸ جفت‌الکترون ناپیوندی بر روی اتم‌ها قرار دارد.

۴) مولکول‌های سازندهٔ اسید چرب، از دو بخش قطبی و ناقطبی تشکیل شده و نیروی بین مولکولی غالب در آن‌ها از نوع وان‌درووالسی است.

۱۳- چند مورد از مطالب زیر درست هستند؟

آ) بخش ناقطبی مولکول‌های صابون، آب‌دوست بوده و می‌تواند یک زنجیرهٔ هیدروکربنی سیرشده یا سیرنشده باشد.

ب) مولکول‌های اسید چرب، از دو بخش قطبی و ناقطبی تشکیل شده و به خانوادهٔ کربوکسیلیک اسیدها تعلق دارند.

پ) فرمول شیمیایی یک صابون که زنجیرهٔ کربنی آن سیرشده و دارای ۱۷ اتم کربن است، به صورت $C_{18}H_{35}O_2Na$ می‌باشد.

ت) مولکول‌های اسید چرب، همانند مولکول‌های عسل، از طریق گروه هیدروکسیل خود با مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی برقرار می‌کنند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۴- جرم مولی صابون به دست آمده از کربوکسیلیک اسید سیرشده‌ای که در آن گروه R، شامل ۱۴ اتم کربن است، برابر چند گرم است؟ $(Na=23, O=16, C=12, H=1: g.mol^{-1})$

(سراسری ریاضی خارج از کشور ۹۶)

۱) ۲۲۰ ۲) ۲۴۱ ۳) ۲۵۸ ۴) ۲۶۴

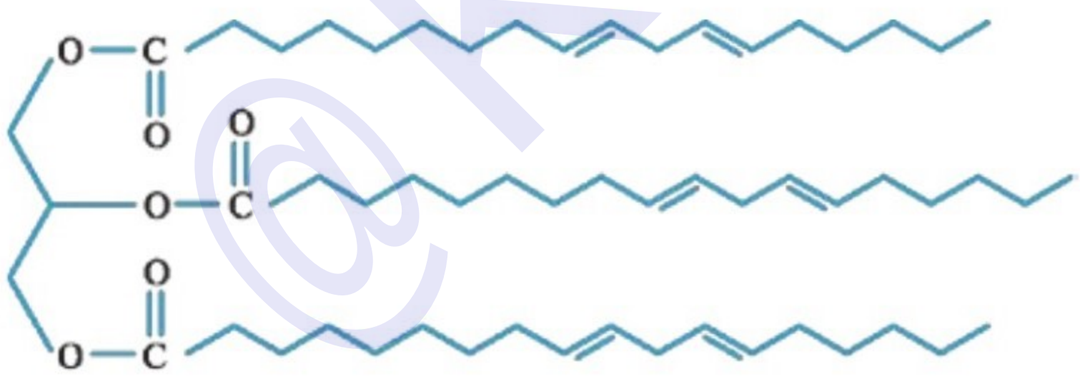
۱۵- تصویر زیر، ساختار ذرات سازندهٔ یک نوع صابون مایع را نشان می‌دهد. درصد جرمی اتم‌های کربن در یک نمونه از این پاک‌کنندهٔ صابونی چه‌قدر است؟ $(K=39, Na=23, O=16, C=12, H=1: g.mol^{-1})$



۱) ۶۰/۵ ۲) ۶۴/۲

۳) ۷۱/۶ ۴) ۶۶/۴

۱۶- از نوعی روغن آفتابگردان که ساختار مولکول‌های سازندهٔ آن به صورت مقابل است، برای تولید صابون استفاده می‌کنیم. در واکنش ۳ مول از این ترکیب شیمیایی با مقدار کافی محلول سدیم هیدروکسید، ..... گرم سدیم هیدروکسید مصرف شده و نوعی صابون ..... حاصل می‌شود که جرم مولی آن برابر ..... گرم می‌شود.



$(Na=23, O=16, C=12, H=1: g.mol^{-1})$

۱) ۱۲۰ ـ مایع ـ ۲۸۶ ۲) ۳۶۰ ـ جامد ـ ۲۸۶

۳) ۱۲۰ ـ مایع ـ ۳۰۲ ۴) ۳۶۰ ـ جامد ـ ۳۰۲

۱۷- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

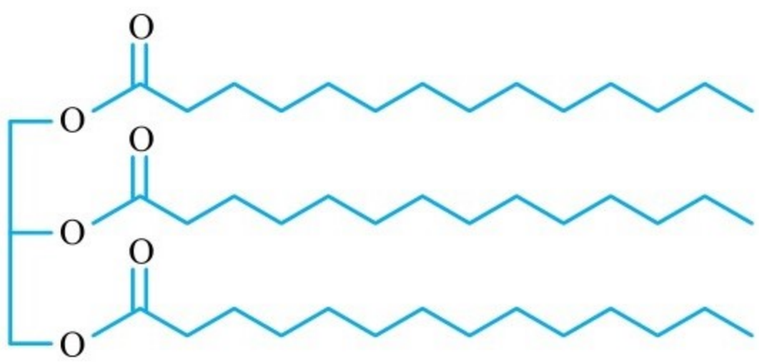
۱) بخش‌های آب‌دوست و چربی‌دوست ذرات سازندهٔ صابون، توسط پیوند یونی به یکدیگر متصل شده‌اند.

۲) چربی‌ها موادی هستند که از اسیدهای چرب و یا استرهای سنگین تشکیل شده و می‌توانند صابون‌ها را در خود حل کنند.

۳) با افزایش طول زنجیرهٔ کربنی در بخش آنیونی صابون، انحلال‌پذیری این بخش در آب و خصلت چربی‌دوستی آن کاهش پیدا می‌کند.

۴) کاتیون به کار رفته در ساختار پاک‌کننده‌های صابونی، سبب پخش‌شدن ذرات چربی در آب می‌شود.

۱۸- ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول ۱۵ درصد جرمی سدیم هیدروکسید با چگالی $۱/۲\ g.mL^{-۱}$، با چند مول از استر سنگین زیر به طول کامل واکنش می‌دهد و چند درصد از جرم پاک‌کنندهٔ صابونی حاصل از این واکنش، از اتم‌های کربن تشکیل شده است؟ $(Na = ۲۳ , O = ۱۶ , C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$



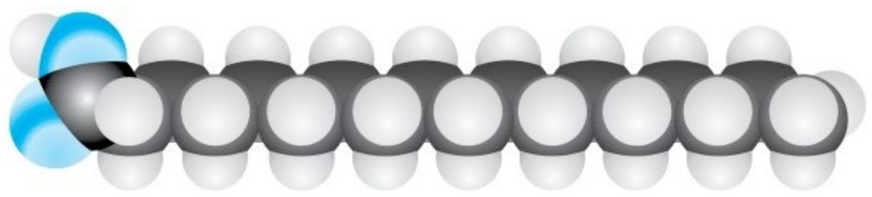
۱) ۶۷/۲ ـ ۰/۹

۲) ۶۷/۲ ـ ۰/۳

۳) ۶۲/۴ ـ ۰/۳

۴) ۶۲/۴ ـ ۰/۹

۱۹- چند مورد از مطالب زیر، در رابطه با ترکیب داده‌شده درست است؟



آ) این ترکیب، همانند بنزوئیک اسید، عضوی از خانوادهٔ کربوکسیلیک اسیدها است.

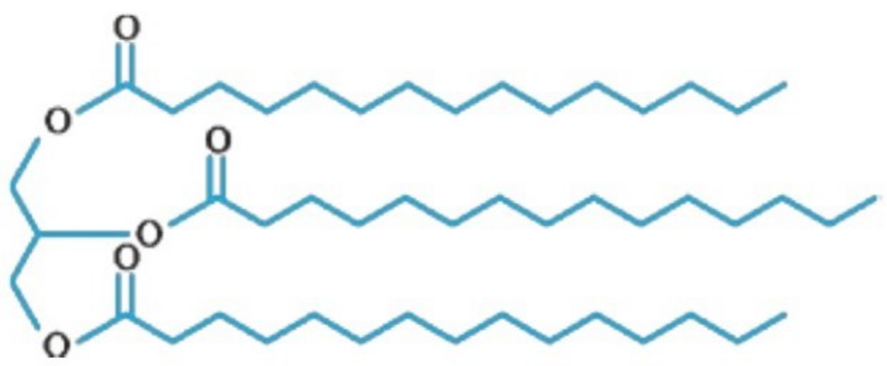
ب) برخلاف ویتامین (کا)، بخش ناقطبی این مولکول‌ها، بر بخش قطبی آن‌ها غلبه دارد.

پ) در یک نمونهٔ خالص از این ماده، نیروی بین مولکولی غالب از نوع وان‌درووالسی است.

ت) در ساختار هر یک از مولکول‌های این ماده، ۵۵ پیوند اشتراکی بین اتم‌ها وجود دارد.

ث) شمار الکترون‌های ناپیوندی آن، با شمار این الکترون‌ها در اتیلن گلیکول برابر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

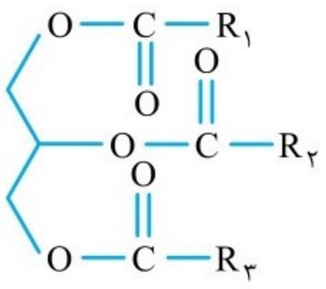


۲۰- طی واکنش ۷۶۴ گرم از مولکول‌های چربی مقابل با مقدار کافی از محلول سدیم هیدروکسید غلیظ، چند گرم پاک‌کنندهٔ صابونی به دست می‌آید؟ $(Na = ۲۳ , O = ۱۶ , C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$

۱) ۷۹۲ ۲) ۲۶۴

۳) ۳۹۶ ۴) ۵۹۴

۲۱- چند مورد از مطالب زیر در رابطه با مولکول مقابل درست است؟



آ) طی واکنش آبکافت آن در حضور سولفوریک اسید، ۳ مولکول آب مصرف شده و ۳ مولکول اسید چرب تولید می‌شود.

ب) اگر گروه‌های $R_۱$، $R_۲$ و $R_۳$ معادل با $C_۸H_{۱۷}$ باشند، فرمول شیمیایی این ترکیب به صورت $C_{۳۰}H_{۵۶}O_۶$ می‌شود.

پ) شمار الکترون‌های ناپیوندی موجود در این مولکول، ۶ برابر شمار این الکترون‌ها در هر مولکول اتیلن گلیکول است.

ت) گروه‌های $R_۱$، $R_۲$ و $R_۳$ از آن در مجاورت با مولکول‌های صابون، توسط بخش ناقطبی این مولکول‌ها جذب می‌شوند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

کلوئیدها

۲۲- کدام‌یک از عبارت‌های زیر درست است؟

۱) شربت معده، نمونه‌ای از یک کلوئید است که نور را پخش کرده و به مرور زمان ته‌نشین نمی‌شود.

۲) در هنگام شست‌وشوی لباس با پاک‌کننده‌های صابونی، ذره‌های چربی به زنجیرهٔ هیدروکربنی مولکول پاک‌کننده می‌چسبند.

۳) ژله و شیر، نمونه‌هایی از یک کلوئید به شمار می‌روند که حاوی توده‌های مختلف مولکولی با اندازه‌های یکسان هستند.

۴) سرامیک‌ها، هوای پاک، انواع رنگ‌ها، چسب‌ها و انواع داروها، از جمله مخلوط‌های ناهمگنی هستند که ما در زندگی روزانه با آن‌ها سروکار داریم.

۲۳- چند مورد از عبارت‌های زیر درست هستند؟

آ) ذره‌های موجود در کلوئیدها، اندازهٔ بزرگ‌تری نسبت به ذره‌های موجود در محلول‌ها دارند.

ب) محلول‌ها، نور را از خود عبور داده و همانند کلوئیدها، پایدار هستند و با گذشت زمان ته‌نشین نمی‌شوند.

پ) فرمول همگانی صابون‌های جامد به صورت RCOONa بوده که در آن گروه R یک زنجیرهٔ هیدروکربنی بلند است.

ت) مخلوط آب و روغن، برخلاف شربت معده، ناپایدار است و به محض متوقف‌کردن هم‌زدن آن، آب و روغن موجود در آن جدا می‌شوند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۴- همهٔ مطالب زیر درست هستند، به‌جز:

۱) کلوئیدها، ظاهری شبیه به محلول‌های همگن داشته و سس مایونز، نمونه‌ای از آن‌ها به حساب می‌آید.

۲) سوسپانسیون‌ها، نمونه‌ای از مخلوط‌های ناهمگن هستند که اجزای سازندهٔ آن‌ها شامل ذره‌های ریز ماده می‌شود.

۳) رنگ‌های روغنی و شیر، نمونه‌ای از کلوئیدها هستند که مانند سایر کلوئیدهای شناخته‌شده، حالت مایع دارند.

۴) محلول مس (II) سولفات در آب، نمونه‌ای از مخلوط‌های همگن است که نور را از خود عبور داده و مسیر حرکت نور در آن مشخص نیست.

قدرت پاک‌کنندگی صابون‌ها

۲۵- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) استرهای سنگین، همانند اسیدهای چرب از دو بخش قطبی و ناقطبی تشکیل شده‌اند و همانند آن‌ها در آب نامحلول هستند.

۲) بخش بزرگی از ذرات سازندهٔ صابون، از زنجیرهٔ هیدروکربنی ناقطبی تشکیل شده و به همین خاطر، صابون در آب نامحلول است.

۳) هر اندازه که صابون بتواند مقدار بیشتری از آلاینده، کثیفی و چربی را بزداید، قدرت پاک‌کنندگی آن بیشتر است.

۴) صنعت صابون‌سازی، سبب کاهش قابل توجهی در گسترش بیماری‌های گوناگون و افزایش سطح بهداشت در جهان شده است.

۲۶- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) افزودن مقداری صابون به مخلوطی از چربی و آب، سبب پخش‌شدن مولکول‌های چربی در آب می‌شود.

ب) بخش ناقطبی مولکول‌های صابون، آب‌گریز بوده و در مخلوطی از آب و روغن، به سمت مولکول‌های روغن جذب می‌شود.

پ) میزان چسبندگی لکه‌های چربی بر روی لباس‌های دوخته‌شده از نخ، کم‌تر از میزان چسبندگی آن بر روی لباس‌های پلی‌استری است.

ت) قدرت پاک‌کنندگی صابون در آب دریاها نسبت به قدرت پاک‌کنندگی آن در آب چشمه‌ها کم‌تر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

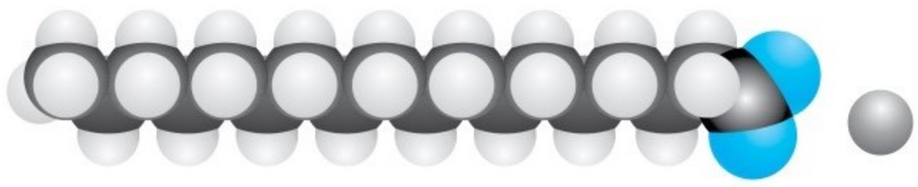
۲۷- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) افزودن آنزیم به صابون‌ها، برخلاف افزایش دمای آب مورد استفاده برای شست‌وشو، قدرت پاک‌کنندگی صابون‌ها را افزایش می‌دهد.

۲) آب شور مناطق کویری محتوی مقدار زیادی از یون‌های منیزیم و کلسیم است و به همین دلیل، صابون در این آب‌ها به خوبی کف نمی‌کند.

۳) نیروی بین مولکولی میان هگزان و بنزین، از نوع وان‌دروالسی بوده و با نیروی بین مولکولی در مخلوط وازلین و روغن زیتون متفاوت است.

۴) در صورت جایگزین‌کردن گروه کربوکسیل موجود در اسیدهای چرب با گروه هیدروکسیل، انحلال‌پذیری این ترکیب‌ها در آب افزایش می‌یابد.



۲۸- نیم مول یون کلسیم با ..... گرم از پاک‌کنندهٔ صابونی جامد روبه‌رو به طور کامل واکنش داده و جرم اتم‌های کربن موجود در فراوردهٔ رسوبی حاصل از این واکنش، ..... برابر جرم اتم‌های کلسیم موجود در آن است.

($Ca = ۴۰ , Na = ۲۳ , O = ۱۶ , C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-۱}$)

۱) ۳۰۶ ـ ۵/۴ ۲) ۱۵۳ ـ ۱۰/۸ ۳) ۱۵۳ ـ ۵/۴ ۴) ۳۰۶ ـ ۱۰/۸

۲۹- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

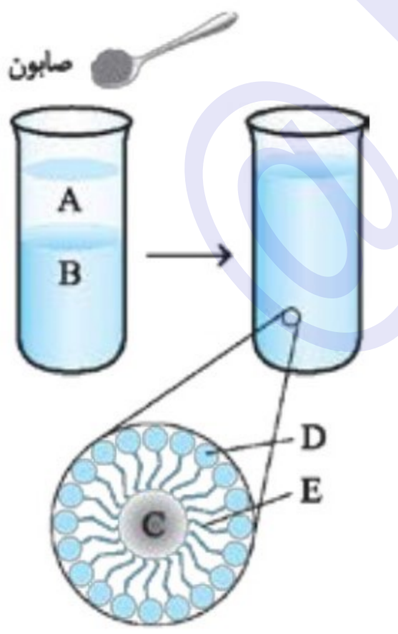
۱) در هر یک از مولکول اوره، شمار جفت‌الکترون‌های پیوندی با شمار اتم‌ها برابر است.

۲) مولکول‌های صابون، دارای گروه عاملی کربوکسیل بوده و قدرت پاک‌کنندگی آن‌ها در آب سخت، کم‌تر از آب‌مقطر است.

۳) آب دریاها و آب شور مناطق کویری، همانند آب‌های آشامیدنی و شیرین، حاوی یون‌های کلسیم و منیزیم است.

۴) شست‌وشوی لباس‌ها با آب دریا و صابون، سبب رسوب مولکول‌های صابون و به جا ماندن لکه‌های سفیدرنگ بر روی لباس‌ها می‌شود.

۳۰- چند مورد از مطالب زیر در رابطه با انحلال روغن زیتون در آب براساس فرایند مقابل درست است؟



آ) مولکول‌های آب موجود در محلول، از طرف اتم اکسیژن خود به سمت قسمت D جذب می‌شوند.

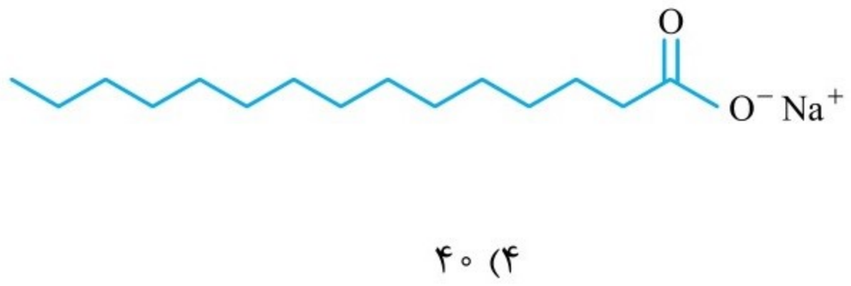
ب) بین بخش‌های E از مولکول‌های صابون و ذره‌های چربی، نیروی جاذبهٔ وان‌دروالسی وجود دارد.

پ) چگالی روغن کم‌تر از آب است و به همین خاطر، بخش A نشان‌دهندهٔ روغن می‌باشد.

ت) افزودن مقداری منیزیم کلرید به محتویات این ظرف، موجب جداشدن مجدد آب و روغن می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۱- هر مول از پاک‌کنندهٔ صابونی روبه‌رو، با چند لیتر از آب یک دریاچه با چگالی $۱/۲۵ g.mL^{-۱}$ که غلظت یون‌های کلسیم و منیزیم در آن به ترتیب برابر با ۸۰ ppm و ۷۲ ppm است، به طور کامل وارد واکنش شده و به رسوب تبدیل می‌شود؟ ($Ca = ۴۰ , Mg = ۲۴ : g.mol^{-۱}$)



۱) ۱۰۰ ۲) ۸۰ ۳) ۵۰ ۴) ۴۰

۳۲- طی واکنش کامل ۱۴/۶ گرم از پاک‌کنندهٔ صابونی روبه‌رو با مقدار کافی از یون‌های منیزیم موجود در یک نمونه از آب سخت، چند گرم رسوب تولید می‌شود؟ $(Mg = ۲۴ , Na = ۲۳ , O = ۱۶ , C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$



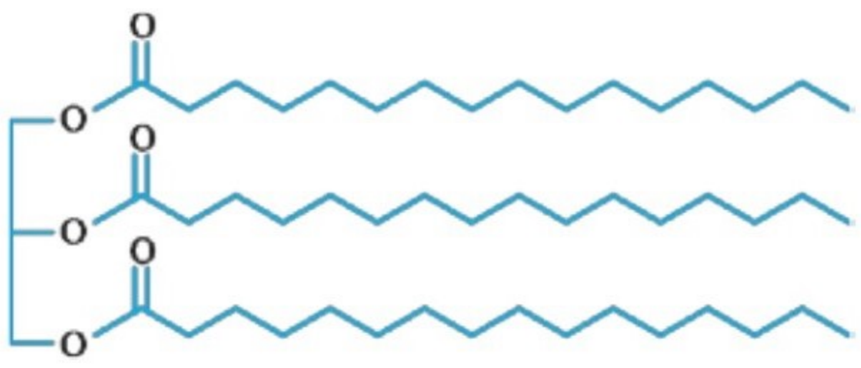
۱) ۱۴/۷ ۲) ۱۴/۰۵
۳) ۲۱/۱ ۴) ۲۸/۱

۳۳- هر گرم از یک پاک‌کنندهٔ صابونی با فرمول ساختاری روبه‌رو، با چند میلی‌گرم یون کلسیم موجود در یک نمونهٔ آب شور، به طور کامل وارد واکنش شده و به صورت رسوب در می‌آید؟ $(Ca = ۴۰ , Na = ۲۳ , O = ۱۶ , C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$



۱) ۱۰۰ ۲) ۸۰
۳) ۱۶۰ ۴) ۵۰

۳۴- یک نمونه به جرم ۴۰۳ گرم از استر سنگین زیر را در شرایط مناسب، با محلول سدیم هیدروکسید وارد واکنش می‌کنیم. پاک‌کنندهٔ صابونی حاصل از این فرایند، با چند لیتر محلول کلسیم کلرید با غلظت $۱/۵ mol.L^{-۱}$ به طور کامل واکنش داده و به رسوب تبدیل می‌شود؟ $(Na = ۲۳ , O = ۱۶ , C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$



۱) ۱/۵
۲) ۰/۷۵
۳) ۲/۲۵
۴) ۰/۵

پاک‌کننده‌های غیرصابونی

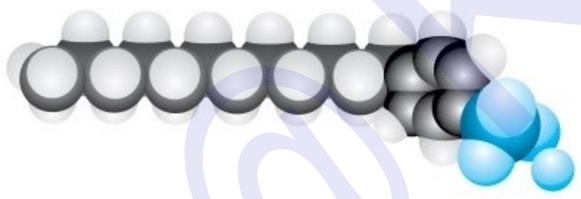
۳۵- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) پاک‌کننده‌های غیرصابونی را می‌توان با استفاده از بنزن و دیگر مواد اولیهٔ به دست آمده از صنایع پتروشیمی تولید کرد.
۲) پاک‌کننده‌های صابونی در همهٔ شرایط به خوبی عمل نمی‌کنند و در سفرهای دریایی پاسخگوی نیاز انسان‌ها نیستند.
۳) در پاک‌کننده‌های غیرصابونی، مولکول‌های چربی به زنجیرهٔ هیدروکربنی که بخش قطبی مولکول پاک‌کننده را تشکیل می‌دهد، می‌چسبند.
۴) با تغییر گروه $(-COO^-)$ به گروه $(-SO_۳^-)$ در مولکول‌های یک پاک‌کننده، نسبت استوکیومتری آنیون به کاتیون در آن پاک‌کننده ثابت می‌ماند.

۳۶- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) پاک‌کننده‌های غیرصابونی، قدرت پاک‌کنندگی بیشتری نسبت به صابون‌ها داشته و در آب‌های سخت نیز، قدرت پاک‌کنندگی خود را حفظ می‌کنند.
۲) بخش ناقطبی موجود در مولکول‌های سازندهٔ پاک‌کننده‌های غیرصابونی، می‌تواند از یک زنجیرهٔ هیدروکربنی سیرنشده تشکیل شده باشد.
۳) در پاک‌کننده‌های غیرصابونی، همانند یون سولفات، هر اتم گوگرد توسط چهار پیوند اشتراکی یگانه به اتم‌های اطراف خود متصل شده است.
۴) پس از شستن لکه‌های چربی با آب و صابون، قسمت قطبی مولکول‌های صابون به سمت داخل قطرات چربی قرار می‌گیرد.

۳۷- چند مورد از مطالب زیر، در رابطه با مادهٔ مقابل درست است؟ $(S = ۳۲ , Na = ۲۳ , O = ۱۶ , C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$



آ) قدرت پاک‌کنندگی این مادهٔ شیمیایی، بیشتر از قدرت پاک‌کنندگی صابون‌ها است.
ب) این ماده، از مواد پتروشیمیایی و طی واکنش‌های پیچیده در صنعت تولید می‌شود.
پ) جرم هر مول از این ماده، ۱۲ برابر جرم اتم‌های هیدروژن موجود در هر مول از آن است.
ت) هر یک از اتم‌های کربن موجود در ساختار آن، حداقل به یک اتم هیدروژن متصل هستند.
ث) این ماده در واکنش با محلول کلسیم کلرید، سبب ایجاد رسوب در ظرف واکنش می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۸- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با مادهٔ مقابل درست است؟



۱) فرمول شیمیایی بخش آنیونی سازندهٔ این ترکیب شیمیایی به صورت $C_{۱۸}H_{۳۰}SO_۳^-$ است.
۲) شمار الکترون‌های ناپیوندی موجود بر روی اتم‌های بخش آنیونی این ماده، با شمار الکترون‌های ناپیوندی در $SO_۳$ برابر است.
۳) در صورت ریختن مقداری از این ترکیب شیمیایی در محلول منیزیم کلرید، یک واکنش شیمیایی انجام شده و مقداری رسوب تشکیل می‌شود.
۴) تعداد پیوندهای اشتراکی دوگانهٔ موجود در بخش آنیونی این ترکیب، ۱/۵ برابر شمار پیوندهای دوگانه در مولکول $N_۲O_۵$ است.

۳۹- کدام مورد از عبارت‌های داده‌شده نادرست است؟

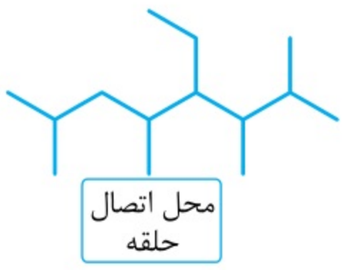
۱) پاک‌کننده‌های غیرصابونی، برخلاف صابون‌ها، از مواد پتروشیمیایی طی واکنش‌های پیچیده در صنعت تولید می‌شوند.

۲) میزان چسبندگی لکه‌ها و ذرات چربی به الیاف پلی‌استری، کم‌تر از چسبندگی آن‌ها به الیاف ساخته‌شده از پنبه است.

۳) در صورت افزایش دمای آب مورد استفاده برای شست‌وشو، قدرت پاک‌کننده‌های صابونی مورد استفاده افزایش پیدا می‌کند.

۴) ذرات موجود در کلوئیدها، درشت‌تر از ذرات موجود در محلول‌ها بوده و به همین خاطر است که کلوئیدها نور را پخش می‌کنند.

۴۰- جرم مولی یک پاک‌کنندهٔ غیرصابونی که فرمول ساختاری زنجیرهٔ هیدروکربنی متصل به حلقهٔ بنزنی آن به صورت مقابل است، برابر با چند گرم می‌باشد؟ $(S = ۳۲ , Na = ۲۳ , O = ۱۶ , C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$



۱) ۳۷۸ ۲) ۳۸۲

۳) ۳۶۲ ۴) ۳۹۴

۴۱- فرمول شیمیایی یک پاک‌کنندهٔ غیرصابونی که بخش هیدروکربنی شامل یک حلقهٔ بنزنی و یک زنجیرهٔ هیدروکربنی سیرشده با ۱۴ اتم کربن می‌شود، به صورت ..... است و در صورت استفاده از این نوع پاک‌کننده‌ها برای شست‌وشوی لباس‌ها با آب دریا، ..... زمان استفاده از صابون‌ها، بر روی لباس لکه‌های سفیدرنگ برجای .....

۱) $C_{۲۰}H_{۳۵}SO_۳Na$ ـ برخلاف ـ نمی‌ماند. ۲) $C_{۲۰}H_{۳۳}SO_۳Na$ ـ برخلاف ـ نمی‌ماند.

۳) $C_{۲۰}H_{۳۳}SO_۳Na$ ـ همانند ـ می‌ماند. ۴) $C_{۲۰}H_{۳۵}SO_۳Na$ ـ همانند ـ می‌ماند.

۴۲- کدام موارد از عبارت‌های داده‌شده درست هستند؟

آ) مخلوطی از آب، صابون و روغن، پایدار بوده و ظاهر آن مشابه به ظاهر یک نمونه از محلول‌های همگن است.

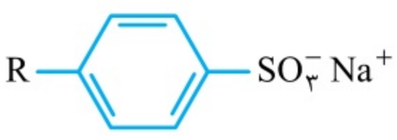
ب) در ساختار انواع پاک‌کننده‌های غیرصابونی، یک گروه با فرمول $SO_۴^{۲-}$ به قسمت هیدروکربنی متصل شده است.

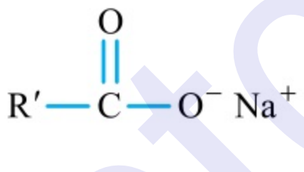
پ) در ساختار پاک‌کننده‌های غیرصابونی، هر اتم کربن حداقل به یک اتم هیدروژن توسط پیوند اشتراکی متصل شده است.

ت) با افزایش غلظت فراوان‌ترین کاتیون موجود در آب دریاها در یک نمونه از آب، قدرت پاک‌کنندگی صابون در آن آب، کاهش می‌یابد.

۱) (آ) ، (پ) و (ت) ۲) (ب) و (پ) ۳) (ب) و (ت) ۴) فقط (آ)

۴۳- تصاویر زیر، ساختار دو نوع پاک‌کننده با جرم مولی برابر را نشان می‌دهد. اگر شمار اتم‌های کربن موجود در ساختار بخش R'، ۱/۸ برابر شمار اتم‌های کربن موجود در ساختار بخش R باشد، تفاوت درصد جرمی اتم‌های اکسیژن در این دو ماده چه‌قدر است؟ $(S = ۳۲ , Na = ۲۳ , O = ۱۶ , C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$ و بخش‌های R' و R سیرشده هستند.)





۱) ۴/۵ ۲) ۵

۳) ۵/۴ ۴) ۶

پاک‌کننده‌های خورنده

۴۴- چند مورد از عبارت‌های زیر درست هستند؟

آ) پاک‌کننده‌های غیرصابونی، پس از صابون‌ها به بازار عرضه شده و می‌توان آن‌ها را در مقیاس انبوه و با قیمت مناسب تولید کرد.

ب) در هر یک از آنیون‌های سازندهٔ یک پاک‌کنندهٔ غیرصابونی به فرمول $C_{۱۶}H_{۲۵}SO_۳Na$، ۴۸ پیوند اشتراکی بین اتم‌ها وجود دارد.

پ) اگر یک پاک‌کنندهٔ غیرصابونی را در آب ریخته و مخلوط حاصل را به هم بزنیم، مولکول‌های آن در لابه‌لای مولکول‌های آب پخش می‌شوند.

ت) از پاک‌کننده‌های خورنده برای بازکردن لوله‌ها و مسیرهایی که در اثر ایجاد رسوب و تجمع چربی‌های جامد بسته شده، استفاده می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴۵- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) با مخلوط‌کردن محلول سدیم هیدروکسید و روغن زیتون در یک بشر و دادن حرارت به این مخلوط، می‌توان نوعی پاک‌کنندهٔ غیرصابونی را تهیه کرد.

۲) صابون، همانند محلول سدیم هیدروکسید خاصیت بازی داشته و با قراردادن کاغذ pH در مجاورت آن، رنگ کاغذ موردنظر قرمز می‌شود.

۳) مقدار ΔH واکنش میان سدیم هیدروکسید، آلومینیم و آب مثبت بوده و تولید گاز هیدروژن در این واکنش موجب افزایش قدرت پاک‌کنندگی آن می‌شود.

۴) از پاک‌کننده‌های صابونی مایع، برای زدودن چربی‌ها استفاده شده و این مواد شامل نمک پتاسیم یا آمونیوم اسیدهای چرب می‌شوند.

۴۶- کدام مورد از عبارت‌های زیر نادرست است؟

۱) محلول جوهرنمک، خاصیت بازی دارد و همانند سفیدکننده‌ها، از جمله پاک‌کننده‌های خورنده محسوب می‌شود.

۲) صابون‌ها، برخلاف پاک‌کننده‌های غیرصابونی، در صنایع وابسته به آب شور پاسخگوی نیاز انسان‌ها نیستند.

۳) از آب خالص به عنوان یک پاک‌کنندهٔ مناسب برای پاک‌کردن لباس‌های آغشته‌شده به وازلین نمی‌توان استفاده کرد.

۴) پاک‌کننده‌های خورنده از نظر شیمیایی فعال بوده و خاصیت خورندگی دارند و به همین دلیل، نباید با پوست تماس داشته باشند.

۴۷- چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

آ) آلودگی‌ها و کثیفی‌هایی که به صورت رسوب بر روی سطوح گوناگون ته‌نشین می‌شوند را نمی‌توان به کمک پاک‌کننده‌های صابونی زدود.

ب) در واکنش مربوط به تهیهٔ صابون از روغن زیتون، به ازای تولید هر مول صابون، ۳ مول سدیم هیدروکسید مصرف می‌شود.

پ) مخلوط سود و آلومینیم در دستهٔ پاک‌کننده‌های خورنده قرار می‌گیرد و در واکنش با مولکول‌های آب، سبب تولید گاز هیدروژن می‌شود.

ت) صابون‌های جامد را می‌توان بر اثر گرم‌کردن روغن‌های حیوانی و طی واکنش آن‌ها با محلول سدیم هیدروکسید تهیه کرد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

افزودنی‌های صابون

۴۸- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) برای تهیهٔ صابون مراغه، چربی‌های گیاهی مثل روغن زیتون را با سود سوزآور وارد واکنش می‌کنند.

۲) صابون مراغه، همانند سود سوزآور خاصیت بازی دارد و از آن برای شست‌وشوی موهای چرب استفاده می‌شود.

۳) افزایش مقدار مواد شیمیایی موجود در انواع شوینده‌ها، احتمال بروز عوارض جانبی در زمان استفاده از آن‌ها را کاهش می‌دهد.

۴) به منظور از بین بردن جوش صورت و قارچ‌های پوستی، می‌توان انواع مواد شیمیایی فسفردار را به صابون‌ها اضافه کرد.

۴۹- چه تعداد از عبارت‌های داده‌شده نادرست هستند؟

آ) برای جلوگیری از تشکیل رسوب در آب‌های سخت و افزایش قدرت پاک‌کنندگی، می‌توان نمک‌های فسفات‌دار را به شوینده‌ها افزود.

ب) به منظور افزایش خاصیت ضدعفونی‌کنندگی و میکروب‌کشی صابون‌ها، می‌توان مواد شیمیایی کلردار را به آن‌ها اضافه کرد.

پ) صابون‌ها همهٔ انواع لکه‌ها را به یک اندازه از بین نمی‌برند و قدرت پاک‌کنندگی آن‌ها به مقدار صابون، دما و نوع آب و نوع پارچه بستگی دارد.

ت) استفادهٔ بیش از حد از شوینده‌ها و تنفس بخار آن‌ها، سبب بروز عوارض پوستی و بیماری‌های تنفسی و هورمونی می‌شود.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۵۰- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) برای جلوگیری از ایجاد لکه بر روی لباس‌ها در هنگام شست‌وشوی آن‌ها با آب سخت، می‌توان نمک کلسیم فسفات را به شوینده‌ها اضافه کرد.

۲) بنزن، یکی از مواد اولیهٔ مورد نیاز برای تولید پاک‌کننده‌های غیرصابونی است که به طور مستقیم در نفت خام یافت می‌شود.

۳) افزودن آنزیم به پاک‌کننده‌های صابونی، همانند استفاده از آب گرم برای شست‌وشو، قدرت پاک‌کنندگی صابون را افزایش می‌دهد.

۴) برای تهیهٔ یک کلوئید پایدار از آب و روغن، می‌توان مقداری صابون را به مخلوط ناهمگن آب و روغن اضافه کرد.

۵۱- کدام مورد از عبارت‌های داده‌شده نادرست است؟

۱) با اضافه‌کردن مقداری پتاسیم فسفات به مخلوطی از آب و صابون، ذرات سازندهٔ صابون شروع به تشکیل رسوب می‌کنند.

۲) برای تهیهٔ معروف‌ترین صابون سنتی ایران، از چربی‌های جانوری مثل پیه گوسفند به عنوان مادهٔ اولیه استفاده می‌شود.

۳) به هر میزان که یک شوینده محتوی مواد شیمیایی بیشتری باشد، احتمال ایجاد عوارض جانبی توسط آن نیز بیشتر خواهد بود.

۴) برای زدودن رسوب تشکیل‌شده بر روی دیوارهٔ کتری، به پاک‌کننده‌ای نیاز است که بتواند با این رسوب واکنش شیمیایی بدهد.

۵۲- در یک نمونه از آب سخت با چگالی $1/2\ g.mL^{-1}$، درصد جرمی یون‌های کلسیم و منیزیم با یکدیگر برابر است. اگر برای خارج‌کردن یون‌های منیزیم و کلسیم موجود در هر لیتر از این نمونهٔ آب، به ۷/۶ گرم یون فسفات نیاز داشته باشیم، درصد جرمی یون کلسیم در این نمونه از آب کدام است؟ $(Ca = 40 , P = 31 , Mg = 24 , O = 16 : g.mol^{-1})$

۱) ۰/۳ ۲) ۰/۲۴ ۳) ۰/۴۸ ۴) ۰/۱۵

بخش ۲ خواص اسیدها و بازها

ویژگی‌های کلی اسیدها و بازها

هر روز، در بخش‌های مختلف زندگی روزمره، مقادیر متفاوتی از مواد شیمیایی گوناگون مصرف می‌شوند که در اغلب آن‌ها اسیدها و بازها نقش مهمی دارند. اسیدها مزهٔ **ترش** دارند و در تماس با پوست، سبب ایجاد سوزش می‌شوند. برای نمونه، دلیل سوزش معده که درد شدیدی در ناحیهٔ سینه ایجاد می‌کند، برگشت مقداری از محتویات اسیدی معده به لولهٔ مری است. اسیدها با اغلب فلزها واکنش داده و طی این فرایند، گاز **هیدروژن** تولید می‌شود. بازها نیز مزهٔ **تلخ** داشته و در سطح پوست، همانند صابون احساس لیزی ایجاد می‌کنند و برخی از آن‌ها نیز سبب آسیب‌رساندن به پوست بدن می‌شوند.

چندنکته

- عملکرد بخش‌های مختلف بدن انسان، به میزان مواد اسیدی و بازی موجود در آن‌ها بستگی دارد.
- با ورود مواد غذایی به معده، یاخته‌های دیوارهٔ معده شروع به ترشح هیدروکلریک اسید ($HCl(aq)$) می‌کنند. هدف این یاخته‌ها از ترشح اسید، **کشتن جانداران ذره‌بینی و میکروب‌های موجود در غذا** و **فعال‌کردن آنزیم‌های گوارشی** برای تجزیهٔ مولکول‌های مواد غذایی است.
- از آن‌جا که آهک (مخلوطی از کلسیم اکسید و سایر ترکیبات کلسیم‌دار)، خاصیت **بازی** دارد، برای کاهش میزان اسیدی‌بودن خاک و افزایش pH آن، به خاک آهک می‌افزایند.
- اغلب میوه‌ها از جمله مرکبات، دارای اسید هستند و به همین خاطر، pH آن‌ها کم‌تر از ۷ است.
- اغلب داروها، ترکیب‌هایی با خاصیت اسیدی یا بازی هستند. به عنوان مثال، آسپرین یک مادهٔ دارویی با خاصیت اسیدی است.
- زندگی بسیاری از آبزیان به pH آب وابسته است. ورود فاضلاب‌های صنعتی به محیط زیست و آب‌ها، سبب تغییر pH آن‌ها و تهدید زندگی جانداران موجود در آن‌ها می‌شود.

تعریف علمی اسیدها و بازها

شواهد علمی نشان می‌دهند که پیش از شناخته‌شدن ساختار اسیدها و بازها، شیمی‌دان‌ها با ویژگی‌های هر کدام از این مواد و برخی از واکنش‌های میان آن‌ها آشنا بودند؛ اما توجیه رفتار اسیدها و بازها در شرایط مختلف، به یک مبنای علمی نیاز داشت. آرنیوس در زمان خود طی پژوهش‌هایی که بر روی **رسانایی الکتریکی محلول‌های آبی** انجام می‌داد، برای نخستین بار اسیدها و بازها را بر یک مبنای علمی توصیف کرد. براساس یافته‌های تجربی آرنیوس، هنگامی که اسیدها و بازها در آب حل می‌شوند، مقدار یون‌های موجود در آب را افزایش می‌دهند و به همین خاطر، محلول اسیدها و بازها رسانای جریان الکتریکی هستند.

براساس نظریهٔ آرنیوس، اسید ماده‌ای است که در آب حل می‌شود و طی انحلال خود، غلظت یون هیدروژن ($H^+(aq)$) را در محلول افزایش می‌دهد. به عنوان مثال، گاز هیدروژن کلرید ($HCl(g)$) یک اسید آرنیوس است؛ چرا که به هنگام انحلال در آب، براساس معادلهٔ $HCl(g) \xrightarrow{H_2O} Cl^-(aq) + H^+(aq)$، سبب تولید یون هیدروژن شده و غلظت این یون را در محلول افزایش می‌دهد.

در نظریهٔ آرنیوس، باز ماده‌ای است که در آب حل می‌شود و طی انحلال خود، غلظت یون هیدروکسید ($OH^-(aq)$) را در محلول افزایش می‌دهد. به عنوان مثال، سدیم هیدروکسید جامد ($NaOH(s)$)، یک باز آرنیوس به شمار می‌رود؛ چرا که به هنگام انحلال در آب، براساس معادلهٔ شیمیایی: $NaOH(s) \xrightarrow{H_2O} Na^+(aq) + OH^-(aq)$، سبب آزادشدن یون OH^- در محلول و افزایش غلظت آن می‌شود.

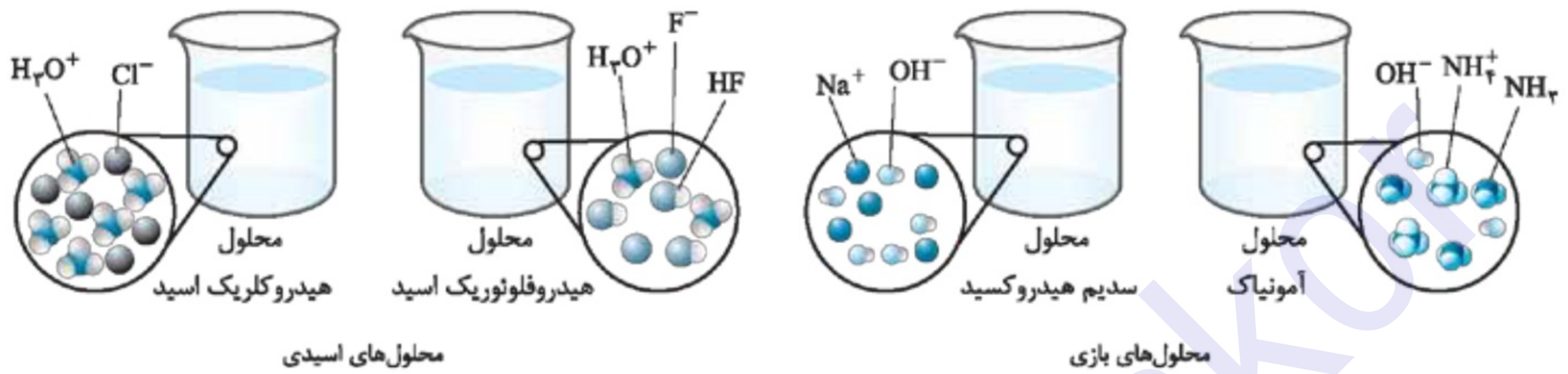
چندنکته

- در یک محلول آبی، هر چه‌قدر که غلظت یون هیدروژن ($H^+(aq)$) بیشتر باشد، آن محلول خاصیت اسیدی بیشتری دارد و هر چه‌قدر که غلظت یون هیدروکسید ($OH^-(aq)$) بیشتر باشد، آن محلول خاصیت بازی بیشتری دارد. بدیهی است که در چنین شرایطی، اگر غلظت یون‌های هیدروژن و هیدروکسید در یک سامانه با هم برابر باشد، آن سامانه حالت خنثی دارد.
- یون هیدروژن ($H^+(aq)$) ذره‌ای بسیار کوچک با چگالی بار بسیار زیاد است و به همین خاطر، در محلول‌های آبی با مولکول‌های آب (H_2O) وارد واکنش شده و یون هیدرونیوم ($H_3O^+(aq)$) را ایجاد می‌کند. البته توجه داریم که برای آسانی در نوشتار در منابع علمی، به جای نماد $H_3O^+(aq)$ از نماد $H^+(aq)$ برای نشان‌دادن یون هیدرونیوم استفاده می‌شود.

◀ هیدروژن کلرید $(HCl(g))$، گازی بی‌رنگ است که از مولکول‌های دواتمی تشکیل شده است. گاز هیدروژن کلرید، پس از انحلال در آب به یون‌های $H^+(aq)$ و $Cl^-(aq)$ تبدیل می‌شود و محلول هیدروکلریک اسید $(HCl(aq))$ را ایجاد می‌کند.

◀ همهٔ اسیدهای آرنیوس، الزاماً در ساختار خود اتم هیدروژن ندارند و همهٔ بازهای آرنیوس نیز الزاماً در ساختار خود یون هیدروکسید ندارند. به عنوان مثال، آمونیاک یک باز آرنیوس محسوب می‌شود که براساس واکنش: $NH_3(g) + H_2O(l) \rightarrow NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$، سبب افزایش غلظت یون هیدروکسید در آب می‌شود اما در ساختار مولکولی آن، یون هیدروکسید وجود ندارد.

تصاویر زیر نمونه‌هایی از محلول‌های اسیدی را به همراه ذرات حل‌شوندهٔ موجود در آن‌ها نشان می‌دهد.



◀ کاغذ pH در حالت عادی به رنگ زرد است. در صورت مجاورت این کاغذ با محلول‌های اسیدی، رنگ آن قرمز می‌شود و در صورت مجاورت آن با محلول‌های بازی، رنگ آن آبی می‌شود.

اکسیدهای اسیدی و بازی

اکسیدهای حاصل از برخی عناصر، با مولکول‌های آب وارد واکنش شده و pH آب را تغییر می‌دهند. از آن‌جا که طی انحلال این مواد در آب، غلظت یون‌های $H^+(aq)$ و $OH^-(aq)$ در آب تغییر می‌کند، می‌توان آن‌ها را جزء اسیدها و بازهای آرنیوس به حساب آورد.

اکسیدهای فلزی را اکسیدهای بازی می‌نامند. این مواد طی واکنش با آب، سبب افزایش غلظت یون $OH^-(aq)$ در محلول شده و pH محلول را افزایش می‌دهند. به عنوان مثال، باریم اکسید (BaO)، سدیم اکسید (Na_2O) و کلسیم اکسید (آهک یا CaO)، براساس معادله‌های زیر با آب واکنش می‌دهند:

I) $BaO(s) + H_2O(l) \rightarrow Ba(OH)_2(aq) \rightarrow Ba^{2+}(aq) + 2OH^-(aq)$

II) $Na_2O(s) + H_2O(l) \rightarrow 2NaOH(aq) \rightarrow 2Na^+(aq) + 2OH^-(aq)$

III) $CaO(s) + H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2(aq) \rightarrow Ca^{2+}(aq) + 2OH^-(aq)$

نکتهٔ ترکیبی: آهک (CaO)، یکی از اصلی‌ترین اجزای سازندهٔ سیمان است؛ بنابراین سیمان خاصیت بازی دارد. خاصیت بازی سیمان باعث شده است که در هنگام ساختمان‌سازی، در محل‌هایی که سیمان یا گچ وجود دارد تا مدت‌ها گیاهی رشد نکند.

اکسیدهای نافلزی را اکسیدهای اسیدی می‌نامند. این مواد طی واکنش با آب، سبب افزایش غلظت یون $H^+(aq)$ در محلول شده و pH محلول را کاهش می‌دهند. به عنوان مثال، دی‌نیتروژن پنتااکسید (N_2O_5)، کربن دی‌اکسید (CO_2) و گوگرد تری‌اکسید (SO_3)، در دستهٔ اکسیدهای اسیدی قرار دارند و براساس معادله‌های زیر با آب واکنش می‌دهند.

I) $N_2O_5(s) + H_2O(l) \rightarrow 2HNO_3(aq) \rightarrow 2H^+(aq) + 2NO_3^-(aq)$

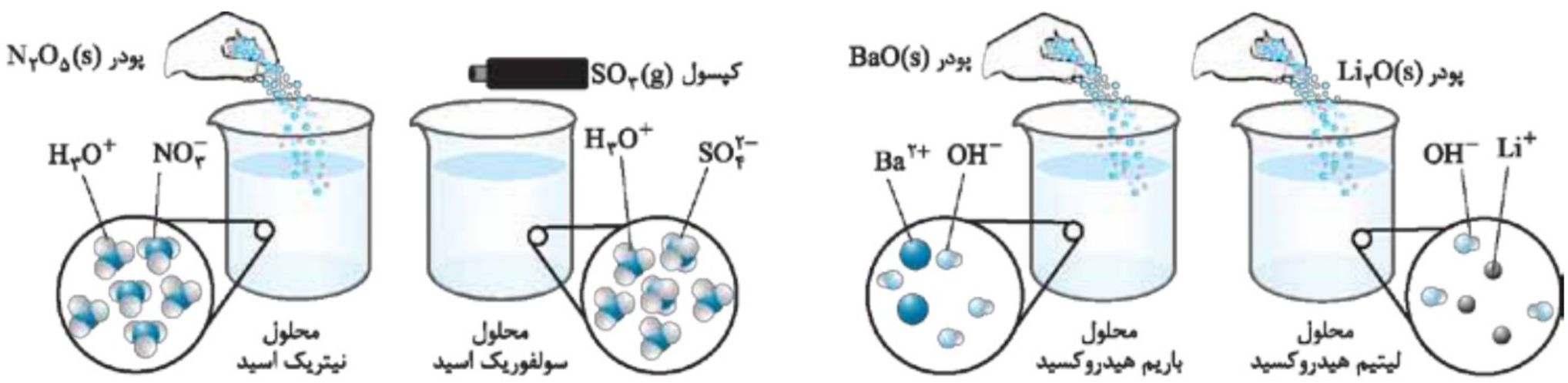
II) $CO_2(g) + H_2O(l) \rightarrow H_2CO_3(aq) \rightarrow H^+(aq) + HCO_3^-(aq)$

III) $SO_3(g) + H_2O(l) \rightarrow H_2SO_4(aq) \rightarrow 2H^+(aq) + SO_4^{2-}(aq)$

چندنکته

◀ pH محلول حاصل از انحلال اکسیدهای اسیدی در آب، کم‌تر از ۷ و pH محلول حاصل از انحلال اکسیدهای بازی در آب، بیشتر از ۷ است.

تصاویر زیر محلول‌های حاصل از انحلال برخی از این اکسیدها در آب را نشان می‌دهد.



- همهٔ اکسیدهای نافلزی، لزوماً اکسید اسیدی به شمار نمی‌روند. به عنوان مثال، گاز نیتروژن مونوکسید یک اکسید نافلزی است اما در هنگام انحلال در آب، به صورت کاملاً مولکولی حل شده و با مولکول‌های آب وارد واکنش نمی‌شود.
- همهٔ اکسیدهای فلزی لزوماً خاصیت بازی ندارند. به عنوان مثال، آهن (III) اکسید و آلومینیم اکسید خاصیت بازی نداشته و در آب حل نمی‌شوند.
- فلزهای واکنش‌پذیر با آب مثل سدیم و پتاسیم، همانند اکسیدهای فلزی، باز آرنیوس به‌شمار می‌روند؛ چرا که طی واکنش این فلزها با آب، یون هیدروکسید در محلول تولید می‌شود. به عنوان مثال، فلز سدیم براساس واکنش: $۲Na(s) + ۲H_۲O(l) \rightarrow ۲Na^+(aq) + ۲OH^-(aq) + H_۲(g)$ با آب واکنش می‌دهد.
- در مناطق صنعتی، مقداری از گازهای گوگرد تری‌اکسید و اکسیدهای نیتروژن در آب باران حل شده و سولفوریک اسید ($H_۲SO_۴$) و نیتریک اسید ($HNO_۳$) در این آب‌ها تولید می‌شوند. به خاطر وجود این مواد، آب باران در مناطق صنعتی خاصیت اسیدی پیدا کرده و pH آن کم‌تر از ۷ است.

در نقطهٔ مقابل، در آب باران‌های معمولی نیز مقداری گاز کربن دی‌اکسید حل شده و کربنیک اسید ($H_۲CO_۳$) را به وجود می‌آورد. به خاطر وجود این ماده، آب باران‌های معمولی نیز خاصیت اسیدی پیدا می‌کند اما میزان اسیدی‌بودن آن از میزان اسیدی‌بودن باران‌های اسیدی کم‌تر خواهد بود.

تست **۲/۱۶ g گاز دی‌نیتروژن پنتااکسید را در مقداری آب حل می‌کنیم. طی این فرایند، چند مول یون هیدروژن در محلول تولید می‌شود؟ ($O = ۱۶ , N = ۱۴ : g.mol^{-۱}$)**

۱) ۰/۰۱ ۲) ۰/۰۲ ۳) ۰/۰۴ ۴) ۰/۰۸

پاسخ **گزینهٔ «۳»** گاز دی‌نیتروژن پنتااکسید ($N_۲O_۵$) براساس معادلهٔ زیر با مولکول‌های آب واکنش می‌دهد:

$$N_۲O_۵(g) + H_۲O \rightarrow ۲HNO_۳(aq) \rightarrow ۲H^+(aq) + ۲NO_۳^-(aq)$$

براساس معادلهٔ این واکنش، شمار مول‌های یون هیدروژن حاصل را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,mol\,H^+ = ۲/۱۶\,g\,N_۲O_۵ \times \frac{۱\,mol\,N_۲O_۵}{۱۰۸\,g\,N_۲O_۵} \times \frac{۲\,mol\,H^+}{۱\,mol\,N_۲O_۵} = ۰/۰۴\,mol$$

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

ویژگی اسیدها و بازها

۵۳- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) اغلب داروها، موادی با خاصیت اسیدی یا بازی هستند.

ب) اسیدهای خوراکی مزهٔ ترش داشته و بازها مزهٔ تلخ دارند.

پ) همهٔ میوه‌ها دارای اسید بوده و pH آن‌ها کم‌تر از ۷ است.

ت) اسیدها برخلاف بازها، در صورت تماس با پوست، به آن آسیب می‌رسانند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۵۴- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) برگشت مقداری از محتویات اسیدی معده به لولهٔ مری، سبب ایجاد سوزش معده و درد شدید در ناحیهٔ سینه می‌شود.

۲) اسیدها با همهٔ عناصر فلزی واکنش داده و مزهٔ ترش موجود در مواد غذایی و میوه‌ها به خاطر وجود این دسته از مواد است.

۳) آرنیوس نخستین کسی بود که اسیدها و بازها را بر مبنای یک تعریف علمی و به هنگام کارکردن بر روی محلول‌های آبی توصیف کرد.

۴) یاخته‌های دیوارهٔ معده، به منظور کشتن جانداران ذره‌بینی موجود در غذا و فعال‌کردن آنزیم‌های گوارشی، هیدروکلریک اسید ترشح می‌کنند.

۵۵- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) بازها مزهٔ تلخ داشته و همانند صابون‌ها، در سطح پوست احساس لیزی ایجاد می‌کنند.

ب) همهٔ پاک‌کننده‌های خورنده، خاصیت اسیدی داشته و از نظر شیمیایی فعال هستند.

پ) در مراحل تولید صابون مراغه، پیه گوسفند و یک محلول بازی را در دیگ‌های بزرگ با آب می‌جوشانند.

ت) از نوعی صابون سنتی می‌توان برای چرب‌کردن سطح سنگ‌ها در تنور نان سنگک استفاده کرد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۵۶- کدام مورد از مطالب زیر نادرست است؟

۱) برای افزایش میزان اسیدی‌بودن خاک‌ها و کاهش pH محیط، به آن‌ها آهک می‌افزایند.

۲) فاضلاب‌های صنعتی همانند شوینده‌های مختلف، در صورت ورود به محیط، سبب تغییر pH محیط می‌شوند.

۳) از پودر آلومینیم و سدیم هیدروکسید، برای بازکردن مجاری مسدودشده در وسایل و دستگاه‌های صنعتی استفاده می‌شود.

۴) نوع پارچه، دما، نوع آب و مقدار صابون مورد استفاده، جزء عوامل مؤثر بر قدرت پاک‌کنندگی صابون‌ها هستند.

تعریف علمی اسیدها و بازها

۵۷- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) پیش از آن‌که ساختار اسیدها و بازها شناخته شود، شیمی‌دان‌ها با برخی از واکنش‌های میان این مواد آشنا بودند.

۲) براساس یافته‌های تجربی سوانت آرنیوس، رسانایی الکتریکی همهٔ محلول‌های اسیدی یکسان است.

۳) خاصیت اسیدی محلول هیدروکلریک اسید را می‌توان به حضور یون‌های هیدرونیوم در این محلول نسبت داد.

۴) شمار الکترون‌های ناپیوندی در یون هیدرونیوم، با شمار این الکترون‌ها در مولکول‌های آمونیاک برابر است.

۵۸- چه تعداد از مطالب زیر درست است؟

آ) سدیم هیدروکسید جامد، یک باز آرنیوس به شمار می‌رود چرا که سبب افزایش غلظت یون هیدروکسید در آب می‌شود.

ب) طی انحلال گاز هیدروژن فلوئورید در آب، همهٔ مولکول‌های اسید حل‌شده به یون‌های H^+ و F^- تبدیل می‌شوند.

پ) بار مثبت یون‌های هیدرونیوم، فقط متعلق به یکی از اتم‌های هیدروژن موجود در ساختار این یون‌ها است.

ت) شمار پیوندهای اشتراکی موجود در هر مولکول SO_3، با شمار این پیوندها در هر یون هیدرونیوم برابر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۵۹- کدام‌یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟

۱) شمار اتم‌های هیدروژن موجود در هر مول یون هیدرونیوم، ۳ برابر شمار اتم‌های هیدروژن موجود در هر مول یون هیدروکسید است.

۲) سرکهٔ سفید و محلول جوهرنمک، برخلاف محلول سود و محلول صابون در آب، خاصیت اسیدی دارند.

۳) براساس واکنش: $NaH(aq) + H_2O(l) \rightarrow H_2(g) + NaOH(aq)$، سدیم هیدرید (NaH) یک اسید آرنیوس محسوب می‌شود.

۴) محلول حاصل از انحلال گاز هیدروژن فلوئورید در آب، همانند محلول آب نمک، نمونه‌ای از رسانای یونی به شمار می‌رود.

۶۰- چه تعداد از عبارت‌های داده‌شده درست است؟

آ) اگر غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید در یک سامانه برابر باشد، آن سامانه حالت خنثی دارد.

ب) محلول آبی هیدروکلریک اسید، برخلاف محلول‌های آبی بازها، رسانای جریان الکتریسیته است.

پ) یک نمونهٔ جامد از مولکول‌های بنزوئیک اسید، همانند گاز آمونیاک، یک اسید آرنیوس به شمار می‌رود.

ت) کاغذ pH در مجاورت با محلول آمونیاک، برخلاف محلول هیدروکلرید اسید، به رنگ آبی درمی‌آید.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶۱- کدام‌یک از مطالب زیر، در رابطه با گاز هیدروژن کلرید نادرست است؟

۱) طی انحلال هر مول از مولکول‌های این ترکیب شیمیایی در آب، ۲ مول یون در محلول تولید می‌شود.

۲) عناصر سازندهٔ این ترکیب شیمیایی، در دمای اتاق با سرعت زیادی با یکدیگر واکنش داده و آن را تولید می‌کنند.

۳) با قرارگرفتن مولکول‌های آن در یک میدان الکتریکی، اتم‌های کلر به سمت قطب مثبت جهت‌گیری پیدا می‌کنند.

۴) برخلاف سدیم هیدروکسید جامد، یک اسید آرنیوس بوده و سبب افزایش غلظت یون هیدرونیوم در محلول می‌شود.

۶۲- چه تعداد از مطالب زیر نادرست است؟

آ) با حل‌شدن مقادیر برابر از اسیدهای مختلف در آب، مقدار یون‌های موجود در آب به یک میزان افزایش پیدا می‌کند.

ب) تمام عناصر موجود در ساختار پاک‌کننده‌های صابونی، در ساختار مولکول‌های روغن زیتون نیز یافت می‌شود.

پ) در یک محلول آبی، به هر میزان که غلظت یون هیدروکسید بیشتر باشد، آن محلول خاصیت بازی بیشتری دارد.

ت) از پاک‌کننده‌های حاوی پودر آلومینیم و $NaOH(s)$، می‌توان برای بازکردن لوله‌های مسدودشده با چربی‌ها استفاده کرد.

ث) افزودن نمک‌های فسفات به پاک‌کننده‌های صابونی، از تشکیل رسوب توسط آن‌ها و ایجاد لکه جلوگیری می‌کنند.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

اکسیدهای اسیدی و بازی

۶۳- کدام مورد از عبارت‌های زیر درست است؟

۱) طی انحلال پتاسیم اکسید در آب، برخلاف انحلال پاک‌کننده‌های صابونی در آب، محیط موردنظر خاصیت بازی پیدا می‌کند.

۲) براساس واکنش: $N_2O_5(s) + H_2O(l) \rightarrow 2H^+(aq) + 2NO_3^-(aq)$، دی‌نیتروژن پنتااکسید جامد یک اسید آرنیوس است.

۳) خاصیت بازی محلول یک مولار آمونیاک را می‌توان به حضور یون‌های $NH_4^+(aq)$ در محلول موردنظر نسبت داد.

۴) با انحلال هر مول سدیم اکسید در آب خالص، یک مول یون هیدروکسید در محلول موردنظر آزاد می‌شود.

۶۴- چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

آ) کلسیم اکسید یا آهک، یک اکسید اسیدی است که طی انحلال در آب، سبب کاهش pH محلول می‌شود.

ب) آب گازدار، خاصیت اسیدی داشته و در صورت مجاورت کاغذ pH با آن، رنگ کاغذ قرمز می‌شود.

پ) سدیم، همانند سدیم هیدروکسید و سدیم اکسید، در صورت واردشدن به آب، pH محلول را افزایش می‌دهد.

ت) از صابون گوگرددار، برای از بین بردن جوش صورت و هم‌چنین قارچ‌های پوستی استفاده می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

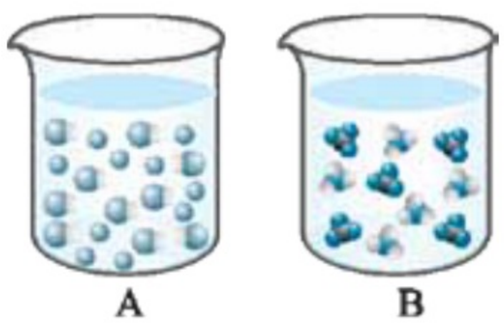
۶۵- ۴ لیتر گاز دی‌نیتروژن پنتااکسید را در دمای $117\ ^\circ C$ و فشار ۲ اتمسفر، در ۴ لیتر آب حل می‌کنیم. طی این فرایند، چند مول یون هیدروژن در محلول تولیدشده و مجموع غلظت مولی یون‌های موجود در محلول به چند $mol.L^{-1}$ می‌رسد؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.)

۱) ۰/۲۵ ـ ۰/۲۵ ۲) ۰/۵ ـ ۰/۵ ۳) ۰/۲۵ ـ ۰/۵ ۴) ۰/۵ ـ ۰/۲۵

۶۶- ۴۰ لیتر گاز نیتروژن دی‌اکسید را به همراه مقدار کافی گاز اکسیژن در آب حل کرده تا براساس معادلهٔ موازنه‌نشدهٔ $NO_2(g) + H_2O(l) + O_2(g) \rightarrow HNO_3(aq)$ به طور کامل واکنش بدهند. در صورت ثابت‌ماندن دما و فشار محیط، از واکنش میان محلول حاصل از این فرایند با مقدار کافی منیزیم، چند لیتر گاز هیدروژن تولید می‌شود؟

۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۲۰ ۴) ۴۰

۶۷- مقداری از دی‌نیتروژن پنتااکسید و لیتیم اکسید را به طور مجزا در حجم‌های برابری از آب خالص حل می‌کنیم. اگر محلول‌های حاصل از این فرایند، به صورت مقابل باشند، جرم دی‌نیتروژن پنتااکسید حل‌شده چند برابر جرم لیتیم اکسید حل‌شده است؟ $(O = 16 , N = 14 , Li = 7 : g.mol^{-1})$



۱) ۱/۸ ۲) ۳/۶
۳) ۱/۲ ۴) ۲/۴

۶۸- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) در ساختار مولکولی همهٔ ترکیب‌هایی که اسید آرنیوس به شمار می‌روند، حتماً اتم هیدروژن وجود دارد.

ب) گاز نیتروژن مونوکسید، برخلاف گاز کربن مونوکسید، یک اکسید اسیدی بوده و pH محلول را کاهش می‌دهد.

پ) صابون‌های جامد را می‌توان نمک پتاسیم و یا آمونیوم حاصل از اسیدهای چرب دانست.

ت) رنگ کاغذ pH در محلولی از آمونیاک، مشابه به رنگ آن در محلول حاصل از انحلال سدیم اکسید در آب است.

ث) هنگامی که ذرات صابون وارد آب می‌شوند، به کمک سر آب‌دوست خود در آن حل‌شده و پخش می‌شوند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶۹- جرم‌های برابری از گازهای گوگرد تری‌اکسید و دی‌نیتروژن پنتااکسید را به طور مجزا در حجم‌های برابری از آب خالص حل می‌کنیم. غلظت مولی آنیون تولیدشده در محلول حاصل از انحلال گاز گوگرد تری‌اکسید در آب، چند برابر غلظت مولی آنیون تولیدشده در محلول دیگر است؟ $(S = 32 , O = 16 , N = 14 : g.mol^{-1})$

۱) ۱/۳۵ ۲) ۰/۶۷۵ ۳) ۰/۷۴ ۴) ۱/۴۸

۷۰- مخلوطی به جرم ۴۰ گرم از سدیم اکسید و لیتیم اکسید را در مقداری آب حل کرده و حجم محلول را به ۴ لیتر می‌رسانیم. اگر غلظت یون هیدروکسید در محلول حاصل از این فرایند برابر با $0/4\ mol.L^{-1}$ باشد، درصد جرمی لیتیم اکسید در مخلوط جامد اولیه کدام است؟ $(Na = 32 , O = 16 , Li = 7 : g.mol^{-1})$

۱) ۷۷/۵ ۲) ۲۲/۵ ۳) ۶۲/۵ ۴) ۳۷/۵

۷۱- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) اکسیدهای حاصل از همهٔ عناصر نافلزی، اسید آرنیوس به حساب آمده و سبب کاهش pH محلول‌ها می‌شوند.

۲) گاز تولیدشده در اثر واکنش پودر آلومینیم، پودر سدیم هیدروکسید و آب، مشابه گاز تولیدشده در اثر واکنش سدیم و آب است.

۳) هنگام ساختمان‌سازی در جایی که مقداری سیمان یا گچ وجود دارد، خاک خاصیت اسیدی ایجاد شده و تا مدت‌ها گیاهی رشد نمی‌کند.

۴) عنصری که آرایش الکترونی آن به صورت $[Ne]3s^2\ 3p^1$ است، در ترکیب با عنصر اکسیژن، یک اکسید بازی را به وجود می‌آورد.

۷۲- چه تعداد از مطالب زیر درست است؟

آ) گاز کربن دی‌اکسید، یک اسید آرنیوس بوده و آب باران، به خاطر حضور این ماده خاصیت اسیدی و pH زیر ۷ دارد.

ب) در صورت آغشته‌کردن یک قطعه کاغذ pH به محلول حاوی باریم اکسید، کاغذ موردنظر به رنگ قرمز درمی‌آید.

پ) برای تهیهٔ صابون مراغه، به ازای تولید هر مول صابون، یک لیتر محلول ۳ مولار سدیم هیدروکسید مصرف می‌شود.

ت) اکسید حاصل از عنصری که در تناوب سوم و گروه شانزدهم از جدول تناوبی جای دارد، یک اسید آرنیوس است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

بخش ۳ تعادل های شیمیایی

برگشت‌پذیری در واکنش‌ها

از شیمی دهم به یاد داریم که واکنش‌های شیمیایی را به طور کلی به دو دستهٔ برگشت‌ناپذیر و برگشت‌پذیر تقسیم‌بندی می‌کنند. در واکنش‌های برگشت‌ناپذیر، فقط واکنش‌دهنده‌ها می‌توانند به فراورده‌ها تبدیل شوند در حالی که در این واکنش‌ها امکان تبدیل فراورده‌ها به واکنش‌دهنده‌ها وجود ندارد. به عبارتی، این واکنش‌ها فقط در جهت رفت انجام می‌شوند. در نقطهٔ مقابل، واکنش‌های برگشت‌پذیر وجود دارند که در آن‌ها امکان انجام‌شدن واکنش‌های رفت و برگشت به صورت هم‌زمان وجود دارد. در واقع، در این واکنش‌ها علاوه بر این‌که واکنش‌دهنده‌ها می‌توانند به فراورده‌ها تبدیل شوند، فراورده‌ها نیز می‌توانند به واکنش‌دهنده‌ها تبدیل شوند.

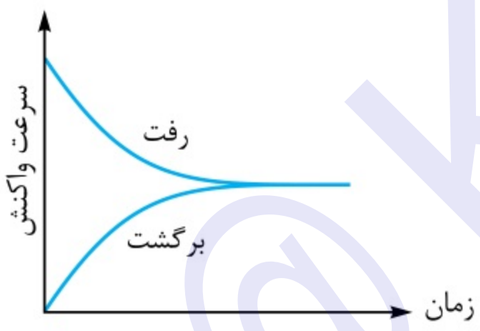
رچندنکته

- واکنش‌های برگشت‌ناپذیر را با نماد ($\rightarrow$) و واکنش‌های برگشت‌پذیر را با نماد ($\rightleftharpoons$) نشان می‌دهند.
- واکنش سوختن هیدروکربن‌ها و سایر مواد، نمونه‌ای از واکنش‌های برگشت‌ناپذیر است. واکنش تبدیل گاز اوزون به اکسیژن ($2O_3 \rightleftharpoons 3O_2$)، فرایند هابر ($N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$) و واکنش‌های انجام‌شده در باطری‌های قابل شارژ، نمونه‌هایی از واکنش‌های برگشت‌پذیر هستند.
- حضور هم‌زمان واکنش‌دهنده و فراورده‌ها در مخلوط واکنش را می‌توان نشان از برگشت‌پذیربودن واکنش موردنظر دانست.

برقراری تعادل

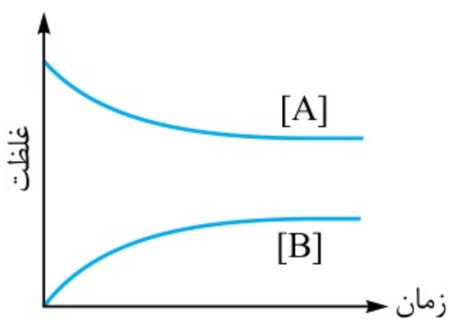
اگر در واکنش‌های برگشت‌پذیر، واکنش‌های رفت و برگشت به صورت هم‌زمان و با سرعت‌های برابر انجام شوند، مقدار فراورده‌ها و واکنش‌دهنده‌ها ثابت باقی می‌ماند و در سامانهٔ موردنظر تعادل برقرار می‌شود. در لحظهٔ برقراری تعادل، سرعت تولید هر ماده با سرعت مصرف آن برابر است و به همین خاطر، مقدار هر ماده در سامانه ثابت می‌ماند و چنین به نظر می‌رسد که واکنش موردنظر متوقف شده است.

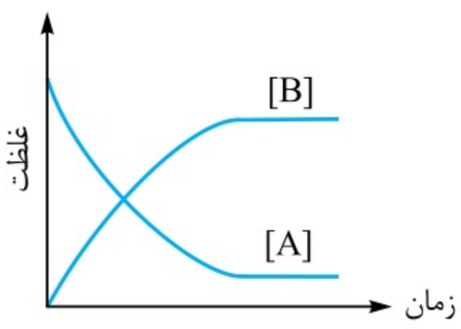
به عنوان مثال، فرض کنید واکنش برگشت‌پذیر $2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)$ را با واردکردن مقداری گاز SO_3 به یک ظرف آغاز می‌کنیم. در این حالت، چون فقط مولکول‌های واکنش‌دهنده در ظرف حضور دارند، فقط واکنش رفت انجام می‌شود. به مرور زمان، تعدادی از مولکول‌های SO_3 تجزیه شده و غلظت این ماده به تدریج در ظرف واکنش کاهش می‌یابد در حالی که مولکول‌های فراورده در حال تولیدشدن هستند و غلظت آن‌ها در ظرف واکنش به تدریج افزایش می‌یابد. کاهش تدریجی غلظت واکنش‌دهنده‌ها به تدریج موجب کاهش سرعت واکنش رفت و افزایش تدریجی غلظت فراورده‌ها به تدریج موجب افزایش سرعت واکنش برگشت می‌شود.

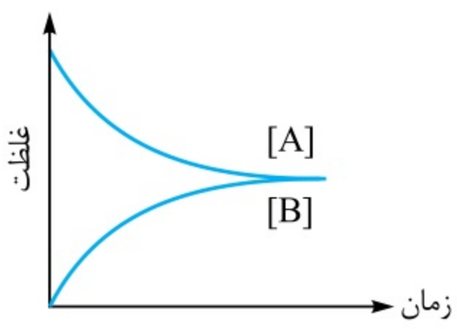


سرانجام لحظه‌ای فرا می‌رسد که در آن سرعت واکنش‌های رفت و برگشت برابر شده و از آن لحظه به بعد، غلظت هر یک از گازهای O_2، SO_2 و SO_3 در ظرف موردنظر به یک مقدار ثابت می‌رسد. در این شرایط، غظت هر ماده را غلظت تعادلی آن ماده نامند. نمودار مقابل، روند تغییر سرعت واکنش‌های رفت و برگشت را تا لحظهٔ برقراری تعادل در این سامانه نشان می‌دهد.

رنکته در لحظهٔ برقراری تعادل، غلظت واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها ثابت می‌ماند اما هیچ لزومی به یکسان‌بودن غلظت آن‌ها در لحظهٔ برقراری تعادل وجود ندارد. به عنوان مثال، در واکنش تعادلی $A \rightleftharpoons B$، ممکن است در لحظهٔ تعادل، غلظت مادهٔ A، ۱۰ برابر غلظت B باشد. هر یک از نمودارهای غلظت ـ زمان زیر را می‌توان به روند تغییر غلظت مواد شرکت‌کننده در این سامانهٔ شیمیایی تا لحظهٔ برقراری تعادل نسبت داد.







رنکته هر چند که در لحظهٔ برقراری تعادل، سرعت واکنش‌های رفت و برگشت با هم برابر است، اما سرعت تولید یا مصرف هر ماده در این شرایط، هم‌چنان به ضریب استوکیومتری آن ماده بستگی دارد.

تست زیر رو بخون تا بفهمی چی به چی شد.

تست **تعادل شیمیایی $2N_2O_5(g) \rightleftharpoons 4NO_2(g) + O_2(g)$، در یک ظرف ۲ لیتری برقرار است. در این شرایط، سرعت متوسط تولید گاز NO_2 چند برابر سرعت متوسط تولید گاز N_2O_5 است؟**

۱) ۱ ۲) ۰/۵ ۳) ۰/۲۵ ۴) ۲

پاسخ **گزینهٔ «۴»** واکنش‌های رفت و برگشت در این فرایند به ترتیب به صورت $2N_2O_5 \rightarrow 4NO_2 + O_2$ و $4NO_2 + O_2 \rightarrow 2N_2O_5$ است. در هنگام تعادل، سرعت واکنش رفت ($\bar{R}_{رفت}$) با سرعت واکنش برگشت ($\bar{R}_{برگشت}$) با هم برابر است؛ پس داریم:

$$\bar{R}_{رفت} = \bar{R}_{برگشت} \Rightarrow \begin{cases} \frac{\bar{R}_{NO_2\ تولید}}{4} = \bar{R}_{رفت} \Rightarrow \bar{R}_{NO_2\ تولید} = 4 \times \bar{R}_{رفت} \\ \frac{\bar{R}_{N_2O_5\ تولید}}{2} = \bar{R}_{برگشت} \Rightarrow \bar{R}_{N_2O_5\ تولید} = 2 \times \bar{R}_{برگشت} \end{cases} \Rightarrow \frac{\bar{R}_{NO_2\ تولید}}{\bar{R}_{N_2O_5\ تولید}} = 2$$

ثابت تعادل

برای یک واکنش تعادلی، در یک دمای معین، نسبت حاصل‌ضرب غلظت تعادلی فراورده‌های گازی یا محلول، هر یک به توان ضریب استوکیومتری آن‌ها به حاصل‌ضرب غلظت تعادلی واکنش‌دهنده‌های گازی یا محلول، هر یک به توان ضریب استوکیومتری آن‌ها، همواره مقدار ثابتی است. به این مقدار ثابت، به اصطلاح ثابت تعادل گفته می‌شود. براساس این قانون، برای واکنش: $aA(g) + bB(g) \rightleftharpoons cC(g) + dD(g)$، مقدار ثابت تعادل ($K$) برابر می‌شود با:

$$K = \frac{[C]^c . [D]^d}{[A]^a . [B]^b}$$

همان‌طور که گفتیم، از بیان غلظت مواد جامد و مایع خالص در رابطهٔ ثابت تعادل خودداری می‌کنیم. به عنوان مثال، رابطهٔ ثابت تعادل برای واکنش: $H_2O(g) + C(s) \rightleftharpoons H_2(g) + CO(g)$ به صورت روبه‌رو است:

$$K = \frac{[CO].[H_2]}{[H_2O]}$$

تست **ثابت تعادل واکنش $HF(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons F^-(aq) + H_3O^-(aq)$، به کمک کدام‌یک از روابط زیر به دست می‌آید؟**

۱) $\frac{[F^-][H_3O^+]}{[H_2O][HF]}$ ۲) $\frac{[HF][H_2O]}{[H_3O^+][F^-]}$ ۳) $\frac{[H_3O^+][F^-]}{[HF]}$ ۴) $\frac{[HF]}{[F^-][H_3O^+]}$

پاسخ **گزینهٔ «۳»** توجه داریم که $H_2O(l)$ یک مایع خالص است و غلظت آن در رابطهٔ ثابت تعادل ذکر نمی‌شود.

چندنکته

- مقدار ثابت تعادل یک واکنش، فقط و فقط به دما بستگی دارد و غلظت مواد شرکت‌کننده در واکنش، تأثیری در مقدار آن ندارد. به عنوان مثال، غلظت تعادلی مواد شرکت‌کننده در واکنش $2SO_3(g) \rightleftharpoons O_2(g) + 2SO_2(g)$ در دو شرایط زیر را در نظر بگیرید:

ماده	O_2	SO_2	SO_3
غلظت تعادلی در واکنش I	۰/۲	۰/۲	۰/۴
غلظت تعادلی در واکنش II	۰/۸	۰/۴	۱/۶

$$\left.\begin{aligned} K_1 &= \frac{[SO_3]^2}{[O_2][SO_2]^2} = \frac{(0/4)^2}{0/2 \times (0/2)^2} = 20 \\ K_2 &= \frac{[SO_3]^2}{[O_2][SO_2]} = \frac{(1/6)^2}{0/8 \times (0/4)^2} = 20 \end{aligned}\right\} \Rightarrow K_1 = K_2$$

همان‌طور که مشخص است، مستقل از غلظت مواد شرکت‌کننده در واکنش، مقدار K برای این دو حالت یکسان است.

- اگر یک واکنش تعادلی را معکوس کنیم (جای فراورده‌ها و واکنش‌دهنده‌ها را عوض کنیم)، مقدار ثابت تعادل آن نیز معکوس می‌شود. به واکنش‌های زیر و رابطهٔ ثابت تعادل آن‌ها دقت کنید:

$$I)\ 2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)\ ;\ K_1 = \frac{[N_2O_4]}{[NO_2]^2} \quad , \quad II)\ N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)\ ;\ K_2 = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{1}{K_1}$$

- اگر یک واکنش تعادلی، حاصل‌جمع دو واکنش دیگر باشد، مقدار ثابت تعادل این واکنش برابر با حاصل‌ضرب ثابت تعادل‌های واکنش‌های سازندهٔ آن است.

به معادلهٔ واکنش‌های مقابل توجه کنید:

$$I)\ A(g)+B(g) \rightleftharpoons 2C(g)\ ;\ K_1=\frac{[C]^2}{[A][B]}$$

$$II)\ C(g)+E(g) \rightleftharpoons D(g)\ ;\ K_2=\frac{[D]}{[C][E]}$$

$$III)\ A(g)+B(g)+E(g) \rightleftharpoons C(g)+D(g)\ ;\ K_3=\frac{[C][D]}{[A][B][E]}=K_1.K_2$$

تست **اگر پس از برقراری تعادل $2HI(g) \rightleftharpoons H_2(g)+I_2(g)$ در یک ظرف ۲ لیتری، ۰/۳ مول گاز HI، ۰/۶ مول گاز I_2 و ۰/۲ مول گاز H_2 در ظرف واکنش وجود داشته باشد، مقدار ثابت تعادل این واکنش کدام است؟**

۱) ۰/۵ ۲) ۰/۷۵ ۳) ۲ ۴) ۱/۳

پاسخ **گزینهٔ «۲»** **گام اول:** غلظت هر یک از اجرای شرکت‌کننده در واکنش را محاسبه می‌کنیم.

$$[H_2]=\frac{\text{مول } H_2}{\text{حجم گاز}}=\frac{0/2}{2}=0/1 \qquad [I_2]=\frac{\text{مول } I_2}{\text{حجم گاز}}=\frac{0/6}{2}=0/3 \qquad [HI]=\frac{\text{مول HI}}{\text{حجم گاز}}=\frac{0/3}{2}=0/15$$

گام دوم: با توجه به غلظت هر ماده، مقدار ثابت تعادل را محاسبه می‌کنیم.

$$K=\frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}=\frac{(0/15)^2}{0/1\times 0/3}=0/75$$

تست **اگر ثابت تعادل واکنش: $2NOCl(g) \rightleftharpoons 2NO(g)+Cl_2(g)$، برابر با $0/9\ mol.L^{-1}$ بوده و غلظت تعادلی گازهای Cl_2 و NO در یک سامانهٔ در حال تعادل به ترتیب برابر با ۰/۴ و ۰/۹ مول بر لیتر باشد، غلظت تعادلی گاز NOCl در این سامانه کدام است؟**

۱) ۰/۲ ۲) ۰/۳ ۳) ۰/۶ ۴) ۰/۹

پاسخ **گزینهٔ «۳»** با توجه به رابطهٔ ثابت تعادل، غلظت تعادلی NOCl را محاسبه می‌کنیم.

$$K=\frac{[Cl_2][NO]^2}{[NOCl]^2} \Rightarrow 0/9=\frac{0/4\times(0/9)^2}{[NOCl]^2} \Rightarrow [NOCl]^2=0/36 \Rightarrow [NOCl]=0/6\ mol.L^{-1}$$

تست **واکنش: $2NO_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g)+O_2(g)$ را با واردکردن ۲ مول گاز نیتروژن دی‌اکسید به یک ظرف یک لیتری آغاز می‌کنیم. اگر در لحظهٔ برقراری تعادل، ۰/۵ مول گاز NO_2 در ظرف وجود داشته باشد، مقدار ثابت تعادل این واکنش کدام است؟**

۱) ۶/۷۵ ۲) ۹ ۳) ۳/۲۵ ۴) ۰/۷۵

پاسخ **گزینهٔ «۱»** از ابتدای واکنش تا لحظهٔ برقراری تعادل، ۱/۵ مول گاز NO_2 مصرف شده است. به کمک جدول زیر، مقدار هر یک از فراورده‌های تولیدشده را محاسبه می‌کنیم.

	$2NO_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g)+O_2(g)$		
غلظت اولیه	۲	۰	۰
تغییر غلظت	$-2x$	$+2x$	$+x$
غلظت تعادلی	$2-2x$	$2x$	x

$$\text{غلظت تعادلی } NO_2=2-2x \Rightarrow 0/5=2-2x \Rightarrow x=0/75$$

$$\text{غلظت تعادلی } NO=2x=1/5 \ ,\ \text{غلظت تعادلی } O_2=x=0/75$$

$$K=\frac{[O_2][NO]^2}{[NO_2]^2}=\frac{0/75\times(1/5)^2}{(0/5)^2}=6/75$$

تست **۳ مول گاز N_2O_5 را وارد یک ظرف ۲ لیتری می‌کنیم تا تعادل $2N_2O_5(g) \rightleftharpoons 4NO_2(g)+O_2(g)$ برقرار شود. اگر در لحظهٔ برقراری تعادل، مجموعاً ۶ مول مادهٔ گازی در ظرف وجود داشته باشد، مقدار ثابت تعادل این واکنش کدام است؟**

۱) ۱۶ ۲) ۳۲ ۳) ۱۸ ۴) ۳۶

پاسخ **گزینهٔ «۲»** **گام اول:** جدول زیر را در رابطه با مواد شرکت‌کننده در واکنش رسم می‌کنیم تا مقدار هر ماده را در حالت تعادل به دست بیاوریم.

	$2N_2O_5(g) \rightleftharpoons 4NO_2+O_2(g)$		
مقدار اولیه (mol)	۳	۰	۰
تغییر مقدار (mol)	$-2x$	$+4x$	$+x$
مقدار تعادلی (mol)	$3-2x$	$+4x$	x

مجموع تعداد مول‌های گازی در ظرف در حالت تعادل

$$=(3-2x)+(4x)+(x) \Rightarrow 6=3+3x \Rightarrow x=1$$

گام دوم: با توجه به مقدار x، در حالت تعادل، ۱ مول گاز N_2O_5 ، ۱ مول گاز O_2 و ۴ مول گاز NO_2 در ظرف وجود دارد. براساس حجم ظرف، غلظت تعادلی هر گونه را محاسبه می‌کنیم.

$$[NO_2] = \frac{\text{مول } NO_2}{\text{حجم ظرف}} = \frac{4}{2} = 2 \qquad [O_2] = \frac{\text{مول } O_2}{\text{حجم ظرف}} = \frac{1}{2} = 0/5 \qquad [N_2O_5] = \frac{\text{مول } N_2O_5}{\text{حجم ظرف}} = \frac{1}{2} = 0/5$$

گام سوم: براساس غلظت تعادلی هر گونه، مقدار ثابت تعادل واکنش را محاسبه می‌کنیم.

$$K = \frac{[NO_2]^4[O_2]}{[N_2O_5]^2} \Rightarrow K = \frac{2^4 \times 0/5}{(0/5)^2} = 32\ mol^3.L^{-3}$$

یکای ثابت تعادل

با دقت در رابطهٔ ثابت تعادل واکنش‌های مختلف، پی می‌بریم که یکای ثابت تعادل برای واکنش‌های مختلف یکسان نیست و ثابت تعادل هر واکنش، یکای مخصوص به خود را دارد. برای به دست آوردن یکای ثابت تعادل، می‌توانیم رابطهٔ ثابت تعادل مربوط به یک واکنش را بنویسیم و به جای غلظت مواد، یکای آن‌ها $(mol.L^{-1})$ را در این رابطه قرار بدهیم. به عنوان مثال، یکای ثابت تعادل واکنش موازنه‌شدهٔ $3H_2(g) + N_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ به صورت زیر به دست می‌آید:

$$K = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} \xrightarrow{\text{جای‌گذاری یکای غلظت به جای غلظت هر ماده}} \frac{(mol.L^{-1})^2}{(mol.L^{-1})(mol.L^{-1})^3} = (mol.L^{-1})^{-2} = L^2.mol^{-2}$$

یه راه دیگه: ابتدا تفاوت مجموع ضرایب استوکیومتری مواد گازی یا محلول در واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها (Δn) را براساس رابطهٔ زیر به دست آورده و پس از آن، یکای غلظت $(mol.L^{-1})$ را به توان آن می‌رسانیم.

$\Delta n =$ مجموع ضرایب استوکیومتری مواد گازی و محلول سمت راست ـ مجموع ضرایب استوکیومتری مواد گازی و محلول سمت چپ

$$\text{یکای } K = (mol.L^{-1})^{\Delta n}$$

به عنوان مثال، مقدار Δn برای واکنش $4H_2(g) + CS_2(g) \rightleftharpoons 2H_2S(g) + CH_4(g)$، برابر با -2 است؛ پس یکای ثابت تعادل برای این واکنش معادل با $(mol.L^{-1})^{-2} = L^2.mol^{-2}$ می‌شود.

نکته با توجه به روابط بالا، در صورتی که مجموع ضرایب استوکیومتری مواد گازی یا محلول در دو سمت واکنش با هم برابر باشد، مقدار Δn برابر صفر شده و در این حالت، ثابت تعادل واکنش موردنظر فاقد یکا خواهد بود. به طور مثال، ثابت تعادل واکنش: $2A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g) + D(g)$ فاقد یکا است.

تست **تعادل شیمیایی $3B \rightleftharpoons 2A$ در یک ظرف یک لیتری برقرار است. اگر ثابت تعادل این واکنش برابر $64\ L^2.mol^{-2}$ باشد، در لحظهٔ برقراری تعادل، چند مول از مادهٔ A در ظرف واکنش موجود است؟**

۱) ۰/۱۲۵ ۲) ۰/۲۵ ۳) ۰/۰۵ ۴) ۰/۶۲۵

پاسخ **گزینهٔ «۱»** از آن‌جا که حالت فیزیکی مواد شرکت‌کننده در این واکنش مشخص نیست، عبارت ثابت تعادل برای آن به یکی از شکل‌های زیر می‌تواند باشد:

$$\text{I) } K = \frac{[B]^3}{[A]^2} \qquad \text{II) } K = \frac{[B]^3}{1} \qquad \text{III) } K = \frac{1}{[A]^2}$$

از میان روابط بالا، فقط در حالتی که ثابت تعادل واکنش مطابق رابطهٔ (III) باشد، یکای ثابت تعادل معادل با $L^2.mol^{-2}$ می‌شود؛ پس ثابت تعادل این واکنش، به کمک رابطهٔ (III) به دست می‌آید.

$$K = \frac{1}{[A]^2} \Rightarrow 64 = \frac{1}{[A]^2} \Rightarrow [A]^2 = \frac{1}{64} \Rightarrow [A] = \frac{1}{8} = 0/125 \xrightarrow{V=1L} \text{شمار مول‌های A} = 0/125\ mol$$

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

برگشت‌پذیری و تعادل

۷۳- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) در واکنش‌های شیمیایی برگشت‌پذیر، ΔH واکنش برگشت، قرینهٔ ΔH واکنش رفت است.

۲) واکنش شیمیایی $2CO(g) + O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g)$ در دستهٔ واکنش‌های برگشت‌پذیر قرار دارد.

۳) در شرایط مناسب، واکنش‌های برگشت‌پذیر به طور هم‌زمان در هر دو جهت رفت و برگشت انجام می‌شوند.

۴) پس از برقراری تعادل شیمیایی $A(g) + 2B(g) \rightleftharpoons C(g)$ در یک ظرف دربسته، فشار گازها ثابت باقی می‌ماند.

۷۴- چه تعداد از مطالب زیر نادرست است؟

آ) واکنش‌های شیمیایی انجام‌شده در همهٔ انواع باتری‌ها، در دستهٔ واکنش‌های برگشت‌پذیر قرار می‌گیرند.

ب) حضور هم‌زمان واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها در مخلوط واکنش را می‌توان نشان از برگشت‌پذیربودن آن‌ها دانست.

پ) واکنش‌های رفت و برگشت در سامانه‌های تعادلی، به طور پیوسته و با سرعت‌های برابر در حال انجام‌شدن هستند.

ت) در واکنش‌های برگشت‌پذیر، همهٔ واکنش‌دهنده‌های واردشده به ظرف واکنش، به فراورده‌ها تبدیل نمی‌شوند.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۷۵- اگر در یک ظرف سربسته، ۲ مول ..... و ۱ مول O_2 با هم مخلوط شوند تا واکنش $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ انجام شود، با گذشت زمان و ..... تدریجی غلظت ....، سرعت مصرف واکنش‌دهنده‌ها، ..... می‌یابد.

۱) SO_2 ـ کاهش ـ واکنش‌دهنده‌ها ـ افزایش ۲) SO_3 ـ افزایش ـ واکنش‌دهنده‌ها ـ کاهش

۳) SO_3 ـ کاهش ـ فراورده‌ها ـ افزایش ۴) SO_2 ـ افزایش ـ واکنش‌دهنده‌ها ـ کاهش

۷۶- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) واکنش تبدیل گاز اوزون به گاز اکسیژن، برخلاف واکنش میان گازهای H_2 و N_2 در فرایند هابر، برگشت‌پذیر است.

۲) یک تعادل شیمیایی، از لحظه‌ای برقرار می‌شود که در آن سرعت متوسط تولید هر ماده با سرعت متوسط مصرف آن برابر باشد.

۳) در واکنش‌های تعادلی، از لحظهٔ شروع واکنش تا لحظهٔ برقراری تعادل، سرعت واکنش برگشت به مرور زمان کاهش پیدا می‌کند.

۴) در واکنش‌های تعادلی، غلظت تمام مواد شرکت‌کننده در واکنش، از لحظهٔ برقراری تعادل به بعد با هم برابر می‌شود.

۷۷- مقادیر برابری از گاز گوگرد تری‌اکسید و اکسیژن را وارد یک ظرف ۲ لیتری می‌کنیم تا تعادل $2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)$ برقرار شود. کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با این واکنش نادرست است؟

۱) در ابتدای کار، فقط واکنش رفت انجام‌شده و گاز گوگرد تری‌اکسید شروع به تجزیه‌شدن می‌کند.

۲) سرعت واکنش برگشت از ابتدای کار تا لحظهٔ برقراری تعادل به مرور افزایش پیدا می‌کند.

۳) در لحظهٔ برقراری تعادل، غلظت مولی گاز گوگرد دی‌اکسید دو برابر غلظت مولی گاز اکسیژن است.

۴) با گذشت زمان، فشار گازهای موجود در ظرف واکنش به مرور افزایش پیدا می‌کند.

۷۸- ۱ مول گاز آمونیاک را وارد یک ظرف ۳ لیتری می‌کنیم تا تعادل $2NH_3(g) \rightleftharpoons N_2(g) + 3H_2(g)$ برقرار شود. چه تعداد از مطالب زیر، در رابطه با این فرایند درست است؟ $(N = 14 , H = 1 : g.mol^{-1})$

آ) در لحظهٔ برقراری تعادل، سرعت متوسط تولید گاز هیدروژن با سرعت متوسط مصرف گاز آمونیاک برابر است.

ب) غلظت تعادلی گاز هیدروژن در ظرف واکنش، ۱/۵ برابر غلظت تعادلی گاز آمونیاک در این ظرف است.

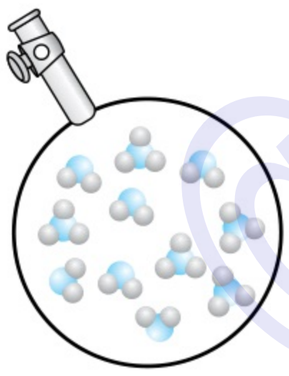
پ) در لحظهٔ برقراری تعادل، جرم گاز نیتروژن موجود در ظرف، بیشتر از جرم گاز هیدروژن موجود در آن است.

ت) از لحظهٔ برقراری تعادل به بعد، درصد حجمی هر گاز در ظرف واکنش به یک مقدار ثابت می‌رسد.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

ثابت تعادل

۷۹- چند مورد از مطالب زیر در رابطه با مخزن مقابل درست است؟



SO_3 SO_2

آ) در ابتدای کار، سرعت واکنش $2SO_2 + O_2 \rightarrow 2SO_3$ بیشتر از واکنش $2SO_3 \rightarrow O_2 + 2SO_2$ است.

ب) با گذشت زمان، مجموع تعداد مولکول‌های گازی موجود در این مخزن دربسته افزایش پیدا می‌کند.

پ) پس از برقراری تعادل در این ظرف، غلظت مولی گاز اکسیژن با غلظت مولی گاز SO_2 برابر می‌شود.

ت) مقدار ثابت تعادل این واکنش در دمای ثابت به مقدار اولیهٔ واکنش‌دهنده‌ها یا فراورده‌ها بستگی ندارد.

۱) ۱ ۲) ۲

۳) ۳ ۴) ۴

۸۰- اگر ۲ مول کلسیم کربنات در ظرف ۳ لیتری دربسته تا دمای $827\ ^\circ C$ گرم شود، شمار تقریبی مولکول‌های CO_2 موجود در ظرف، پس از برقراری تعادل $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g) ; K = 0/01\ mol.L^{-1}$ کدام است؟ *(سراسری تجربی ۹۱)*

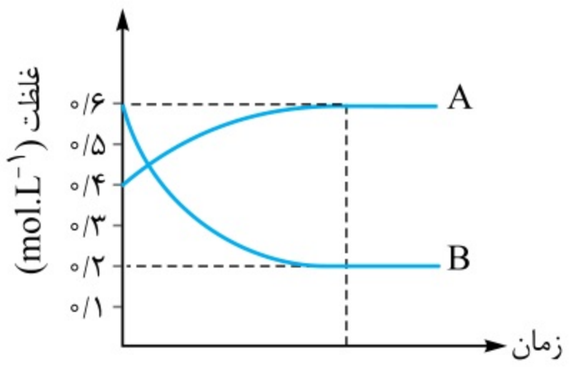
۱) $1/8 \times 10^{22}$ ۲) $1/8 \times 10^{23}$ ۳) 6×10^{21} ۴) 6×10^{22}

۸۱- مقداری بخار آب را با ۰/۶ مول گاز CO در سامانهٔ بستهٔ ۳ لیتری مخلوط کرده و گرم می‌کنیم تا تعادل گازی زیر برقرار شود. اگر در حالت تعادل، ۰/۳ مول گاز CO_2 در ظرف وجود داشته باشد، مقدار بخار آب در مخلوط اولیه برابر چند مول بوده است *(سراسری ریاضی خارج از کشور ۹۰)*

$$CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g) ; K = 10$$

۱) ۰/۱۱ ۲) ۰/۲۱ ۳) ۰/۳۳ ۴) ۰/۴۲

۸۲- مقداری از گازهای SO_3 و O_2 را وارد یک ظرف می‌کنیم تا تعادل $2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)$ برقرار شود. اگر نمودار مقابل مربوط به تغییر غلظت این گازها تا لحظهٔ برقراری تعادل در ظرف باشد، مقدار ثابت تعادل این واکنش کدام است؟



۱) ۱/۲
۲) ۲/۴
۳) ۱/۶
۴) ۰/۸

۸۳- تعادل $N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g)$ در یک ظرف دربسته برقرار است. اگر درصد حجمی گازهای نیتروژن و اکسیژن در این مخزن به ترتیب برابر با ۲۵٪ و ۴۵٪ باشد، مقدار ثابت تعادل این واکنش در شرایط موردنظر کدام است؟

۱) ۲/۵
۲) ۳/۲
۳) ۱/۲۵
۴) ۶/۴

۸۴- ۱۳۸ گرم گاز N_2O_4 را وارد یک ظرف ۵ لیتری می‌کنیم تا تعادل شیمیایی $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ برقرار شود. اگر در لحظهٔ برقراری تعادل $4/515 \times 10^{23}$ مولکول N_2O_4 در ظرف وجود داشته باشد، مقدار ثابت تعادل این واکنش کدام است؟ $(O = 16 , N = 14 : g.mol^{-1})$

۱) ۳
۲) ۹
۳) ۰/۶
۴) ۱/۶

۸۵- یک مول $NH_3(g)$ و یک مول $O_2(g)$ در یک ظرف یک لیتری دربسته، مطابق واکنش زیر، در دمای معین با هم مخلوط شده‌اند. اگر در حالت تعادل ۰/۲ مول $N_2(g)$ در مخلوط وجود داشته باشد، غلظت مولار کدام گاز از همه بیشتر بوده و ثابت تعادل به تقریب کدام است؟ *(سراسری تجربی ۹۲)*

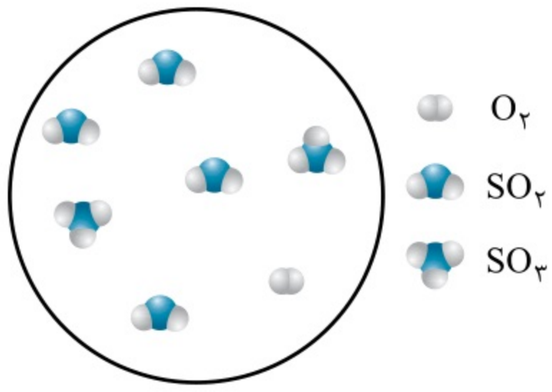
$$4NH_3(g) + 3O_2(g) \rightleftharpoons 2N_2(g) + 6H_2O(g)$$

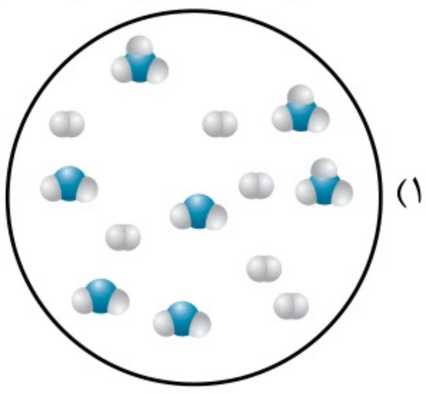
۱) بخار آب ـ ۰/۰۴۲
۲) بخار آب ـ ۰/۱۲۵
۳) اکسیژن ـ ۰/۰۴۲
۴) اکسیژن ـ ۰/۱۲۵

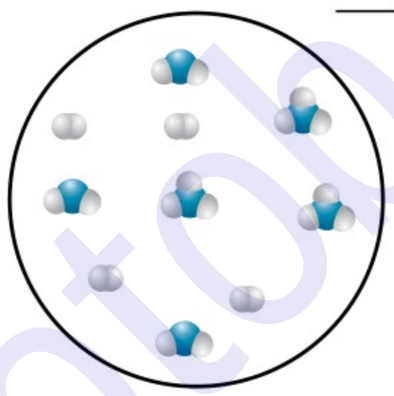
۸۶- در واکنش $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$، اگر در لحظهٔ برقراری تعادل، جرم NO_2 موجود در ظرف با جرم N_2O_4 موجود برابر باشد، مقدار عددی ثابت تعادل با یکای $mol.L^{-1}$، ..... است.

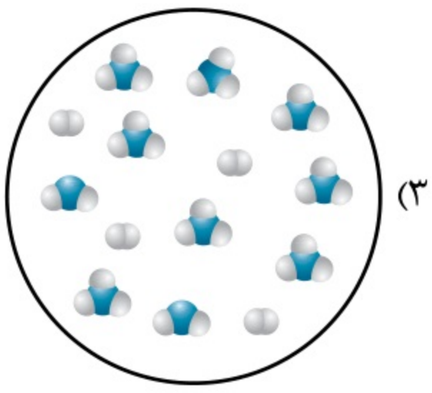
۱) برابر با ۴
۲) برابر با ۲
۳) ۴ برابر غلظت مولی NO_2
۴) ۴ برابر غلظت مولی N_2O_4

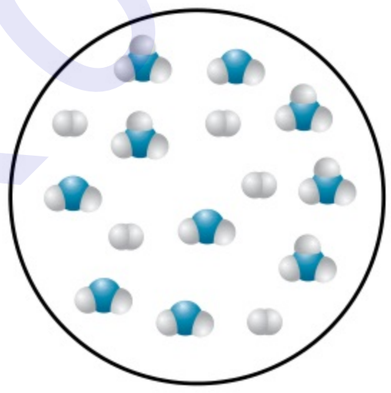
۸۷- تعادل $2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)$ در ظرف مقابل در دمای $25\ ^\circ C$ برقرار است. در این دما، غلظت گازهای موجود در کدام‌یک از ظرف‌های زیر به مرور زمان تغییر نمی‌کند؟



۱)


۲)


۳)


۴)


۸۸- ۲/۴۸ مول گاز N_2 را با ۱/۶۸ مول گاز O_2 در یک ظرف دو لیتری دربسته مخلوط و گرم می‌کنیم تا تعادل شیمیایی گازی $N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g)$ برقرار شود. اگر در حالت تعادل ۰/۰۸ مول گاز NO در مخلوط وجود داشته باشد، ثابت تعادل این واکنش کدام است؟ *(سراسری ریاضی ۹۰)*

۱) $1/6 \times 10^{-4}$
۲) $1/6 \times 10^{-3}$
۳) $1/8 \times 10^{-3}$
۴) $1/8 \times 10^{-4}$

۸۹- واکنش تعادلی $2NO(g) \rightleftharpoons N_2(g) + O_2(g)$ در یک مخزن دربسته برقرار است. اگر درصد جرمی گازهای نیتروژن و اکسیژن در این مخزن به ترتیب برابر با ۲۱٪ و ۶۴٪ باشد، مقدار ثابت تعادل این واکنش در شرایط موردنظر کدام است؟ $(O = 16 , N = 14 : g.mol^{-1})$

۱) ۴
۲) ۱۵
۳) ۶
۴) ۸

۹۰- ۳۲۰ g گرم گوگرد تری‌اکسید و ۶۴ g گاز اکسیژن را وارد یک ظرف یک لیتری می‌کنیم تا تعادل $2SO_3(g) \rightleftharpoons O_2(g) + 2SO_2(g)$ در این ظرف برقرار شود. اگر در لحظهٔ برقراری تعادل، جرم گازهای اکسیژن و گوگرد دی‌اکسید موجود در ظرف برابر باشد، مقدار ثابت تعادل کدام است؟ $(S = 32 , O = 16 : g.mol^{-1})$

۱) ۱۲
۲) ۰/۶۶
۳) ۱/۵
۴) ۰/۰۸۳

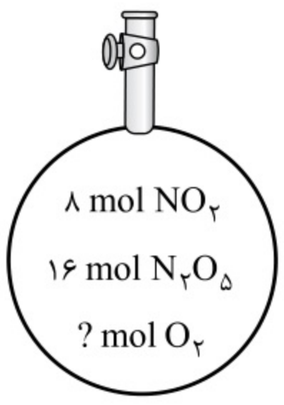
۹۱- جرم‌های برابری از گازهای SO_3 و O_2 را وارد یک ظرف ۲ لیتری می‌کنیم تا تعادل $2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g) \; ; K = 400$ برقرار شود. اگر در لحظهٔ برقراری تعادل، ۶۴ گرم گاز اکسیژن در ظرف وجود داشته باشد، جرم اولیهٔ اکسیژن واردشده به ظرف کدام است؟

۱) ۴۸ ۲) ۵۳ / ۷۶ ۳) ۳۲ ۴) ۵۸ / ۸۸

۹۲- براساس واکنش تعادلی: $H_2O(g) + C(s) \rightleftharpoons H_2(g) + CO(g) \; ; K = 10$، در یک ظرف ۲ لیتری، مقدار ۰ / ۴ مول زغال را با مقداری بخار آب مخلوط کرده تا رسیدن به تعادل گرم می‌کنیم. اگر در حالت تعادل، ۰ / ۲ مول $CO(g)$ در ظرف واکنش وجود داشته باشد، مقدار اولیهٔ بخار آب در مخلوط به تقریب برابر چند گرم بوده است؟ $(O = 16 \, , H = 1 : g.mol^{-1})$ *(سراسری ریاضی خارج از کشور ۹۱)*

۱) ۳ / ۶۴ ۲) ۴ / ۹۶ ۳) ۴ / ۲۵ ۴) ۳ / ۲۵

۹۳- محفظهٔ کروی‌شکل زیر، مقدار هر یک از گازهای شرکت‌کننده در واکنش شیمیایی $2N_2O_5(g) \rightleftharpoons 4NO_2(g) + O_2(g) \; ; K = 2^{-9}$ را نشان می‌دهد. اگر شعاع این مخزن برابر ..... سانتی‌متر و مقدار گاز اکسیژن موجود در آن برابر ..... مول باشد، در طول زمان غلظت گازهای موجود در این محفظه ثابت باقی می‌ماند. $(\pi \simeq 3)$



۱) ۱۰ ـ ۸
۲) ۲۵ ـ ۸
۳) ۲۰ ـ ۴
۴) ۵ ـ ۴

۹۴- ۴ مول گاز هیدروژن و ۴ مول آمونیاک را وارد یک مخزن نیم لیتری می‌کنیم تا تعادل $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ برقرار شود. اگر پس از برقراری تعادل، درصد حجمی گاز نیتروژن در مخزن موردنظر به ۱۰٪ برسد، مقدار ثابت تعادل این واکنش کدام است؟ $(N = 14 \, , H = 1 : g.mol^{-1})$

۱) ۲۱۷ ۲) ۳۴۳ ۳) ۵۴ / ۲۵ ۴) ۸۵ / ۷۵

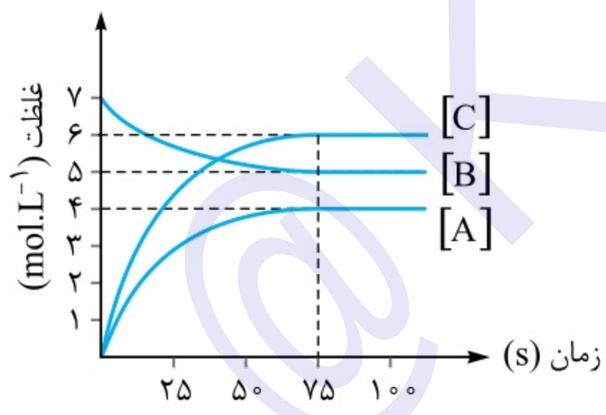
۹۵- یک‌لیتر محلول ۰ / ۰۰۱ مولار نقره‌نیترات را با یک‌لیتر محلول ۰ / ۰۰۱ مولار سدیم کلرید مخلوط می‌کنیم تا تعادل $Ag^+(aq) + Cl^-(aq) \rightleftharpoons AgCl(s)$ برقرار شود. اگر طی این فرایند ۱۱۴ / ۸ میلی‌گرم رسوب تشکیل شود، ثابت تعادل این واکنش کدام است؟ $(Ag = 108 \, , Cl = 35 / 5 : g.mol^{-1})$

۱) 10^{-8} ۲) $2 / 5 \times 10^{7}$ ۳) 10^{8} ۴) $0 / 4 \times 10^{-7}$

۹۶- ۴۸ گرم گاز متان را به همراه ۳ مول گاز هیدروژن سولفید وارد یک مخزن ۲ لیتری می‌کنیم تا تعادل $CH_4(g) + 2H_2S(g) \rightleftharpoons CS_2(g) + 4H_2(g)$ برقرار شود. اگر در لحظهٔ برقراری تعادل، ۳۸ درصد از جرم مخلوط گازی موجود در ظرف توسط گاز CS_2 تشکیل شده باشد، ثابت تعادل این واکنش در شرایط آزمایش کدام است؟

۱) ۳ ۲) ۰ / ۷۵ ۳) ۱۲ ۴) ۴

۹۷- نمودار مقابل، تغییر غلظت مواد شرکت‌کننده در یک واکنش تعادلی را نشان می‌دهد. مقدار ثابت تعادل این واکنش برابر ..... بوده و سرعت متوسط این واکنش از ابتدای کار تا زمان برقراری تعادل، برابر ..... مول بر لیتر بر دقیقه است.



۱) ۶۹۱ / ۲ ـ ۰ / ۸
۲) ۴۷۷ / ۵ ـ ۰ / ۸
۳) ۶۹۱ / ۲ ـ ۱ / ۶
۴) ۴۷۷ / ۵ ـ ۱ / ۶

۹۸- مقداری باریم سولفات $(M = 233 \; g.mol^{-1})$ مطابق واکنش تعادلی زیر در ۱۰۰۰ گرم آب در دمای معین حل می‌شود. غلظت این ماده در آب در این دما به تقریب برابر چند ppm است؟ (چگالی محلول برابر $1 \; g.mL^{-1}$ است.) *(سراسری تجربی خارج از کشور ۹۳)*

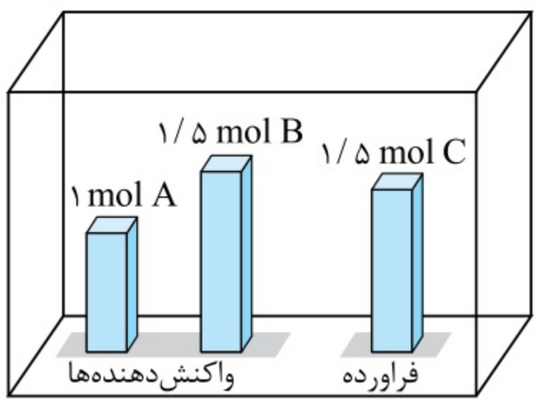
$$BaSO_4(s) \rightleftharpoons Ba^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq) \; ; K = 6 / 4 \times 10^{-9} \; mol^2.L^{-2}$$

۱) ۹ / ۳۲ ۲) ۱۸ / ۶۴ ۳) ۶۴ ۴) ۸۰

۹۹- مقداری گاز گوگرد تری‌اکسید و گاز اکسیژن را وارد یک ظرف نیم لیتری می‌کنیم تا تعادل $2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g) \; ; K = 6 / 25$ برقرار شود. اگر در لحظهٔ برقراری تعادل جرم همهٔ گازهای موجود در ظرف واکنش با هم برابر باشد، جرم اولیهٔ گاز گوگرد تری‌اکسید واردشده به ظرف برابر چند گرم است؟ $(S = 32 \, , O = 16 : g.mol^{-1})$

۱) ۳۶ ۲) ۳۲ ۳) ۱۴۴ ۴) ۹۶

۱۰۰- تصویر مقابل، مقدار هر یک از گازهای شرکت‌کننده در یک تعادل گازی که با واردکردن ۳ مول ترکیب A و ۲/۵ مول ترکیب B به ظرف موردنظر آغاز شده است را نشان می‌دهد. اگر ثابت تعادل واکنش موردنظر برابر ۴۰/۵ باشد، حجم ظرف واکنش برابر چند لیتر است؟



۱) ۳
۲) ۱/۵
۳) ۲
۴) ۴

۱۰۱- ۶ مول گاز N_2O_5 را وارد یک ظرف دربسته کرده و آن را تا برقراری تعادل $2N_2O_5(g) \rightleftharpoons 4NO_2(g) + O_2(g)\ ;\ K = 6/25 \times 10^{-4}$ گرم می‌کنیم. اگر در لحظهٔ برقراری تعادل، ۰/۵ مول گاز اکسیژن در ظرف وجود داشته باشد، حجم ظرف موردنظر برابر چند لیتر است؟

۱) ۸
۲) ۵
۳) ۴
۴) ۲/۵

۱۰۲- ۲ مول گاز هیدروژن کلرید را به همراه ۲ مول گاز اکسیژن وارد یک ظرف ۲ لیتری می‌کنیم تا تعادل $4HCl(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2Cl_2(g) + 2H_2O(g)$ برقرار شود. اگر سرعت متوسط مصرف گاز اکسیژن از ابتدای واکنش تا لحظهٔ برقراری تعادل برابر با $0/005\ mol.L^{-1}.s^{-1}$ باشد و پس از گذشتن ۴۰ ثانیه از ابتدای کار، سامانه به تعادل برسد، مقدار ثابت تعادل این واکنش کدام است؟

۱) ۸۰
۲) ۴۰
۳) ۲۰
۴) ۱۰

۱۰۳- تعادل $2N_2O_5(g) \rightleftharpoons 4NO_2(g) + O_2(g)\ ;\ K = 2$ را با واردکردن مقداری گاز N_2O_5 به یک ظرف ۳ لیتری آغاز می‌کنیم. اگر در لحظهٔ برقراری تعادل، ۶ مول گاز N_2O_5 در این ظرف وجود داشته باشد، مجموع جرم گازهای موجود در این مخزن چند گرم است؟ $(O = 16\ ,\ N = 14 : g.mol^{-1})$

۱) ۳۲۴
۲) ۴۸۶
۳) ۲۴۳
۴) ۹۷۲

۱۰۴- انحلال‌پذیری کلسیم سولفات در دمای معین، برابر با ۰/۲۷۲ گرم در ۱۰۰ g آب است. در این شرایط، ثابت تعادل واکنش $CaSO_4(s) \rightleftharpoons Ca^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq)$، برابر با چند $mol.L^{-1}$ است؟ $(d_{محلول} = 1\ g.mL^{-1}, O = 16\ ,\ S = 32\ ,\ Ca = 40 : g.mol^{-1})$

۱) 4×10^{-4}
۲) 4×10^{-6}
۳) 2×10^{-4}
۴) 2×10^{-6}

(سراسری تجربی خارج از کشور ۹۷)

۱۰۵- ۳ مول گاز نیتروژن و ۲ مول گاز هیدروژن را وارد یک ظرف یک لیتری می‌کنیم تا تعادل $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)\ ;\ \Delta H = -92\ kJ$ در این ظرف برقرار شود. اگر از ابتدای واکنش تا لحظهٔ برقراری تعادل، ۴۶ کیلوژول گرما آزاد شود، مقدار ثابت تعادل این واکنش کدام است؟

۱) ۶/۴
۲) ۱۲/۸
۳) ۳/۲
۴) ۱/۶

۱۰۶- با توجه به واکنش‌های زیر و ثابت تعادل آن‌ها، اگر غلظت اولیهٔ هر یک از مواد A و E در ظرف بسته، برابر $1\ mol.L^{-1}$ باشد، غلظت Z پس از برقراری تعادل، چند مول بر لیتر است؟

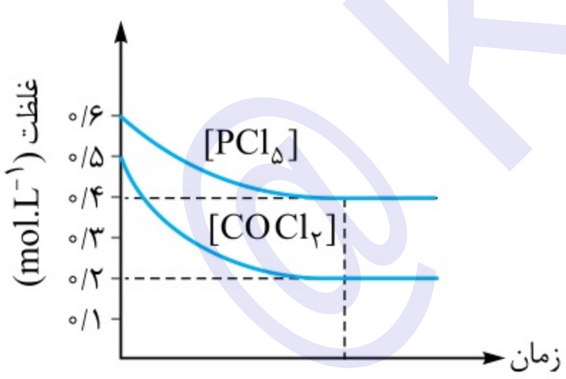
I) $A(g) + E(g) \rightleftharpoons 2X(g)\ ;\ K_1 = 32$

II) $2X(g) \rightleftharpoons 2Z(g)\ ;\ K_2 = 2$

۱) ۰/۸
۲) ۱/۶
۳) ۲/۴
۴) ۳/۲

(سراسری ریاضی ۹۴)

۱۰۷- مقادیری از گازهای $COCl_2$ و PCl_5 را وارد یک محفظهٔ ۲ لیتری می‌کنیم تا تعادل‌های شیمیایی $COCl_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + Cl_2(g)$ و $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$ برقرار شوند. با توجه به نمودار روبه‌رو، ثابت تعادل واکنش اول، چند برابر ثابت تعادل واکنش دوم است؟



۱) ۴/۵
۲) ۳
۳) ۹
۴) ۷/۲

۱۰۸- اگر مقدار K در تعادل $AgCl(s) \rightleftharpoons Ag^+(aq) + Cl^-(aq)$ برابر $1/6 \times 10^{-19}\ mol^2.L^{-2}$ باشد، انحلال‌پذیری نقره کلرید در شرایط موردنظر برحسب گرم در ۱۰۰ گرم آب کدام است؟ $(Ag = 108\ ,\ Cl = 35/5 : g.mol^{-1}$؛ چگالی محلول $1\ g.mL^{-1}$ است.)

۱) $2/28 \times 10^{-7}$
۲) $2/28 \times 10^{-8}$
۳) $5/74 \times 10^{-8}$
۴) $5/74 \times 10^{-9}$

(سراسری تجربی ۹۷)

۱۰۹- در محلول آبی اتیل بوتانوات، این ماده براساس یک واکنش تعادلی با $K = 2 \times 10^{-5}$ به اسید و الکل سازندهٔ خود تجزیه می‌شود. اگر پس از برقراری این واکنش تعادلی در محلولی به چگالی $1/25\ g.mL^{-1}$، غلظت مولکول‌های اتیل بوتانوات برابر با ۰/۲ مول بر لیتر باشد، غلظت الکل موجود در این محلول برابر چند ppm می‌شود؟ $(O = 16\ ,\ C = 12\ ,\ H = 1 : g.mol^{-1})$

۱) ۱۴۷/۲
۲) ۴۶
۳) ۷۳/۶
۴) ۹۲

۱۱۰- واکنش تعادلی $2NO(g) \rightleftharpoons N_2(g) + O_2(g)\ ;\ \Delta H = -72\ kJ\ ;\ K = \frac{9}{16}$ را با واردکردن ۱۵۰ g نیتروژن مونوکسید به یک ظرف ۲ لیتری آغاز می‌کنیم. تا لحظهٔ برقراری تعادل در این سامانه، چندکیلوژول گرما آزاد می‌شود؟ $(O = 16\ ,\ N = 14 : g.mol^{-1})$

۱) ۳۶ ۲) ۱۴۴ ۳) ۷۲ ۴) ۱۰۸

۱۱۱- با توجه به معادلهٔ واکنش زیر، حداکثر چند میکروگرم باریم سولفات را می‌توان در ۲ لیتر محلول ۴ درصد جرمی منیزیم سولفات با چگالی $1/2\ g.mL^{-1}$ حل کرد؟ $(Ba = 137\ ,\ S = 32\ ,\ Mg = 24\ ,\ O = 16 : g.mol^{-1})$

$$BaSO_4(s) \rightleftharpoons Ba^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq)\ ;\ K = 8 \times 10^{-8}\ mol^2.L^{-2}$$

۱) ۹۳/۲ ۲) ۴۶/۶ ۳) ۲۳/۳ ۴) ۱۸۶/۴

۱۱۲- ۲۰۰ g گاز SO_3 را وارد یک مخزن یک لیتری دربسته می‌کنیم تا تعادل $2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)$ در این مخزن برقرار شود. اگر در لحظهٔ برقراری تعادل، تفاوت جرم گازهای O_2 و SO_2 موجود در مخزن برابر با ۲۴ g باشد، مقدار ثابت تعادل این واکنش در شرایط موردنظر کدام است؟ $(S = 32\ ,\ O = 16 : g.mol^{-1})$

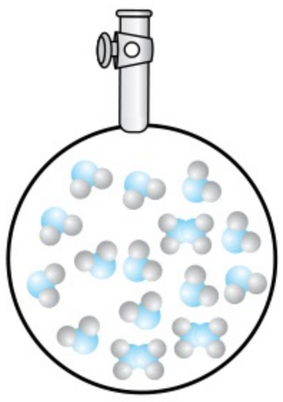
۱) 2^{-3} ۲) 2^{-5} ۳) 2^{-6} ۴) 2^{-4}

۱۱۳- دو مول گاز دی‌نیتروژن پنتااکسید در یک ظرف دو لیتری به گاز اکسیژن و نیتروژن دی‌اکسید تجزیه می‌شود. اگر پس از ۶۰ ثانیه، تعادل برقرار شود و نیم مول اکسیژن در ظرف وجود داشته باشد، مقدار عددی ثابت تعادل و سرعت واکنش تا رسیدن به تعادل، برحسب $mol.L^{-1}.min^{-1}$ (به ترتیب از راست به چپ) کدام هستند؟ *(سراسری ریاضی خارج از کشور ۹۵)*

۱) ۰/۲۵ ـ ۰/۵ ۲) ۰/۲۵ ـ ۱ ۳) ۰/۲۵ ـ ۰/۲۵ ۴) ۰/۵ ـ ۱

یکای ثابت تعادل

۱۱۴- تصویر مقابل، مربوط به یک ظرف ۵ لیتری می‌باشد که در آن تعادل $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ برقرار شده است. اگر هر ذره در این تصویر هم‌ارز با ۰/۲۵ مول باشد، ثابت تعادل واکنش موردنظر برحسب ..... برابر ..... است.



۱) $2/4$ ـ $L.mol^{-1}$ ۲) $2/4$ ـ $mol.L^{-1}$
۳) ۱۲ ـ $L.mol^{-1}$ ۴) ۱۲ ـ $mol.L^{-1}$

۱۱۵- چند مورد از عبارت‌های زیر درست هستند؟

آ) در واکنش تعادلی $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$، در لحظهٔ برقراری تعادل، سرعت واکنش رفت با سرعت واکنش برگشت برابر است.
ب) اگر تعادل $3O_2(g) \rightleftharpoons 2O_3(g)$ در یک سامانه برقرار باشد، مولکول‌های اکسیژن دیگر به مولکول‌های اوزون تبدیل نمی‌شوند.
پ) یکای ثابت تعادل در واکنش تعادلی تشکیل گاز آمونیاک از گازهای هیدروژن و نیتروژن، معادل با $mol^2.L^{-2}$ است.
ت) مقدار ثابت تعادل هر واکنش، علاوه بر دما، به غلظت مولی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌های حاصل از آن واکنش نیز بستگی دارد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۱۶- یک مول گاز اوزون را در یک ظرف یک لیتری دربسته تا رسیدن به حالت تعادل $3O_2(g) \rightleftharpoons 2O_3(g)$ گرم می‌کنیم. اگر در لحظهٔ تعادل، غلظت مولار گاز اوزون $\frac{1}{6}$ برابر غلظت مولار گاز اکسیژن باشد، ثابت تعادل این واکنش کدام است؟ *(سراسری ریاضی ۹۶)*

۱) $43/2\ L.mol^{-1}$ ۲) $43/2\ mol.L^{-1}$ ۳) $0/6\ L.mol^{-1}$ ۴) $0/6\ mol.L^{-1}$

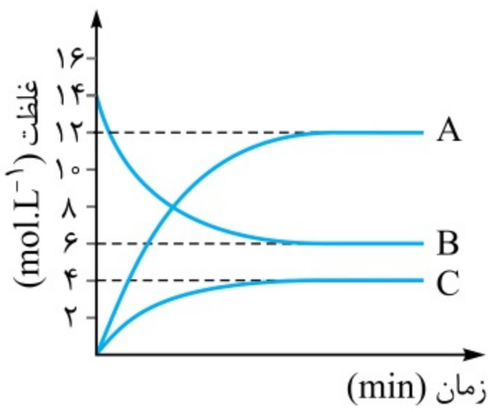
۱۱۷- مقداری گاز کربن مونوکسید را به همراه بخار آب وارد یک ظرف ۵ لیتری می‌کنیم تا تعادل $CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g)$ در این ظرف برقرار شود. کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با این فرایند نادرست است؟ $(O = 16\ ,\ C = 12\ ,\ H = 1 : g.mol^{-1})$

۱) در زمان برقراری تعادل، جرم گاز کربن دی‌اکسید موجود در ظرف، ۲۲ برابر جرم گاز هیدروژن موجود در آن است.
۲) فشار محتویات ظرف واکنش در لحظهٔ برقراری تعادل، با فشار اولیهٔ گازهای موجود در ظرف برابر است.
۳) با گذشت زمان، سرعت تولید گازهای کربن دی‌اکسید و کربن مونوکسید به ترتیب افزایش و کاهش پیدا می‌کند.
۴) در این واکنش تعادلی، همانند واکنش $I_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$، مقدار ثابت تعادل (K) فاقد یکا است.

۱۱۸- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) یکای ثابت تعادل در واکنش $ClO^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons HClO(aq) + OH^-(aq)$، مشابه $CO(g) + 2H_2(g) \rightleftharpoons CH_3OH(g)$ است.
۲) با افزایش حجم محفظه‌ای که واکنش تعادلی $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$ در آن برقرار است، مقدار عددی K واکنش کاهش می‌یابد.
۳) در واکنش تعادلی $A(s) + 2B(g) \rightleftharpoons 2C(s) + 2D(g)\ ;\ K = 16$ که در یک مخزن برقرار است، غلظت گاز D، چهار برابر غلظت گاز B می‌باشد.
۴) ثابت تعادل واکنش گازی $O_2(g) + 2SO_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ در یک دمای معین، می‌تواند برابر با ۱۱۲۵ مول بر لیتر باشد.

۱۱۹- نمودار مقابل، تغییر غلظت گونه‌های شرکت‌کننده در یک واکنش تعادلی را نشان می‌دهد. کدام‌یک از یکاهای زیر را می‌توان به ثابت تعادل این واکنش نسبت داد؟

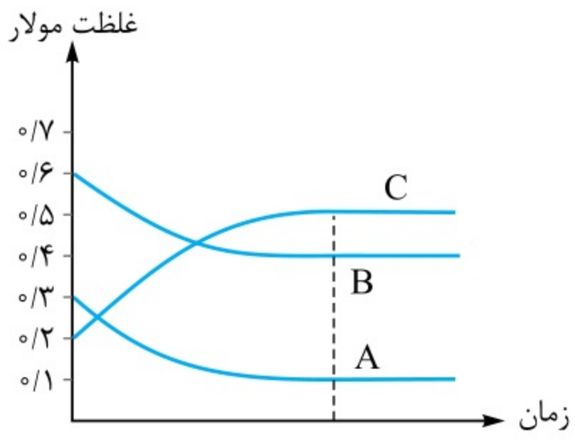


۱) $mol^{۳}.L^{-۳}$
۲) $mol^{۲}.L^{-۲}$
۳) $L^{۵}.mol^{-۵}$
۴) $L^{۴}.mol^{-۴}$

۱۲۰- ۸ مول از مادهٔ A را در یک ظرف یک لیتری گرم می‌کنیم تا ۶۰ درصد از آن تجزیه شده و تعادل $۲A \rightleftharpoons B + ۲C$ برقرار شود. اگر ثابت تعادل این واکنش فاقد یکا باشد، مقدار ثابت تعادل آن کدام است؟

۱) ۲/۲۵
۲) ۴/۵
۳) ۱/۵
۴) ۳

۱۲۱- نمودار مقابل، روند تغییر غلظت مواد گازی شرکت‌کننده در یک تعادل شیمیایی را نشان می‌دهد. با توجه به این نمودار، مقدار ثابت تعادل برای این واکنش گازی برابر با کدام‌یک از گزینه‌های زیر می‌تواند باشد؟



۱) $۰/۰۶۴\ mol.L^{-۱}$
۲) $۷۸/۱۲۵\ L.mol^{-۱}$
۳) $۱۵۶/۲۵\ mol.L^{-۱}$
۴) $۰/۰۱۲۸\ L.mol^{-۱}$

۱۲۲- تعادل $Co(H_۲O)_۶^{۲+}(aq) + ۴Cl^{-}(aq) \rightleftharpoons CoCl_۴^{۲-}(aq) + ۶H_۲O(l); K = ۱۰^{۸}$ در محلولی با چگالی $۱/۴۲\ g.mL^{-۱}$ برقرار است. یکای ثابت تعادل این واکنش، معادل با ..... بوده و اگر در لحظهٔ برقراری تعادل، غلظت مولی یون کلرید موجود در محلول دو برابر غلظت مولی هر یک از یون‌های $Co(H_۲O)_۶^{۲+}$ و $CoCl_۴^{۲-}$ باشد، غلظت یون کلرید در این محلول برحسب ppm برابر ..... است. $(Cl = ۳۵/۵\ g.mol^{-۱})$

۱) $۱۰۰۰\_\ mol^{۴}.L^{-۴}$
۲) $۲۵۰\_\ mol^{۴}.L^{-۴}$
۳) $۲۵۰\_\ L^{۴}.mol^{-۴}$
۴) $۱۰۰۰\_\ L^{۴}.mol^{-۴}$

۱۲۳- تعادل شیمیایی $۳O_۲(g) \rightleftharpoons ۲O_۳(g); K = ۷۲$ در یک ظرف چهار لیتری برقرار است. یکای ثابت تعادل این واکنش معادل با ..... بوده و اگر درصد جرمی گاز اکسیژن در این ظرف برابر ۱۰٪ باشد، مجموع جرم محتویات آن برابر با ..... گرم است. $(O = ۱۶\ g.mol^{-۱})$

۱) $۳۲۰\_\ mol.L^{-۱}$
۲) $۶۴۰\_\ mol.L^{-۱}$
۳) $۳۲۰\_\ L.mol^{-۱}$
۴) $۶۴۰\_\ L.mol^{-۱}$

@Kotob_1
Konkor

بخش ۴ بررسی قدرت اسیدها و بازهای مختلف

رسانایی الکتریکی

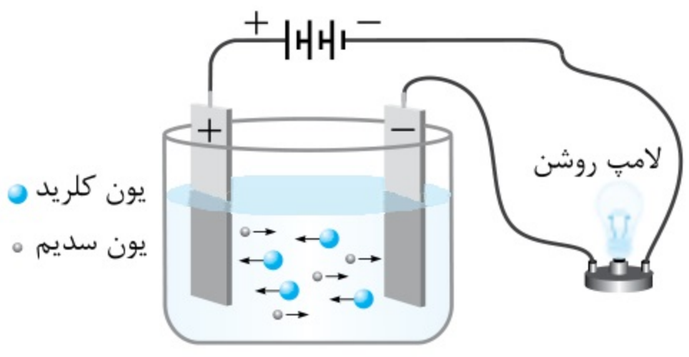
گفتیم که آرنیوس طی پژوهش‌های خود بر روی رسانایی الکتریکی محلول‌های آبی، اسیدها و بازها را بر یک مبنای علمی توصیف کرد. *جالبه بدونید که* به‌جز برخی از محلول‌های آبی، نمونه‌هایی از عناصر فلزی و یا نمک‌های مذاب نیز رسانایی الکتریکی دارند. به طور کلی، مواد رسانا را در دو گروه **رساناهای الکتریکی** و **رساناهای یونی** قرار می‌دهند.

۱- رساناهای الکترونی: به موادی که رسانایی آن‌ها به وسیلهٔ حرکت الکترون‌ها انجام می‌شود، رسانای الکترونی گفته می‌شود. **فلزها** و **گرافیت،** نمونه‌هایی از رساناهای الکترونی هستند. با برقراری یک اختلاف پتانسیل در این مواد، الکترون‌های موجود در آن‌ها شروع به حرکت کرده و باعث عبور جریان الکتریسیته می‌شوند.

۲- رساناهای یونی: به موادی که رسانایی آن‌ها به وسیلهٔ حرکت یون‌ها انجام می‌شود، رسانای یونی گفته می‌شود. این رسانایی هنگامی انجام می‌شود که یون‌های موجود در یک ماده بتوانند از نقطه‌ای به نقطهٔ دیگر جابه‌جا شوند. **محلول‌های الکترولیت** و **نمک‌های مذاب،** نمونه‌هایی از رساناهای یونی هستند. با برقراری یک اختلاف پتانسیل میان دونقطه از این مواد، یون‌های موجود در آن‌ها شروع به حرکت به سمت قطب‌های ناهم‌نام کرده و باعث عبور جریان الکتریسیته می‌شوند.

چندنکته

◀ محلول سدیم کلرید، حاوی مخلوطی از یون‌های $Na^+(aq)$ و $Cl^-(aq)$ است که با جنبش‌های آزادانه و نامنظم، در سرتاسر آن پراکنده شده‌اند. با قرارگرفتن این محلول در یک مدار الکتریکی، یون‌های موجود در آن به سمت قطب‌های ناهم‌نام با خود حرکت کرده و جریان برق در مدار برقرار می‌شود. تصویر مقابل، نمایی از این محلول را نشان می‌دهد:



◀ به موادی که به صورت مولکولی در آب حل شده و با انحلال آن‌ها هیچ یونی در محلول تولید نمی‌شود، **غیرالکترولیت** گفته شده و به محلول حاصل از این مواد نیز محلول غیرالکترولیت می‌گویند. *بدیهتاً* محلول‌های غیرالکترولیت رسانای جریان الکتریسیته نیستند. گلوکز، اتانول و شکر، از جمله مواد غیرالکترولیت بوده و به صورت مولکولی در آب حل می‌شوند.

◀ به موادی که پس از انحلال در آب، یون‌هایی با بار مخالف را در محلول موردنظر ایجاد می‌کنند، **الکترولیت** گفته شده و به محلول حاصل از این مواد نیز محلول الکترولیت می‌گویند. *مشخصه که* این محلول‌ها رسانای جریان الکتریسیته هستند. ترکیب‌های یونی، مواد اسیدی و مواد بازی از جمله مواد الکترولیت هستند. *جالبه بدونید که* محلول‌های الکترولیت مختلف رسانایی الکتریکی یکسانی نداشته و میزان رسانایی این محلول‌ها به غلظت یون‌های موجود در آن‌ها بستگی دارد.

◀ به الکترولیت‌هایی که طی انحلال در آب به طور کامل تفکیک و یا یونیده می‌شوند، الکترولیت قوی گفته می‌شود. در نقطهٔ مقابل، به الکترولیت‌هایی که پس از انحلال در آب به طور جزئی تفکیک و یا یونیده شده و شمار اندکی از یون‌ها را ایجاد می‌کنند، الکترولیت‌های ضعیف گفته می‌شود. به طور کلی، در شرایط و غلظت یکسان، رسانایی الکتریکی محلول حاصل از الکترولیت‌های ضعیف کم‌تر از رسانایی الکتریکی محلول حاصل از الکترولیت‌های قوی است. سدیم کلرید و هیدروژن کلرید، از جمله الکترولیت‌های قوی و هیدروژن فلوئورید نیز از جمله الکترولیت‌های ضعیف است.

محلول آبی برخی از الکترولیت‌های قوی مثل $AgCl$، رسانای قوی جریان الکتریسیته نیست. در واقع چون انحلال‌پذیری این مواد در آب کم بوده و پس از ریختن آن‌ها در آب، فقط مقدار کمی از ترکیب موردنظر در آب حل می‌شود، پس محلول آبی حاصل از آن‌ها رسانایی الکتریکی بالایی نخواهد داشت.

دسته‌بندی انواع اسیدها و بازها

اسیدها و بازها را براساس میزان یونشی که به هنگام انحلال در آب دارند، به دو دستهٔ قوی و ضعیف تقسیم می‌کنند. به بیانی دیگر، هر چه‌قدر که یک مادهٔ اسیدی یا بازی، به هنگام انحلال در آب، مقدار یون‌های بیشتری را ایجاد کند، آن ماده قدرت اسیدی یا بازی بیشتری دارد.

رنکنه به فرایندی که طی آن یک ترکیب مولکولی به یون‌هایی با بار مخالف تبدیل می‌شود، یونش می‌گویند. به عنوان مثال، مولکول‌های HCl به هنگام انحلال در آب براساس فرایند: $HCl(aq) \rightarrow H^+(aq) + Cl^-(aq)$ به یون‌های Cl^- و H^+ یونش پیدا می‌کنند.

◀ **اسیدهای قوی**: این مواد طی انحلال در آب، تقریباً به طور کامل به یون‌هایی با بار مثبت و منفی تبدیل می‌شوند. اسیدهایی مثل هیدروکلریک اسید (HCl)، هیدروبرمیک اسید (HBr)، هیدرویدیک اسید (HI) و نیتریک اسید (HNO_3) در این دسته قرار می‌گیرند.

مثال فرایند یونش هیدروکلریک اسید به صورت مقابل است: $HCl(aq) \rightarrow H^+(aq) + Cl^-(aq)$

◀ **بازهای قوی**: این مواد طی انحلال در آب، به طور کامل به یون‌های مثبت و منفی تبدیل می‌شوند. بازهایی مثل سدیم هیدروکسید یا سود سوزآور $(NaOH)$ و پتاسیم هیدروکسید یا پتاس سوزآور (KOH)، در این دسته قرار می‌گیرند.

مثال فرایند تبدیل سدیم هیدروکسید به یون‌های مثبت و منفی، به صورت مقابل است: $NaOH(aq) \rightarrow Na^+(aq) + OH^-(aq)$

◀ **اسیدهای ضعیف**: این مواد طی انحلال در آب، به طور جزئی یونش پیدا می‌کنند؛ به طوری که در محلول آن‌ها، افزون بر مقدار اندکی از یون‌های آب‌پوشیده، شمار بسیار زیادی از مولکول‌های یونیده‌نشده نیز یافت می‌شوند. اسیدهایی مثل هیدروفلوئوریک اسید (HF)، هیدروسیانیک اسید (HCN)، فورمیک اسید $(HCOOH)$ و استیک اسید (CH_3COOH)، در این دسته قرار می‌گیرند.

مثال واکنش تعادلی یونش هیدروفلوئوریک اسید به صورت مقابل است: $HF(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + F^-(aq)$

◀ **بازهای ضعیف**: این مواد طی انحلال در آب، شمار کمی از یون‌های مثبت و منفی را تولید می‌کنند؛ به طوری که در محلول آن‌ها افزون بر مقدار کمی از یون‌های آب‌پوشیده، شمار بسیار زیادی از مولکول‌های دست‌نخورده نیز یافت می‌شوند. محلول آبی آمونیاک $(NH_3(aq))$ از جمله بازهای ضعیف به شمار می‌رود.

مثال واکنش تعادلی یونش آمونیاک به صورت مقابل است: $NH_3(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$

چندنکته

◀ اغلب اسیدهایی که در زندگی روزمره با آن‌ها سروکار داریم، در دستهٔ اسیدهای ضعیف قرار می‌گیرند.

◀ کربوکسیلیک اسیدها، گروهی از مواد آلی با گروه عاملی کربوکسیل $(-COOH)$ هستند که در دستهٔ اسیدهای ضعیف قرار می‌گیرند. به هنگام انحلال این مواد در آب، هیدروژن موجود در گروه کربوکسیل می‌تواند به شکل یون هیدرونیوم وارد محلول شود.

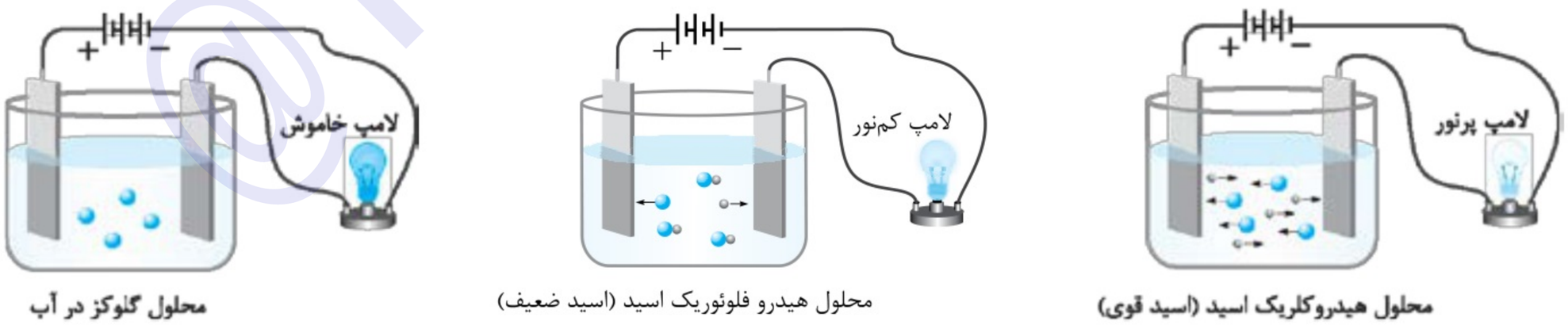
◀ اسیدهای موجود در سرکهٔ سیب، انگور، ریواس و مرکبات مانند پرتقال و لیمو از جمله اسیدهای خوراکی و ضعیف هستند.

◀ فرایند یونش اسیدها و بازهای ضعیف در آب و در دمای اتاق، طی یک واکنش تعادلی انجام می‌شود؛ به طوری که غلظت تعادلی گونه‌های موجود در محلول ثابت می‌ماند. در واقع پس از برقراری تعادل، سرعت تولید هر ماده با سرعت مصرف آن ماده برابر می‌شود.

◀ قدرت یک اسید یا یک باز، به میزان یونش آن ماده بستگی دارد و مقدار انحلال‌پذیری آن ماده، تأثیری در قدرت آن ندارد. به عنوان مثال، منیزیم هیدروکسید یک مادهٔ نامحلول در آب است و در دمای اتاق، جرم بسیار ناچیزی از آن در آب حل می‌شود اما چون ذرات منیزیم هیدروکسید حل‌شده در یک محلول به طور کامل به یون‌های منیزیم و هیدروکسید تفکیک می‌شوند، این ماده یک باز قوی به حساب می‌آید.

◀ محلول اسیدها و بازهای ضعیف یا قوی، نمونه‌هایی از محلول‌های الکترولیت هستند. رسانایی الکتریکی این محلول‌ها را می‌توان به وجود یون‌هایی با بار مثبت و منفی در آن‌ها نسبت داد؛ به طوری که اگر این محلول‌ها در یک مدار الکتریکی قرار بگیرند، با حرکت یون‌ها به سوی قطب‌های ناهم‌نام، جریان الکتریکی برقرار می‌شود. بدیهی است که هر چه‌قدر غلظت یک محلول اسیدی یا بازی بیشتر باشد و یا این‌که تعداد بیشتری از ذرات حل‌شده در محلول یونش پیدا کنند، آن محلول رسانایی الکتریکی بیشتری خواهد داشت.

به عنوان مثال، تصاویر زیر، نمونه‌هایی از محلول‌های گلوکز، هیدروکلریک اسید و هیدروفلوئوریک اسید با غلظت برابر را نشان می‌دهد:



محلول گلوکز در آب | محلول هیدرو فلوئوریک اسید (اسید ضعیف) | محلول هیدروکلریک اسید (اسید قوی)

درجهٔ یونش انواع اسیدها و بازها

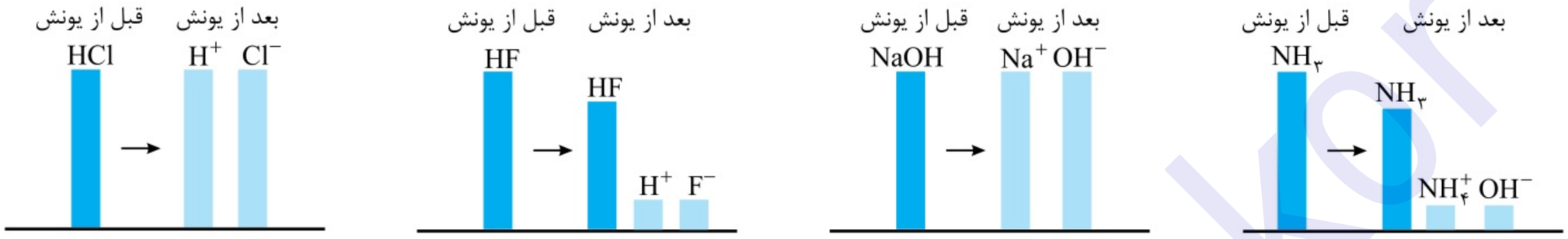
اسیدها و بازهای گوناگون، به هنگام انحلال در آب، به مقدار متفاوتی یونش پیدا می‌کنند. برای مقایسهٔ کمّی میزان یونیده‌شدن انواع اسیدها و بازها، می‌توان از درجهٔ یونش (α) استفاده کرد. درجهٔ یونش یک ماده، عبارت است از نسبت تعداد مولکول‌های یونیده‌شده از یک ماده به تعداد کل مولکول‌های حل‌شده از آن ماده. توجه داریم که اگر درجهٔ یونش یک ماده را در عدد ۱۰۰ ضرب کنیم، درصد یونش آن ماده به دست می‌آید.

$$\text{درجهٔ یونش } (\alpha) = \frac{\text{تعداد مولکول‌های (یا مول‌های) یونیده‌شده}}{\text{تعداد کل مولکول‌های (یا مول‌های) حل‌شده}}$$

$$\text{درصد یونش } (\%\alpha) = \text{درجهٔ یونش } (\alpha) \times ۱۰۰$$

چندنکته

- درجهٔ یونش اسیدها و بازهای قوی تک‌ظرفیتی، برابر با یک است؛ پس کل مولکول‌های حل‌شده از این مواد، به طور کامل به یون‌های مثبت و منفی تبدیل می‌شوند. در واقع، در محلول اسیدهای قوی، غلظت یون H_3O^+ با غلظت اسید حل‌شده برابر است و در محلول بازهای قوی نیز غلظت یون OH^- با غلظت باز حل‌شده در محلول برابر است.
- در محلولی از اسید ضعیف HA با درجهٔ یونش α و غلظت مولی M، غلظت مولکول‌های اسید یونیده‌نشده برابر با $M(1-\alpha)$ مولار می‌شود.
- درجهٔ یونش موادی که به صورت کاملاً مولکولی در آب حل می‌شوند، برابر صفر است و محلول این مواد، رسانای جریان الکتریسیته نخواهد بود. موادی مانند شکر، گلیسیرین و اتانول در این دسته قرار می‌گیرند.
- میزان یونش برخی از انواع اسیدها و بازهای مختلف را می‌توان مطابق با نمودارهای زیر نشان داد.



تست در صورتی که از هر ۱۰۰۰ مولکول HF حل‌شده در محلول هیدروفلوئوریک اسید، ۴۸ یون در محلول ایجاد شود، درجهٔ یونش این اسید چه‌قدر است؟

۱) ۰/۴۸ ۲) ۰/۰۴۸ ۳) ۰/۲۴ ۴) ۰/۰۲۴

پاسخ **گزینهٔ «۴»** **گام اول:** معادلهٔ یونش هیدروفلوئوریک اسید به صورت مقابل است:

$$HF(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + F^-(aq)$$

از یونش هر مولکول HF، یک یون F^- و یک یون H^+ تولید می‌شود؛ پس برای ایجاد ۴۸ یون، ۲۴ مولکول HF باید یونیده شوند.

گام دوم: با توجه به تعداد مولکول‌های حل‌شده و یونیده‌شده، درجهٔ یونش اسید را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{درجهٔ یونش } (\alpha) = \frac{\text{تعداد مولکول‌های یونیده‌شده}}{\text{تعداد کل مولکول‌های حل‌شده}} = \frac{۲۴}{۱۰۰۰} = ۰/۰۲۴$$

تست اگر در ۵ لیتر محلول ۰/۱ مولار استیک اسید، ۰/۴۹ مول اسید به صورت مولکولی وجود داشته باشد، درصد یونش این اسید در دمای مورد نظر کدام است؟

۱) ۰/۲ ۲) ۰/۱ ۳) ۲ ۴) ۱

پاسخ **گزینهٔ «۳»** **گام اول:** تعداد کل مولکول‌های استیک اسید حل‌شده در محلول را به دست می‌آوریم.

$$?\,mol\ CH_3COOH = ۵\ L\ \text{محلول} \times \frac{۰/۱\ mol\ CH_3COOH}{۱\ L\ \text{محلول}} = ۰/۵\ mol$$

گام دوم: ابتدا تعداد مول‌های یونیده‌شده و پس از آن، درصد یونش اسید را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{تعداد مول‌های یونیده‌نشده} = \text{تعداد کل مول‌های حل‌شده} - \text{تعداد مول‌های یونیده‌شده} = ۰/۵ - ۰/۴۹ = ۰/۰۱\ mol$$

$$\text{درصد یونش } (\%\alpha) = \frac{\text{تعداد مول‌های یونیده‌شده}}{\text{تعداد مول‌های حل‌شده}} \times ۱۰۰ = \frac{۰/۰۱\ mol}{۰/۵\ mol} \times ۱۰۰ = ۲$$

ثابت یونش اسیدها و بازها

همان‌طور که می‌دانیم، اسیدهای قوی به هنگام انحلال در آب به طور کامل یونیده می‌شوند در حالی که اسیدهای ضعیف طی یک فرایند تعادلی، به طور جزئی یونش پیدا می‌کنند و اندک یون‌های حاصل از یونش آن‌ها، با مولکول‌های اسید موجود در محلول، در حالت تعادل قرار می‌گیرند.

به عنوان مثال، واکنش تعادلی یونش هیدروفلوئوریک اسید را در نظر بگیرید:

$$HF(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + F^-(aq)$$

با قراردادن غلظت تعادلی گونه‌های شرکت‌کننده در این واکنش در رابطهٔ ثابت تعادل، مقدار K برای این واکنش به صورت زیر به دست می‌آید:

$$K = K_a = \frac{[H^+][F^-]}{[HF]} = \frac{\text{غلظت آنیون حاصل از اسید} \times \text{غلظت یون هیدروژن}}{\text{غلظت اسید یونیده‌نشده}}$$

به ثابت تعادل فرایند یونش اسیدها (K_a)، به اصطلاح ثابت یونش اسیدی می‌گویند که یکای آن معادل با $mol.L^{-1}$ است.

بازهای ضعیف نیز به هنگام انحلال در آب، طی فرایند تعادلی یونش پیدا می‌کنند. به عنوان مثال، معادلهٔ یونش آمونیاک به صورت زیر است:

$$NH_3(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$$

برای محاسبهٔ ثابت تعادل این واکنش شیمیایی نیز به طریق زیر عمل می‌کنیم:

$$K = K_b = \frac{[OH^-][NH_4^+]}{[NH_3]} = \frac{\text{غلظت کاتیون حاصل از باز} \times \text{غلظت یون هیدروکسید}}{\text{غلظت باز یونیده‌نشده}}$$

به ثابت تعادل فرایند یونش بازها (K_b) نیز به اصطلاح، ثابت یونش بازی گفته می‌شود که یکای آن $mol.L^{-1}$ است.

چندنکته

- از ثابت یونش اسیدها، به عنوان معیار مناسبی برای مقایسهٔ قدرت اسیدهای مختلف استفاده می‌شود. در واقع، هر چه‌قدر که مقدار K_a برای یک مادهٔ اسیدی بزرگ‌تر باشد، آن اسید به هنگام انحلال در آب، به مقدار بیشتری یونیده شده و قدرت اسیدی بالاتری دارد.

جدول زیر، ثابت یونش اسیدهای مختلف را نشان می‌دهد:

اسید	ثابت یونش	فراورده‌های حاصل از یونش	اسید	ثابت یونش	فراورده‌های حاصل از یونش
هیدرویدیک اسید (HI)	بسیار بزرگ	$H^+(aq)+I^-(aq)$	هیدروفلوئوریک اسید (HF)	$۶/۶\times۱۰^{-۴}$	$H^+(aq)+F^-(aq)$
هیدروبرمیک اسید (HBr)	بسیار بزرگ	$H^+(aq)+Br^-(aq)$	نیترو اسید (HNO_2)	$۴/۵\times۱۰^{-۴}$	$H^+(aq)+NO_2^-(aq)$
هیدروکلریک اسید (HCl)	بسیار بزرگ	$H^+(aq)+Cl^-(aq)$	فورمیک اسید ($HCOOH$)	$۱/۸\times۱۰^{-۴}$	$H^+(aq)+HCOO^-(aq)$
سولفوریک اسید (H_2SO_4)	بسیار بزرگ	$H^+(aq)+HSO_4^-(aq)$	استیک اسید (CH_3COOH)	$۱/۸\times۱۰^{-۵}$	$H^+(aq)+CH_3COO^-(aq)$
نیتریک اسید (HNO_3)	بزرگ	$H^+(aq)+NO_3^-(aq)$	هیدروسیانیک اسید (HCN)	$۴/۹\times۱۰^{-۱۰}$	$H^+(aq)+CN^-(aq)$

افزایش قدرت اسیدی

- مقدار K_a برای اسیدهای مختلف، مانند هر ثابت تعادل دیگری، فقط به دما بستگی دارد و غلظت اسید موردنظر در مقدار آن تأثیری ندارد.

تست **یک مول از اسید HA را در مقداری آب حل کرده و حجم محلول را با اضافه‌کردن آب خالص، به ۲L می‌رسانیم. اگر طی این فرایند ۰/۲ مول یون A^- در محلول تولید شده باشد، مقدار ثابت یونش اسید HA در شرایط موردنظر کدام است؟**

۱) ۵×۱۰^{-۲} ۲) $۲/۵\times۱۰^{-۲}$ ۳) ۵×۱۰^{-۴} ۴) $۲/۵\times۱۰^{-۴}$

پاسخ **گزینهٔ «۲»** **گام اول:** یک مول اسید HA در محلول موردنظر حل شده و ۰/۲ مول یون A^- تولید شده است؛ پس ۰/۸ مول از مولکول‌های اسید HA به صورت دست نخورده در محلول باقی مانده است. با توجه به حجم محلول، غلظت مولی هر یون را محاسبه می‌کنیم.

$$[HA] = \frac{۰/۸ \text{ mol HA}}{\text{۲ L محلول}} = ۰/۴ \qquad [A^-] = \frac{۰/۲ \text{ mol } A^-}{\text{۲ L محلول}} = ۰/۱ \qquad [H^+] = \frac{۰/۲ \text{ mol } H^+}{\text{۲ L محلول}} = ۰/۱$$

گام دوم: با توجه به غلظت مولی هر گونه، مقدار ثابت یونش اسید موردنظر را محاسبه می‌کنیم.

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} = \frac{۰/۱\times۰/۱}{۰/۴} = ۰/۰۲۵$$

تست **اگر در محلول ۰/۴ مولار از یک باز ضعیف، از هر ۵ مولکول حل‌شده در محلول، ۱ مولکول یونش پیدا کند، ثابت یونش این باز در شرایط موردنظر کدام است؟**

۱) ۰/۰۲۵ ۲) ۰/۰۵ ۳) ۰/۰۲ ۴) ۰/۰۴

پاسخ **گزینهٔ «۳»** **گام اول:** با توجه به این‌که از هر ۵ مولکول باز حل‌شده در محلول، یک مولکول یونش پیدا می‌کند، غلظت گونه‌های موجود در این محلول را به دست می‌آوریم:

$$\text{غلظت کاتیون حاصل از باز} = \text{غلظت باز} \times \frac{۱}{۵} = ۰/۴\times\frac{۱}{۵} = ۰/۰۸ \text{ mol.L}^{-۱}$$

$$\text{غلظت مولکول‌های یونیده‌نشده} = \text{غلظت باز} \times \frac{۴}{۵} = ۰/۴\times\frac{۴}{۵} = ۰/۳۲ \text{ mol.L}^{-۱}$$

گام دوم: با توجه به رابطهٔ ثابت یونش بازها، مقدار K_b را محاسبه می‌کنیم.

$$K_b = \frac{\text{غلظت یون هیدروکسید} \times \text{غلظت کاتیون حاصل از باز}}{\text{غلظت مولکول‌های یونیده‌نشده}} = \frac{۰/۰۸\times۰/۰۸}{۰/۳۲} = ۰/۰۲$$

Konkor

رابطهٔ بین ثابت یونش و درجهٔ یونش اسیدها

اگر معادلهٔ یونش اسید فرضی HA را به صورت $HA(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + A^-(aq)$ در نظر بگیریم، در محلولی به غلظت M مولار و درجهٔ یونش α از این اسید، غلظت‌های اولیه و تعادلی گونه‌های شرکت‌کننده در واکنش به صورت زیر خواهند بود:

گونه	$HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$		
غلظت آغازی	M	۰	۰
تغییر غلظت	$-M.\alpha$	$+M.\alpha$	$+M.\alpha$
غلظت تعادلی	$M(۱-\alpha)$	$M.\alpha$	$M.\alpha$

با توجه به غلظت انواع گونه‌ها، مقدار K_a این واکنش برابر می‌شود با:

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} = \frac{(M.\alpha)(M.\alpha)}{M(۱-\alpha)} = \frac{M\alpha^۲}{۱-\alpha}$$

چندنکته

- براساس رابطهٔ بالا، برای محاسبهٔ غلظت یون هیدروژن در یک محلول اسیدی با ثابت یونش K_a، غلظت M مولار و درجهٔ یونش α، می‌توانیم از رابطهٔ مقابل استفاده کنیم: $[H_۳O^+] = \sqrt{K_a.M.(۱-\alpha)}$
- اگر مقدار درجهٔ یونش (α) برای یک اسید کوچک‌تر از ۰/۰۵ باشد و یا این‌که مقدار $\frac{K_a}{M}$ برای آن اسید کوچک‌تر از ۰/۰۰۲۵ باشد، می‌توانیم مقدار $\alpha - ۱$ را با تقریب برابر ۱ در نظر بگیریم. در این شرایط، مقدار K_a و غلظت یون هیدروژن را می‌توان به کمک روابط زیر به دست آورد.

$$K_a = M.\alpha^۲ \qquad [H^+] = \sqrt{K_a.M}$$

- با توجه به روابط بالا، برای اسیدهای ضعیفی که $\alpha < ۰/۰۵$ دارند، مقدار توان دوم درجهٔ یونش اسید $(\alpha^۲)$، با مقدار K_a آن اسید رابطهٔ مستقیم و با غلظت اسید، رابطهٔ عکس دارد. پس داریم: $\alpha^۲ \propto K_a \propto \frac{۱}{M}$

تست **اگر مقدار K_a برای استیک اسید برابر $۲\times۱۰^{-۵}\ mol.L^{-۱}$ باشد، درجهٔ یونش این اسید در محلول ۰/۲ مولار آن کدام است؟**

۱) ۰/۰۲ ۲) ۰/۰۱ ۳) ۰/۲ ۴) ۰/۱

پاسخ **گزینهٔ «۲»** با استفاده از رابطهٔ $K_a = M.\alpha^۲$، مقدار درجهٔ یونش استیک اسید را در شرایط موردنظر محاسبه می‌کنیم.

$$K_a = M.\alpha^۲ \Rightarrow ۲\times۱۰^{-۵} = ۰/۲\alpha^۲ \Rightarrow \alpha^۲ = ۱۰^{-۴} \Rightarrow \alpha = ۰/۰۱$$

تست **درجهٔ یونش هیدروسیانیک اسید با $K_a = ۵\times۱۰^{-۱۰}$، در محلول ۰/۰۵ مولار آن در دمای ۲۵ °C، چند برابر درجهٔ یونش این اسید در محلول ۰/۰۰۲ مولار آن در دمای ۲۵°C است؟**

۱) ۰/۲ ۲) ۵ ۳) ۰/۰۴ ۴) ۲۵

پاسخ **گزینهٔ «۱»** ابتدا مقدار α را برای هر یک از غلظت‌های داده‌شده، محاسبه کرده و پس از آن، اعداد حاصل را با هم مقایسه می‌کنیم.

$$K_a = M.\alpha^۲ \begin{cases} \text{محلول ۰/۰۵ مولار}: ۵\times۱۰^{-۱۰} = ۰/۰۵\times\alpha_۱^۲ \Rightarrow \alpha_۱ = ۱۰^{-۴} \\ \text{محلول ۰/۰۰۲ مولار}: ۵\times۱۰^{-۱۰} = ۰/۰۰۲\times\alpha_۲^۲ \Rightarrow \alpha_۲ = ۵\times۱۰^{-۴} \end{cases} \Rightarrow \frac{\alpha_۱}{\alpha_۲} = \frac{۱۰^{-۴}}{۵\times۱۰^{-۴}} = ۰/۲$$

یه راه دیگه: گفتیم که توان دوم α، با غلظت محلول رابطهٔ عکس دارد. از آن‌جا که غلظت محلول اول $(۰/۰۵\ mol.L^{-۱})$، ۲۵ برابر غلظت محلول دوم $(۰/۰۰۲\ mol.L^{-۱})$ است، پس $\alpha_۱^۲$ باید $\frac{۱}{۲۵}$ برابر $\alpha_۲^۲$ بوده و در نتیجه، $\alpha_۱$ نیز $\frac{۱}{۵}$ برابر $\alpha_۲$ است.

تست **اگر درجهٔ یونش اسید HA در محلول ۰/۲ مولار آن برابر ۰/۲ باشد، مقدار K_a برای این اسید در شرایط موردنظر کدام است؟**

۱) ۸×۱۰^{-۳} ۲) ۴×۱۰^{-۳} ۳) ۸×۱۰^{-۲} ۴) $۱۰^{-۲}$

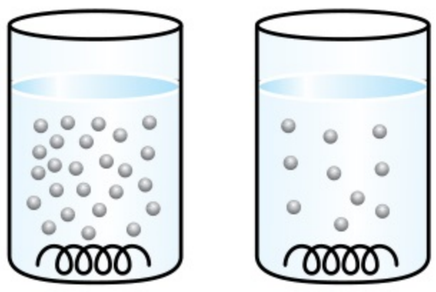
پاسخ **گزینهٔ «۴»** با توجه به مقدار α و روابط گفته‌شده، مقدار K_a را محاسبه می‌کنیم:

$$K_a = \frac{M.\alpha^۲}{۱-\alpha} \Rightarrow K_a = \frac{۰/۲\times(۰/۲)^۲}{۱-۰/۲} = ۰/۰۱$$

یه راه دیگه: می‌توانستیم به جای استفاده از رابطهٔ $K_a = \frac{M.\alpha^۲}{۱-\alpha}$، به طور جداگانه غلظت هر یک از گونه‌های شرکت‌کننده در معادلهٔ یونش اسید HA را به دست بیاوریم و پس از آن، مقدار K_a را به کمک رابطهٔ ثابت یونش، محاسبه کنیم.

واکنش فلزها با اسیدهای مختلف

اغلب فلزها، با محلول‌های اسیدی واکنش داده و منجر به تولید گاز هیدروژن می‌شوند. سرعت واکنش فلزها با محلول‌های اسیدی، علاوه بر دما و جنس فلز، به نوع اسید موجود در محلول و غلظت محلول نیز بستگی دارد.


محلول B　　محلول A

به عنوان مثال، تصاویر مقابل واکنش دو قطعه نوار منیزیم یکسان را با محلول دو اسید متفاوت در دما و غلظت یکسان نشان می‌دهد. همان‌طور که مشخص است، سرعت تولید گاز هیدروژن در ظرف A بیشتر بوده و این بدان معنا است که غلظت یون هیدروژن در محلول موجود در این ظرف بیشتر است. از آن‌جا که غلظت اسید حل‌شده در محلول‌های A و B با هم برابر است اما در محلول A غلظت یون هیدروژن بالاتر است، پس می‌توان گفت که اسید موجود در ظرف A، مقدار α و K_a بالاتری دارد.

نکتهٔ ترکیبی: جنس فلز نیز یکی از عوامل مؤثر در تعیین سرعت واکنش محلول‌های اسیدی با انواع فلزها است؛ به طور مثال، فلز آلومینیم با سرعت بیشتری نسبت به فلز آهن با محلول‌های اسیدی واکنش می‌دهد؛ چرا که آلومینیم واکنش‌پذیری بیشتری نسبت به آهن دارد.

تست **یک قطعه فلز منیزیم، با کدام‌یک از محلول‌های زیر، با سرعت بیشتری واکنش می‌دهد؟ (مقدار K_a برای استیک اسید و هیدروفلوئوریک اسید، به ترتیب برابر $1/8\times10^{-5}$ و $6/6\times10^{-4}$ مول بر لیتر است.)**

۱) محلول ۰/۱ مولار هیدروفلوئوریک اسید　　۲) محلول ۰/۱ مولار استیک اسید

۳) محلول ۰/۲ مولار هیدروفلوئوریک اسید　　۴) محلول ۰/۲ مولار استیک اسید

پاسخ **گزینهٔ «۳»**　از میان گزینه‌های داده‌شده، باید به دنبال محلولی باشیم که اسید حل‌شده در آن قدرت بیشتر (K_a بزرگ‌تر) و غلظت بالاتری داشته باشد. از آن‌جا که K_a هیدروفلوئوریک اسید بزرگ‌تر است، محلول این ماده در شرایط یکسان با شدت بیشتری با آهن واکنش می‌دهد.

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

رسانایی الکتریکی



۱۲۴- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) یک نمونه از فلز آلومینیم، برخلاف یک قطعه از بلور سدیم کلرید، در دستهٔ رساناهای الکترونی قرار می‌گیرد.

۲) اتانول، برخلاف شکر و استون، یک الکترولیت به شمار رفته و محلول آبی آن رسانایی الکتریکی اندکی دارد.

۳) رسانایی الکتریکی محلول‌های حاصل از انحلال همهٔ ترکیب‌های یونی در آب، یکسان و برابر با هم است.

۴) تصویر مقابل را می‌توان به محلول حاصل از انحلال مقداری گاز هیدروژن فلوئورید در آب نسبت داد.

۱۲۵- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) همهٔ رساناهای الکترونی چکش‌خوار بوده و در حالت جامد، دارای سطحی درخشان و براق هستند.

ب) محلول آبی آمونیاک، همانند محلول حاصل از انحلال مقداری N_2O_5 در آب، یک محلول الکترولیت است.

پ) یک نمونه از $NaCl(aq)$، برخلاف نمونه‌هایی از $NaCl(l)$ و $NaCl(s)$، جریان برق را از خود عبور می‌دهد.

ت) با قراردادن محلول آبی سدیم سولفات در یک مدار الکتریکی، یون‌های Na^+ به سمت قطب مثبت حرکت می‌کنند.

۱) ۱　　۲) ۲　　۳) ۳　　۴) ۴

۱۲۶- کدام‌یک از مطالب زیر، نادرست است؟

۱) رسانایی الکتریکی محلول دو مولار $HF(aq)$، کم‌تر از رسانایی الکتریکی محلول یک مولار $HCl(aq)$ است.

۲) یک نمونه از آهن مذاب، برخلاف یک نمونهٔ نقره کلرید مذاب، در دستهٔ رساناهای الکترونی قرار داده می‌شود.

۳) هر ترکیبی که گشتاور دوقطبی آن بزرگ‌تر از صفر باشد، در حالت محلول، رسانای جریان الکتریسیته خواهد بود.

۴) محلولی از ید در هگزان، همانند یک نمونه از محلول متانول در آب، توانایی عبوردادن جریان الکتریسیته را ندارد.

۱۲۷- چند مورد از مطالب زیر دست هستند؟

آ) با توجه به نامحلول بودن نقره کلرید و باریم سولفات در آب، این مواد غیرالکترولیت محسوب می‌شوند.

ب) اگر X معادل با یک ترکیب مولکولی باشد، محلول آبی آن یا نارسانا است، یا رسانایی الکتریکی اندکی دارد.

پ) انحلال جرم‌های برابر از منیزیم برمید و منیزیم کلرید در ۱ لیتر آب، رسانایی را به میزان یکسانی افزایش می‌دهد.

ت) رسانایی الکتریکی محلول ۱ مولار منیزیم کلرید، بیشتر از رسانایی الکتریکی محلول ۰/۵ مولار آمونیوم سولفات است.

۱) صفر　　۲) ۱　　۳) ۲　　۴) ۳

۱۲۸- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) یک محلول آبی که حاوی واکنش‌دهنده‌های مصرف‌شده برای تولید عامل ایجادکنندهٔ بوی آناناس است، جریان الکتریسیته را عبور نمی‌دهد.

۲) اگر چگالی و درصد جرمی محلول‌هایی از سدیم کلرید و سدیم برمید با هم برابر باشد، محلول سدیم کلرید رسانایی بیشتری خواهد داشت.

۳) با قراردادن محلول آبی سدیم کلرید در یک مدار الکتریکی، یون‌هایی که اندازهٔ بزرگ‌تری دارند به سمت قطب منفی حرکت می‌کنند.

۴) با ریختن مقدار اندکی نقره نیترات جامد در محلول آبی سدیم کلرید، رسانایی الکتریکی محلول موردنظر کاهش پیدا می‌کند.

دسته‌بندی انواع اسیدها و بازها

۱۲۹- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

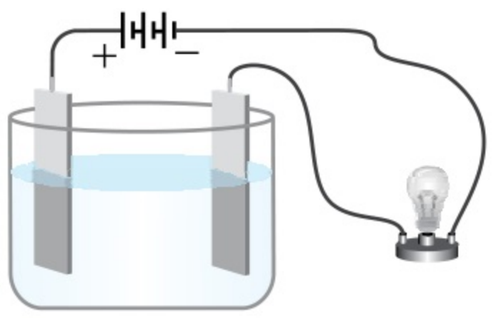
۱) غلظت یون هیدرونیوم بر روی ماندگاری خوراکی‌ها، داروها و مواد آرایشی و بهداشتی تأثیر شایانی دارد.

۲) با قراردادن محلول غلیظی از هیدروکلریک اسید در یک مدار الکتریکی، یون‌های هیدرونیوم به سمت قطب منفی حرکت می‌کنند.

۳) رسانایی محلول الکترولیت‌های مختلف یکسان بوده و این محلول‌ها جریان الکتریکی را به صورت یکسان از خود عبور می‌دهند.

۴) علت ترش‌شدن مزهٔ شیر طی مراحل فاسدشدن آن، افزایش غلظت یون هیدرونیوم در شیر است.

۱۳۰- در صورت انحلال یک مول ..... در محلول مقابل، .....



۱) گاز هیدروژن فلوئورید ـ میزان روشنایی لامپ موجود در مدار تغییری نمی‌کند.

۲) گاز دی‌نیتروژن پنتااکسید ـ ۱ مول یون مثبت و یک مول یون منفی در محلول تولید می‌شوند.

۳) گاز هیدروژن کلرید ـ یون‌های کلرید به سمت تیغهٔ متصل به قطب مثبت حرکت می‌کنند.

۴) گاز آمونیاک ـ مجموعاً دو مول یون چنداتمی در محلول موردنظر تولید می‌شوند.

۱۳۱- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) پتاس سوزآور و سود سوزآور، برخلاف آمونیاک، نمونه‌هایی از بازهای قوی به شمار می‌روند.

ب) رسانایی الکتریکی محلول مولار هیدروسیانیک اسید کم‌تر از رسانایی الکتریکی محلول مولار هیدروکلریک اسید است.

پ) مولکول‌های استیک اسید براساس معادلهٔ: $HCOOH(aq) \rightarrow HCOO^{-}(aq) + H^{+}(aq)$ یونش پیدا می‌کنند.

ت) رسانایی الکتریکی محلول ۱ مولار فورمیک اسید، کم‌تر از رسانایی الکتریکی محلول یک مولار اتانول در آب است.

ث) از یونش هر مولکول هیدروژن کلرید، دو یون حاصل می‌شود که یون مثبت شعاع بزرگ‌تری نسبت به یون دیگر دارد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۳۲- چه تعداد از عبارت‌های داده‌شده درست است؟

آ) اغلب اسیدهایی که در زندگی روزمره با آن‌ها سروکار داریم، در دستهٔ اسیدهای ضعیف قرار می‌گیرند.

ب) در محلول اسیدهای ضعیف، افزون بر اندک یون‌های آب‌پوشیده، مولکول‌های اسید نیز یافت می‌شوند.

پ) کربوکسیلیک اسیدها برخلاف هیدروفلوئوریک اسید، از جمله اسیدهای قوی به شمار می‌روند.

ت) اسیدهای چرب، نوعی از کربوکسیلیک اسیدها هستند که از دو بخش قطبی و ناقطبی تشکیل شده‌اند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۳۳- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) در محلول سرکه، شمار ناچیزی از یون‌های آب‌پوشیده هم‌زمان با شمار زیادی از مولکول‌های فورمیک اسید یونیده‌نشده حضور دارند.

۲) به فرایندی که طی آن یک ترکیب یونی خنثی مثل سدیم هیدروکسید به یون‌هایی با بار مثبت و منفی تبدیل می‌شود، یونش می‌گویند.

۳) ذرات موجود در کلوئیدها، بزرگ‌تر از ذرات موجود در محلول‌ها و سوسپانسیون‌ها بوده و به همین دلیل، کلوئیدها نور را پخش می‌کنند.

۴) نیمی از اتم‌های هیدروژن موجود در ساختار فورمیک اسید، می‌توانند طی فرایند یونش به صورت یون هیدرونیوم وارد محلول شوند.

۱۳۴- چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست است؟

آ) آنیون‌های حاصل از انحلال و یونش مولکول‌های همهٔ اسیدهای قوی در آب، در دستهٔ یون‌های تک‌اتمی قرار می‌گیرند.

ب) مولکول‌های $HF(g)$ طی یک واکنش تعادلی در آب یونش پیدا کرده و یون‌های $F^{-}(aq)$ و $H^{+}(aq)$ را تولید می‌کنند.

پ) در ساختار هر مولکول هیدروژن سیانید، ۴ جفت‌الکترون پیوندی و یک جفت‌الکترون ناپیوندی وجود دارد.

ت) محلول جوهرنمک، حاوی یک اسید قوی بوده و به عنوان یک پاک‌کنندهٔ خورنده مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۳۵- کدام‌یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟

۱) اسیدهای قوی را می‌توان محلولی از یون‌های آب‌پوشیده دانست، به طوری که در آن‌ها تقریباً هیچ مولکول یونیده‌نشده‌ای وجود ندارد.

۲) رسوب تشکیل‌شده بر روی دیوارهٔ دیگ‌های بخار آن چنان به این سطوح می‌چسبد که با صابون و پاک‌کننده‌های غیرصابونی زدوده نمی‌شود.

۳) یون استات، از یونش استیک اسید حاصل می‌شود و در ساختار لوویس آن، ۶ پیوند اشتراکی و ۵ جفت‌الکترون ناپیوندی وجود دارد.

۴) در کربوکسیلیک اسیدها، فقط اتم هیدروژن متصل به گروه کربوکسیل می‌تواند به صورت یون هیدرونیوم وارد محلول بشود.

درجهٔ یونش اسیدها و بازها

۱۳۶- چه تعداد از مطالب زیر درست هستند؟

آ) قدرت رسانایی الکتریکی محلول یک مولار هیدرویدیک اسید، با قدرت رسانایی محلول یک مولار $HCl(aq)$ برابر است.

ب) تغییر غلظت شکر حل‌شده در یک محلول، تأثیری بر قدرت رسانایی الکتریکی محلول موردنظر ندارد.

پ) اسیدهای موجود در سرکهٔ سیب، انگور و مرکبات، از جمله اسیدهای خوراکی و قوی به حساب می‌آیند.

ت) اسیدهای قوی مثل HCl و اسیدهای ضعیف مثل HF را بر مبنای مقدار انحلال‌پذیری آن‌ها در آب دسته‌بندی می‌کنند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۳۷- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) هیدروفلوئوریک اسید، همانند هیدروکلریک اسید و نیتریک اسید، در دستهٔ اسیدهای تک‌پروتون‌دار قرار دارد.

۲) در شرایط یکسان، شمار یون‌های موجود در محلول هیدروفلوئوریک اسید، کم‌تر از محلول هیدروکلریک اسید است.

۳) در محلول اسید ضعیف HA که درصد یونش آن برابر ۲۰٪ است، غلظت مولکول‌های HA، ۵ برابر غلظت یون A^- است.

۴) در محلول پروپانوئیک اسید، تعداد ناچیزی از یون‌های آب‌پوشیده و شمار زیادی از مولکول‌های اسید یونیده‌نشده حضور دارند.

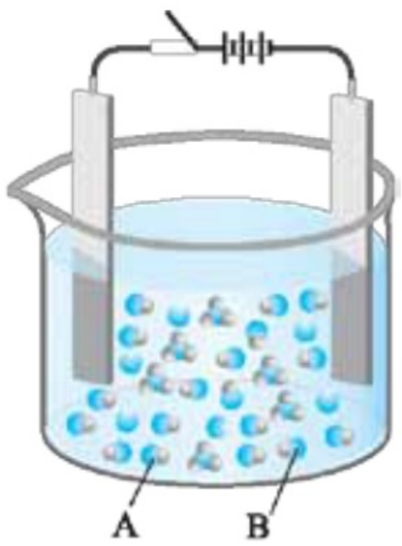
۱۳۸- در محلولی از اسید ضعیف HB، به ازای هر یون B^-، چهار مولکول اسید یونیده‌نشده وجود دارد. درجهٔ یونش این اسید در شرایط داده‌شده کدام است؟

۱) ۰/۲ ۲) ۰/۲۵ ۳) ۰/۳۳ ۴) ۰/۱۲۵

۱۳۹- درجهٔ یونش هیدروفلوئوریک اسید در محلولی به غلظت ۰/۴ مولار از این ترکیب، برابر ۰/۰۲۵ است. اگر چگالی محلول موردنظر برابر با $1\,g.mL^{-1}$ باشد، غلظت یون فلوئورید در آن برحسب ppm کدام است؟ $(F=19, H=1: g.mol^{-1})$

۱) ۱۹۰۰ ۲) ۹۵۰ ۳) ۱۹۰ ۴) ۹۵

۱۴۰- تصویر مقابل، نمایی از محلول یک اسید ضعیف را نشان می‌دهد. مطابق این تصویر، درجهٔ یونش اسید موردنظر برابر ..... بوده و در صورت برقراری جریان در مدار، یون‌های هیدرونیوم به سمت ..... حرکت کرده و مولکول‌های اسید هم مطابق ذرهٔ ..... جهت‌گیری پیدا می‌کنند.



۱) ۰/۲۵ ـ راست ـ A

۲) ۰/۲ ـ راست ـ A

۳) ۰/۲ ـ چپ ـ B

۴) ۰/۲۵ ـ چپ ـ B

۱۴۱- اگر درجهٔ یونش اسید HA، دو برابر درجهٔ یونش اسید HB باشد، کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با محلول‌های مجزایی از این اسیدها نادرست است؟

۱) در محلول‌هایی با غلظت یکسان از این اسیدها، غلظت یون هیدرونیوم در محلول HA، دو برابر غلظت این یون در محلول HB است.

۲) در صورت یکسان‌بودن شرایط و غلظت مولی برای محلول این اسیدها، رسانایی الکتریکی محلول HA بیشتر از محلول HB خواهد بود.

۳) در محلول‌هایی با غلظت برابر از این اسیدها، غلظت مولکول‌های HB در محلول این اسید، دو برابر غلظت مولکول‌های HA در محلول این اسید است.

۴) خاصیت اسیدی محلول حاصل از انحلال ترکیب‌های HA و یا HB در آب را به وجود یون هیدرونیوم در این محلول‌ها نسبت می‌دهند.

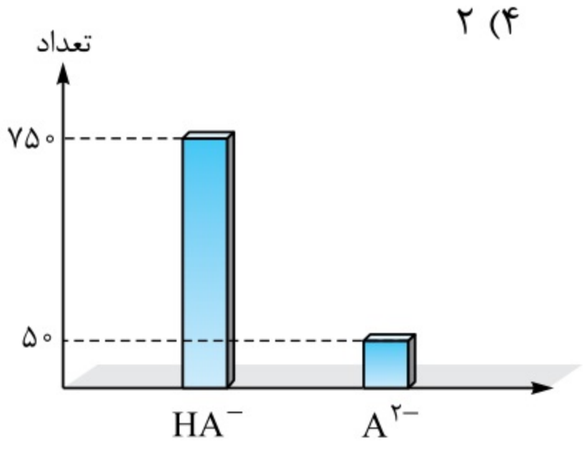
۱۴۲- معادلهٔ مراحل اول و دوم یونش اسید H_2A به ترتیب به صورت: $H_2A(aq) \rightarrow H_3O^+(aq) + HA^-(aq)$ و $HA^-(aq) \rightarrow H_3O^+(aq) + A^{2-}(aq)$ است. اگر درصد یونش مراحل اول و دوم یونیده‌شدن این اسید به ترتیب برابر با ۲۰٪ و ۱۰٪ باشد، غلظت یون هیدرونیوم در محلول این اسید، چند برابر غلظت مولکول‌های یونیده‌نشدهٔ اسید خواهد بود؟

۱) ۰/۵ ۲) ۰/۱ ۳) ۰/۵۵ ۴) ۰/۲۷۵

۱۴۳- ۱۶ لیتر گاز دی‌نیتروژن پنتااکسید را در دمای ۱۱۷ درجهٔ سلسیوس و فشار یک اتمسفر در ۲۱۰۶ mL آب خالص حل می‌کنیم تا یک محلول همگن با چگالی $1/08\,g.mL^{-1}$ به دست بیاید. مجموع غلظت مولی یون‌های موجود در محلول حاصل از این فرایند، برابر چند $mol.L^{-1}$ است؟ $(O=16, N=14: g.mol^{-1})$

۱) ۰/۵ ۲) ۱ ۳) ۱/۵ ۴) ۲

۱۴۴- نمودار مقابل، تعداد یون‌های حاصل از انحلال ۱۰۰۰ مولکول از اسید H_2A در مقداری آب را نشان می‌دهد. با توجه به داده‌های این نمودار، درصد یونش مرحلهٔ اول یونیده‌شدن این اسید برابر ..... بوده و طی این فرایند ..... یون H_3O^+ در محلول تولید می‌شود.



۱) ٪۷۵ ـ ۸۵۰ ۲) ٪۸۰ ـ ۸۰۰

۳) ٪۷۵ ـ ۸۰۰ ۴) ٪۸۰ ـ ۸۵۰

۱۴۵- اگر درصد یونش اسید HX برابر ۲/۵٪ باشد، بر اثر انحلال هر مول از این اسید در آب، چند یون X^- در محلول موردنظر تولید می‌شود؟

۱) $۱/۲۰۴\times۱۰^{۲۱}$ ۲) $۳/۰۲\times۱۰^{۲۳}$ ۳) $۱/۵۰۵\times۱۰^{۲۲}$ ۴) $۶/۰۲\times۱۰^{۲۲}$

۱۴۶- محلول‌هایی با غلظت و شرایط یکسان از اسیدهای HX و HY در اختیار داریم. اگر درجهٔ یونش اسید HX، ۴ برابر درجهٔ یونش HY بوده و غلظت مولکول‌های HY نیز در محلول این اسید، ۱/۵ برابر غلظت مولکول‌های HX در محلول آن باشد، مجموع درجهٔ یونش این دو اسید برابر با کدام‌یک از گزینه‌های زیر می‌شود؟

۱) ۰/۸ ۲) ۰/۲۵ ۳) ۰/۵ ۴) ۰/۴

۱۴۷- انحلال‌پذیری $HNO_۳$ در دمای $۲۵^\circ C$، برابر ۸۲/۲۵ g در ۱۰۰ g آب است. اگر درصد یونش این ترکیب در شرایط موردنظر برابر ۰/۵۵٪ و چگالی محلول سیرشدهٔ این ترکیب در شرایط موردنظر برابر $۱/۴۵۸\ g.mL^{-۱}$ باشد، غلظت یون هیدرونیوم در محلول سیرشده‌ای از این ترکیب در شرایط موردنظر کدام است؟ $(O=۱۶, N=۱۴, H=۱: g.mol^{-۱})$

۱) ۰/۱۶۵ ۲) ۰/۰۵۵ ۳) ۰/۰۷۷ ۴) ۰/۱۵۴

۱۴۸- غلظت مولی یون هیدرونیوم در محلول ۷/۵ درصد جرمی هیدروفلوئوریک اسید با چگالی $۱/۲\ g.mL^{-۱}$، در شرایطی که درجهٔ یونش این اسید برابر ۰/۰۲۴ می‌باشد، کدام است؟

۱) ۰/۱۴۴ ۲) ۰/۲۵۹ ۳) ۰/۱۰۸ ۴) ۰/۲۱۶

ثابت یونش اسیدها و بازها

۱۴۹- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) در ساختار لوویس آنیون حاصل از یونش مولکول‌های نیترو اسید، ۴ پیوند اشتراکی و ۶ جفت‌الکترون ناپیوندی وجود دارد.

۲) برای محاسبهٔ درجهٔ یونش اسیدها، باید شمار مولکول‌های اسید یونیده‌شده را بر شمار مولکول‌های اسید یونیده‌نشده تقسیم کنیم.

۳) فورمیک اسید، همانند استیک اسید، در دستهٔ اسیدهای ضعیف قرار داشته و درجهٔ یونش آن کم‌تر از یک است.

۴) محلول نیترو اسید، همانند محلول حاصل از انحلال دی‌نیتروژن پنتااکسید در آب، خاصیت اسیدی داشته و pH آن بیشتر از ۷ است.

۱۵۰- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) سرکهٔ سیب را می‌توان محلولی شامل یون‌های آب‌پوشیده دانست به طوری که در آن تقریباً هیچ مولکول اسید یونیده‌نشده‌ای وجود ندارد.

۲) اگر بر اثر انحلال اسید HA در آب، به ازای هر یون H^+، ده مولکول HA در محلول وجود داشته باشد، درجهٔ یونش این اسید برابر ۰/۱ است.

۳) در محلول ۲ مولار استیک اسید در دمای اتاق، غلظت یون هیدرونیوم بیشتر از غلظت مولکول‌های استیک اسید است.

۴) در شرایط یکسان از نظر دما و غلظت، قدرت اسیدی محلول نیتریک اسید بیشتر از قدرت اسیدی محلول فورمیک اسید است.

۱۵۱- چه تعداد از عبارت‌های زیر درست هستند؟

آ) شمار اتم‌های هیدروژن موجود در هر مول استیک اسید، دو برابر شمار اتم‌های هیدروژن موجود در هر مول فورمیک اسید است.

ب) در محلولی از فورمیک اسید با غلظت ۰/۱ مول بر لیتر، غلظت یون هیدرونیوم بیشتر از غلظت یون $HCOO^-$ است.

پ) مولکول‌های استیک اسید، همانند مولکول‌های اسید چرب و روغن زیتون، از عناصر کربن، اکسیژن و هیدروژن ساخته شده‌اند.

ت) همهٔ اسیدهای تک‌پروتون‌دار، در ساختار مولکول‌های سازندهٔ خود، فقط دارای یک اتم هیدروژن هستند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۵۲- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

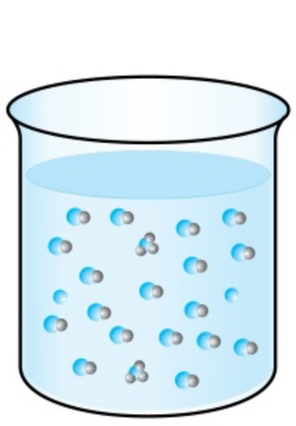
۱) در دمای یکسان، K_a برای محلول یک مولار استیک اسید، کم‌تر از مقدار K_a در محلول ۰/۰۱ مولار هیدروکلریک اسید است.

۲) در یک نمونه محلول هیدروفلوئوریک اسید، غلظت یون هیدرونیوم کم‌تر از غلظت مولکول‌های HF است.

۳) طی انحلال ۰/۰۱ مول گاز گوگرد تری‌اکسید در یک لیتر آب، محلولی با غلظت $۰/۰۱\ mol.L^{-۱}$ از یون سولفات به دست می‌آید.

۴) برای محاسبهٔ مقدار K_a محلول هیدروسیانیک اسید، باید غلظت گونه‌های HCN و $H_۲O$ را در مخرج کسر قرار بدهیم.

۱۵۳- ۰/۰۱۸ مول اسید HA را در یک لیتر آب خالص حل می‌کنیم. پس از یونش، مولکول‌های اسید در محلول موردنظر به صورت مقابل درمی‌آید. مقدار K_a برای این اسید کدام است؟



۱) $۱/۸\times۱۰^{-۴}$

۲) ۲×۱۰^{-۵}

۳) $۱/۸\times۱۰^{-۵}$

۴) ۲×۱۰^{-۴}

۱۵۴- اگر درجهٔ یونش اسید HA در محلول یک مولار آن، برابر ۰/۲ باشد، مقدار K_a برای اسید موردنظر برابر ..... مول بر لیتر بوده و در هر لیتر از این محلول، ..... مول یون وجود خواهد داشت.

۱) ۰/۰۴ _ ۰/۲ ۲) ۰/۰۵ _ ۰/۴ ۳) ۰/۰۴ _ ۰/۴ ۴) ۰/۰۵ _ ۰/۲

۱۵۵- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

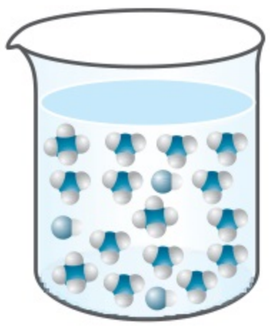
۱) با افزایش غلظت اسید حل‌شده در یک محلول، مقدار K_a برای اسید موردنظر کاهش پیدا می‌کند.

۲) مقدار ثابت یونش اسیدها، میزان یونش ترکیب اسیدی موردنظر را در لحظهٔ برقراری تعادل در محلول نشان می‌دهد.

۳) مقدار ثابت یونش اسیدی، برای اسیدهای قوی مثل هیدروکلریک اسید تقریباً برابر با $1\ mol.L^{-1}$ است.

۴) از آن‌جا که اغلب ذرات $HF(g)$ به صورت مولکولی در آب حل می‌شوند، محلول $HF(aq)$ همانند محلول شکر در آب، رسانایی الکتریکی ندارد.

۱۵۶- تصویر مقابل، یک نمونهٔ دو لیتری از محلول آمونیاک را نشان می‌دهد. اگر هر ذرهٔ موجود در این تصویر معادل با ۰/۰۲ مول باشد، کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟



۱) درصد یونش مولکول‌های آمونیاک در این محلول برابر با ۲۰٪ است.

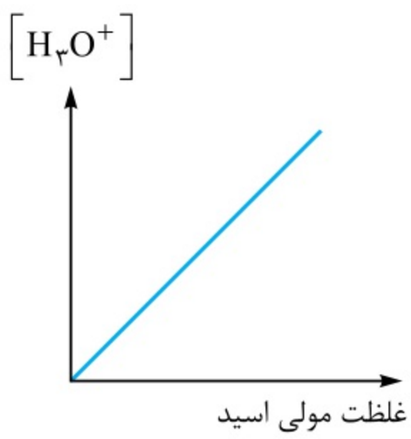
۲) قدرت بازی این محلول، کم‌تر از قدرت بازی محلول ۰/۰۵ مولار سدیم هیدروکسید است.

۳) چون درجهٔ یونش آمونیاک کم‌تر از ۱ است، این ماده یک باز ضعیف به شمار می‌رود.

۴) ثابت یونش آمونیاک در این محلول بازی برابر با $7/5\times10^{-4}$ مول بر لیتر است.

۱۵۷- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) نمودار مقابل را می‌توان در رابطه با غلظت یون هیدرونیوم در محلول $HF(aq)$ رسم کرد.



ب) در محلول غلیظی از نیتریک اسید، غلظت یون نیترات با غلظت یون هیدرونیوم برابر است.

پ) در محلول ۰/۰۲ مولار استیک اسید، غلظت یون استات کم‌تر از غلظت $CH_3COOH(aq)$ است.

ت) در دما و غلظت یکسان، غلظت یون هیدرونیوم در محلول $HCN(aq)$ بیشتر از محلول استیک اسید است.

۱) ۱ ۲) ۲

۳) ۳ ۴) ۴

۱۵۸- ۰/۲۳ گرم فورمیک اسید خالص را در مقداری آب حل کرده و حجم محلول را به ۵۰۰ mL می‌رسانیم. اگر در این محلول، $6/02\times10^{20}$ یون هیدرونیوم وجود داشته باشد، مقدار K_a برای فورمیک اسید در شرایط موردنظر برابر با چند $mol.L^{-1}$ است؟ $(O=16, C=12, H=1: g.mol^{-1})$

۱) 5×10^{-4} ۲) $2/5\times10^{-4}$ ۳) $2/5\times10^{-5}$ ۴) 5×10^{-5}

۱۵۹- اگر غلظت یون آمونیوم در یک نمونه از محلول ۰/۲۵ مولار آمونیاک با چگالی $1\ g.mL^{-1}$، برابر با ۹۰۰ ppm باشد، ثابت یونش آمونیاک در این شرایط کدام است؟ $(N=14, H=1: g.mol^{-1})$

۱) $\frac{1}{6400}$ ۲) $\frac{1}{64}$ ۳) $\frac{1}{8000}$ ۴) $\frac{1}{80}$

۱۶۰- ۳/۴ g از اسید HA خالص را در یک لیتر محلول ۰/۵ مولار هیدروکلریک اسید حل می‌کنیم. اگر K_a اسید HA در شرایط موردنظر برابر با $1/3\times10^{-1}\ mol.L^{-1}$ باشد، چند درصد از مولکول‌های اسید HA حل‌شده در محلول، طی این فرایند یونش پیدا می‌کنند؟ $(A=33, H=1: g.mol^{-1})$

۱) ۴۰ ۲) ۶۰ ۳) ۲۰ ۴) ۸۰

۱۶۱- محلولی از اسید HX و اسید HY در اختیار داریم. اگر در این محلول، غلظت اسید HX برابر ۰/۰۲ مولار و غلظت اسید HY برابر ۰/۰۱۲ مولار بوده و درجهٔ یونش اسید HX نیز برابر با ۰/۲ باشد، ثابت یونش اسید HY کدام است؟ (ثابت یونش اسید HX برابر با 2×10^{-3} است.)

۱) $2/5\times10^{-3}$ ۲) 5×10^{-3} ۳) 4×10^{-3} ۴) 10^{-3}

۱۶۲- در محلولی از اسیدهای HA و HB، غلظت مولی HA، چهار برابر غلظت مولی HB است. اگر درجهٔ یونش اسیدهای HA و HB در این محلول به ترتیب برابر ۰/۲ و ۰/۴ باشد، ثابت یونش اسید HA در این شرایط چند برابر ثابت یونش اسید HB است؟

۱) ۰/۷۵ ۲) ۰/۶۲۵ ۳) ۰/۳۷۵ ۴) ۰/۸۷۵

رابطهٔ ثابت یونش و درجهٔ یونش اسیدها

۱۶۳- اگر درصد یونش محلول یک مولار یک اسید ضعیف برابر ۱٪ باشد، K_a آن با تقریب کدام است؟

۱) 10^{-1} ۲) 10^{-2} ۳) 10^{-3} ۴) 10^{-4}

۱۶۴- اگر مقدار K_a برای اسید ضعیف HB برابر 9×10^{-7} باشد، غلظت یون هیدرونیوم در محلول ۰/۱ مولار این اسید با چگالی $1/14\ g.L^{-1}$، برابر با چند ppm است؟ $(O=16, H=1: g.mol^{-1})$

۱) ۱۰۰ ۲) ۱۰ ۳) ۵۰ ۴) ۵

۱۶۵- اگر مقدار K_a برای یک اسید ضعیف تک‌پروتون‌دار برابر $9\times10^{-5}\ mol.L^{-1}$ باشد، مقدار α در محلول 10^{-4} مولار آن، تقریباً چند برابر مقدار α در محلول ۰/۱ مولار آن بوده و غلظت یون هیدرونیوم در محلول 10^{-4} مولار این اسید، چند برابر غلظت مولی یون هیدرونیوم در محلول ۰/۱ مولار آن است؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.)

۱) ۲۰ ـ ۰/۰۲ ۲) ۱۰۰ ـ ۰/۰۲ ۳) ۲۰ ـ ۰/۰۸ ۴) ۱۰۰ ـ ۰/۰۸

۱۶۶- اگر در محلول ۲/۵ درصد جرمی هیدروفلوئوریک اسید با چگالی $1/2\ g.mL^{-1}$، غلظت مولی یون فلوئورید برابر با $0/03\ mol.L^{-1}$ باشد، مقدار ثابت یونش هیدروفلوئوریک اسید در این شرایط برابر با چند مول بر لیتر است؟ $(F=19, H=1: g.mol^{-1})$

۱) 3×10^{-4} ۲) 3×10^{-3} ۳) 6×10^{-4} ۴) 6×10^{-3}

۱۶۷- غلظت یون هیدرونیوم در ۵ لیتر محلول ۰/۲ مولار اسید HA برابر با $0/004\ mol.L^{-1}$ است. در صورت افزودن ۱۵ لیتر آب خالص به این محلول، غلظت یون هیدرونیوم در آن چند برابر می‌شود؟

۱) ۰/۰۴ ۲) ۰/۲۵ ۳) ۰/۱۶ ۴) ۰/۵

۱۶۸- در یک دمای مشخص، انحلال‌پذیری گاز آمونیاک برابر با ۶۸ گرم در ۱۰۰ گرم آب و چگالی محلول سیرشدهٔ آن برابر با $1/12\ g.mL^{-1}$ است. اگر درصد یونش مولکول‌های آمونیاک در این شرایط برابر ۳٪ باشد، ثابت یونش این ماده در شرایط موردنظر کدام است؟ $(N=14, H=1: g.mol^{-1})$

۱) ۰/۰۳۲ ۲) ۰/۰۲۴ ۳) ۰/۰۱۶ ۴) ۰/۰۲۷

۱۶۹- محلول‌های مجزایی از هیدروسیانیک اسید با غلظت‌های مختلف در اختیار داریم. اگر درصد جرمی و چگالی محلول (I)، به ترتیب ۵ و ۱/۲۵ برابر درصد جرمی و چگالی محلول (II) باشد، درصد جرمی یون هیدرونیوم در محلول (I)، چند برابر درصد جرمی این یون در محلول (II) است؟

۱) ۲ ۲) ۱/۶ ۳) ۱/۲ ۴) ۲/۵

واکنش اسیدها با فلزها

۱۷۰- اگر مقدار K_a برای محلول اسید HA بیشتر از مقدار K_a برای محلول اسید HB باشد، قطعاً .....

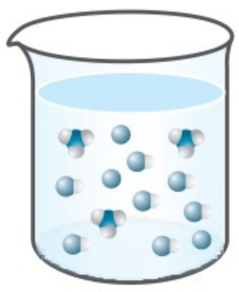
۱) رسانایی الکتریکی محلولی از اسید HA، بیشتر از رسانایی الکتریکی محلولی از اسید HB خواهد بود.

۲) در محلول‌هایی با غلظت برابر از این اسیدها، محلول HA(aq) با شدت بیشتری نسبت به محلول HB(aq) با فلز منیزیم واکنش می‌دهد.

۳) مقدار درجهٔ یونش برای اسید HA بیشتر بوده و تعداد بیشتری از مولکول‌های HA در محلول این اسید، یونش پیدا می‌کنند.

۴) در محلول‌های مجزایی با غلظت برابر از این اسیدها، غلظت یون B^- در محلول HB(aq) بیشتر از غلظت A^- در محلول HA(aq) است.

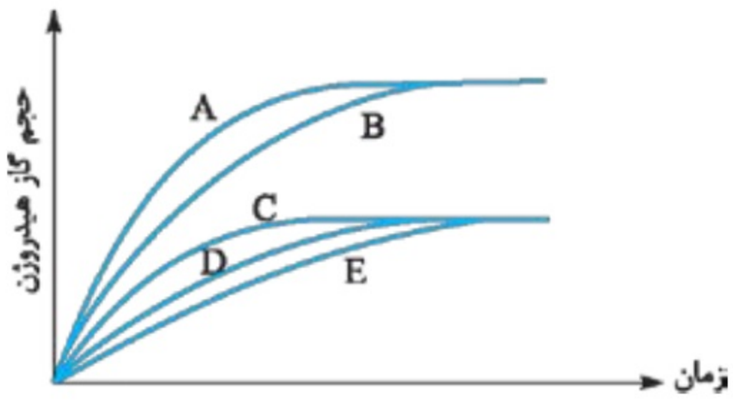
۱۷۱- تصویر مقابل، یک نمونه از محلول هیدروفلوئوریک اسید را نشان می‌دهد. اگر در این محلول، هر ذره معادل با ۰/۰۲۵ مول ماده باشد، از واکنش کامل آن با یک قطعه فلز منیزیم، چند لیتر گاز هیدروژن در دمای $78\ ^\circ C$ و فشار ۰/۵ اتمسفر تولید می‌شود؟



۱) ۷/۲ ۲) ۱/۸
۳) ۳/۶ ۴) ۱۴/۴

۱۷۲- نمودار زیر، مقدار گاز هیدروژن تولیدشده طی واکنش محلول‌هایی به حجم برابر از استیک اسید و هیدروکلریک اسید با مقادیر کافی از فلزات روی و آلومینیم را نشان می‌دهد. با توجه به اطلاعات داده‌شده از این فرایندها، نمودار ..... را می‌توان به واکنش ..... نسبت داد.

نوع فلز	غلظت اسید	نوع اسید	شمارهٔ واکنش
روی	۲ M	هیدروکلریک اسید	۱
آلومینیم	۱ M	استیک اسید	۲
آلومینیم	۱ M	هیدروکلریک اسید	۳
روی	۱ M	استیک اسید	۴
آلومینیم	۲ M	هیدروکلریک اسید	۵



۱) A ۲) E ۳) D ۴) C

۱۷۳- غلظت یون هیدرونیوم در محلولی از استیک اسید با $K_a = 4\times10^{-6}$، برابر با 2×10^{-4} مول بر لیتر است. ۵۰۰ میلی لیتر از این محلول، با چند میلی‌گرم فلز روی به طور کامل واکنش می‌دهد؟ $(Zn=65\ g.mol^{-1})$

۱) ۲۴۳/۷۵ ۲) ۳۲۵ ۳) ۸۱/۲۵ ۴) ۱۶۲/۵

بخش ۵ قدرت اسیدی محلول‌ها و pH

راه‌های تشخیص pH محلول

خاصیت اسیدی یا بازی یک محلول، به وجود یون‌های H^+ و OH^- در محلول موردنظر نسبت داده شده و از مقیاس pH نیز برای مقایسهٔ میزان اسیدی یا بازی بودن محلول‌های مختلف استفاده می‌شود. یکی از راه‌های به دست آوردن pH محلول‌های مختلف، استفاده از کاغذ pH است. این کاغذ در مجاورت با محلول‌های اسیدی یا بازی تغییر رنگ می‌دهد و این تغییر رنگ، معیاری برای تشخیص اسیدی یا بازی بودن محلول است. در واقع رنگی که این کاغذ در یک محلول به خود می‌گیرد، نشان‌دهندهٔ pH تقریبی آن محلول است. این کاغذ در محلول‌هایی با خاصیت اسیدی (pH کم‌تر از ۷) به رنگ قرمز و در محلول‌هایی با خاصیت بازی (pH بزرگ‌تر از ۷) به رنگ آبی درمی‌آید. استفاده از pH سنج‌های دیجیتال نیز یکی از روش‌های دقیق به دست آوردن pH محلول‌ها است.

چندنکته

- محتویات موجود در هر عضو از بدن انسان، براساس وظیفه و کارکرد آن عضو، pH خاصی دارند. به عنوان مثال، pH بزاق تقریباً برابر ۶ و pH شیرهٔ معده تقریباً برابر ۱/۷ بوده و این محلول‌ها خاصیت اسیدی دارند. در طرف مقابل، pH خون و محتویات روده به ترتیب برابر ۷/۴ و ۸/۵ است؛ پس این محیط‌ها خاصیت بازی دارند.
- از کلسیم اکسید (آهک) به عنوان یک اکسید فلزی با خاصیت بازی، برای کنترل میزان pH آب دریاچه‌ها و خاک استفاده می‌شود. به عنوان مثال، در صورت کاهش pH آب دریاچه‌ها، کلسیم اکسید را به کمک هلیکوپتر بر روی آب آن‌ها می‌پاشند تا pH آب افزایش پیدا کند.
- شیر ترش‌شده، محتوی لاکتیک اسید بوده و به خاطر وجود این ماده، pH آن کم‌تر از ۷ است و کاغذ pH در مجاورت با آن قرمزرنگ می‌شود.

اگه یادتون باشه، از این ماده برای تولید پلی‌لاکتیک اسید استفاده می‌شه.

مفهوم pH محلول‌ها

برای سنجش میزان اسیدی‌بودن محلول‌ها، باید غلظت یون H^+ موجود در آن‌ها را تعیین کنیم. از آن‌جا که غلظت یون هیدروژن در اغلب محلول‌های آبی بسیار کوچک بوده و کارکردن با آن بسیار پیچیده است، برای پرهیز از بیان غلظت‌های کم و بسیار کم یون هیدروژن، می‌توان از کمیت pH استفاده کرد که اعدادی به مراتب ساده‌تر و قابل فهم‌تر ارائه می‌دهد. pH محلول‌های آبی در دمای اتاق، با اعدادی در گسترهٔ ۰ تا ۱۴ بیان می‌شود و به صورت زیر قابل محاسبه است:

$$pH = -\log[H^+]$$

برای محاسبهٔ pH محلول‌های مختلف، باید از غلظت H^+ در آن محلول‌ها لگاریتم بگیرید؛ پس حتماً قواعد مربوط به لگاریتم را به خوبی بلد باشید. این قوانین عبارت هستند از:

- $\log \frac{a}{b} = \log a - \log b$
- $\log a.b = \log a + \log b$
- $\log a^n = n.\log a$

طراحان محترم کنکور! مقدار لگاریتم اعداد مختلف را در سؤالات مربوط به محاسبهٔ pH محلول‌ها نمی‌دهند؛ پس حتماً مقدار لگاریتم عددهای زیر را به خاطر بسپارید:

- $\log ۵ = ۰/۷$
- $\log ۷ = ۰/۸۵$
- $\log ۳ = ۰/۵$
- $\log ۲ = ۰/۳$

چندنکته

- به کمک رابطهٔ روبه‌رو، می‌توان غلظت یون هیدروژن موجود در یک محلول را از روی مقدار pH آن محلول محاسبه کرد: $[H^+] = ۱۰^{-pH}$
- مقدار pH یک محلول، فاقد یکا است.
- با افزایش غلظت یون H^+ در یک محلول، خاصیت اسیدی آن محلول افزایش پیدا کرده و مقدار pH آن کاهش پیدا می‌کند؛ پس می‌توان گفت غلظت یون H^+ در یک محلول، با pH آن محلول رابطهٔ عکس دارد.

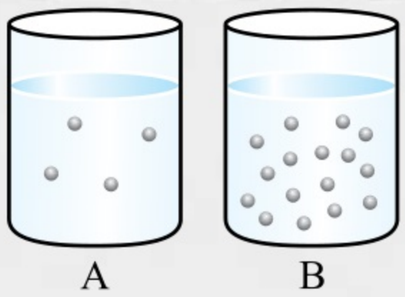
تست **pH یک محلول برابر ۲ و pH محلول دیگری برابر ۸ است. غلظت یون H^+ در محلول دوم، چند برابر محلول اول است؟**

۱) $۱۰^{-۶}$ ۲) ۴×۱۰^{۲} ۳) $۱۰^{+۶}$ ۴) $۲/۵\times۱۰^{-۲}$

پاسخ **گزینهٔ «۱»** ابتدا غلظت یون H^+ را در هر یک از این محلول‌ها به دست آورده و مقادیر حاصل را با هم مقایسه می‌کنیم.

$$[H^+] = ۱۰^{-pH} \begin{cases} \text{محلول اول: } [H^+] = ۱۰^{-۲} \\ \text{محلول دوم: } [H^+] = ۱۰^{-۸} \end{cases} \Rightarrow \frac{\text{غلظت } H^+ \text{ در محلول دوم}}{\text{غلظت } H^+ \text{ در محلول اول}} = \frac{۱۰^{-۸}}{۱۰^{-۲}} = ۱۰^{-۶}$$

تست تصویر مقابل، نمایی از یون‌های هیدروژن موجود در دو محلول هم‌حجم را نشان می‌دهد. در این شرایط، **pH** محلول **A** به اندازهٔ ..... واحد، ..... از **pH** محلول **B** است.



۱) ۰/۳ ـ کم‌تر
۲) ۰/۶ ـ کم‌تر
۳) ۰/۳ ـ بیشتر
۴) ۰/۶ ـ بیشتر

پاسخ **گزینهٔ «۴»** اگر غلظت یون H^+ در محلول A برابر با $M\ mol.L^{-1}$ باشد، با توجه به تصاویر داده‌شده، غلظت این یون در محلول B برابر $4M\ mol.L^{-1}$ می‌شود.

$$pH_A - pH_B = (-\log[H_A^+]) - (-\log[H_B^+]) = (\log[H_B^+]) - (\log[H_A^+]) \xrightarrow{\log\frac{a}{b}=\log a-\log b} pH_A - pH_B = \log\frac{[H_B^+]}{[H_A^+]}$$

$$= \log\frac{4M}{M} = \log 4 = \log 2^2 = 2\log 2 = 2\times 0/3 = 0/6$$

چون غلظت یون H^+ در محلول A کم‌تر از محلول B است، پس این محلول خاصیت اسیدی کم‌تر و pH بیشتری نسبت به محلول B دارد.

محاسبهٔ pH محلول اسیدهای قوی و اسیدهای ضعیف

همان‌طور که می‌دانیم، در محلول اسیدهای قوی، کل مولکول‌های اسید حل‌شده یونش پیدا کرده و به یون‌هایی با بار مثبت و منفی تبدیل می‌شوند در حالی که در محلول اسیدهای ضعیف، فقط مقدار کمی از مولکول‌های حل‌شده یونش پیدا می‌کنند و شمار زیادی از مولکول‌ها، به صورت دست‌نخورده باقی می‌مانند. برای محاسبهٔ غلظت یون هیدروژن در محلولی از یک اسید تک‌پروتون‌دار با غلظت مولی M و درجهٔ یونش α، می‌توانیم از رابطهٔ مقابل استفاده کنیم:

$$[H^+] = M.\alpha$$

واضح است که اگر محلول موردنظر مربوط به یک اسید قوی باشد، مقدار α برای آن اسید برابر یک بوده و غلظت یون هیدروژن در این محلول، با غلظت اسید حل‌شده در آن برابر است.

تست **۲ مول گاز هیدروژن کلرید را در مقداری آب حل کرده و حجم محلول حاصل را با اضافه‌کردن آب خالص، به ۱۰ L می‌رسانیم. pH محلول حاصل کدام است؟**

۱) ۰/۳
۲) ۱/۳
۳) ۰/۷
۴) ۰/۵

پاسخ **گزینهٔ «۳»** **گام اول:** ابتدا غلظت HCl را در محلول نهایی به دست آورده و پس از آن، غلظت یون هیدروژن را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{غلظت مولی HCl} = \frac{\text{مول HCl}}{\text{لیتر محلول}} = \frac{2\ mol}{10\ L} = 0/2\ mol.L^{-1} \Rightarrow [H^+] = M.\alpha = 0/2\times 1 = 0/2\ mol.L^{-1}$$

گام دوم: با توجه به غلظت یون هیدروژن، pH محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$pH = -\log[H^+] = -\log\frac{2}{10} = -(\log 2 - \log 10) = -(0/3-1) = 0/7$$

تست **در دمای معین، درجهٔ یونش اسید HA در محلول ۰/۴ مولار آن، برابر ۰/۰۲۵ است. pH این محلول در دمای موردنظر کدام است؟**

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

پاسخ **گزینهٔ «۲»** ابتدا غلظت یون هیدروژن را به دست آورده و پس از آن، pH محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$[H^+] = M.\alpha = 0/4\times 0/025 = 0/01\ mol.L^{-1}$$

$$pH = -\log[H^+] = -\log 0/01 = 2$$

محاسبهٔ pH آب خالص

براساس آزمایش‌های انجام‌شده، نمونه‌ای از آب خالص که فاقد هر گونه حل‌شونده‌ای است، رسانایی الکتریکی ناچیزی دارد که وجود آن را به حضور **مقدار بسیار اندکی** از یون‌های هیدروکسید (OH^-) و هیدروژن (H^+) در آب خالص نسبت می‌دهند. یون‌های موردنظر، براساس واکنش: $H_2O(l) \rightleftharpoons H^+(aq) + OH^-(aq)$ در آب تولید می‌شوند. ثابت تعادل این واکنش به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$H_2O(l) \rightleftharpoons OH^-(aq) + H^+(aq) \qquad K = K_W = [OH^-][H^+]$$

آزمایش‌های مختلف نشان می‌دهد که مقدار K_W در دمای اتاق $(25\ ^\circ C)$، برابر با $10^{-14}\ mol^2.L^{-2}$ است که این مقدار، همانند ثابت تعادل سایر واکنش‌ها، فقط و فقط **تابع دما** است.

از آن‌جا که در آب خالص، همواره غلظت یون‌های H^+ و OH^- با هم برابر هستند، خواهیم داشت:

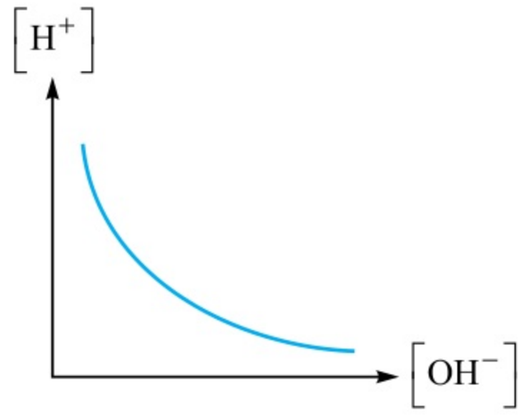
$$K_W = [H^+][OH^-] = ۱۰^{-۱۴} \xrightarrow{[H^+]=[OH^-]} ۱۰^{-۱۴} = [H^+]^۲ \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۷}\,mol.L^{-۱}$$

با توجه به $[H^+]$ در آب خالص در دمای $۲۵^\circ C$، pH آن به صورت مقابل به دست می‌آید:

$$pH = -\log[H^+] = -\log ۱۰^{-۷} = ۷$$

چندنکته

- با توجه به رابطهٔ K_W، پی می‌بریم که غلظت یون‌های H^+ و OH^- در یک محلول، با هم رابطهٔ عکس دارند. به عبارتی، اگر غلظت یون H^+ در یک محلول افزایش پیدا کند، غلظت یون OH^- به همان **نسبت** کاهش پیدا می‌کند تا همواره رابطهٔ $[H^+][OH^-] = ۱۰^{-۱۴}$ برقرار باشد. نمودار مقابل، روند تغییر غلظت یون هیدروژن موجود در یک محلول را براساس تغییر غلظت یون هیدروکسید موجود در آن نشان می‌دهد:



- از آن‌جا که غلظت یون H^+ با غلظت یون OH^- در آب خالص برابر است، پس آب خالص نه خاصیت اسیدی دارد و نه خاصیت بازی.
- در یک محلول اسیدی یا بازی، به کمک رابطهٔ $[H^+][OH^-] = ۱۰^{-۱۴}$، می‌توان غلظت هر یک از یون‌های H^+ یا OH^- را با داشتن غلظت مولی یون دیگر به دست آورد.

تست **در محلولی از هیدروکلریک اسید با $pH = ۲$ در دمای $۲۵^\circ C$، غلظت مولی یون H^+ چند برابر غلظت مولی یون OH^- است؟**

۱) $۱۰^{-۱۰}$ ۲) $۱۰^{۱۰}$ ۳) $۱۰^{-۱۲}$ ۴) $۱۰^{۱۲}$

پاسخ **گزینهٔ «۲»** **گام اول:** ابتدا با توجه به pH محلول، غلظت یون هیدروژن موجود در آن را محاسبه می‌کنیم.

$$[H^+] = ۱۰^{-pH} \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۲}\,mol.L^{-۱}$$

گام دوم: با توجه به غلظت H^+ و مقدار K_W، ابتدا غلظت مولی یون OH^- را به دست آورده و مقادیر حاصل را با هم مقایسه می‌کنیم.

$$K_W = ۱۰^{-۱۴} = [H^+][OH^-] \Rightarrow ۱۰^{-۱۴} = ۱۰^{-۲} \times [OH^-] \Rightarrow [OH^-] = ۱۰^{-۱۲}\,mol.L^{-۱}$$

$$\frac{[H^+]}{[OH^-]} = \frac{۱۰^{-۲}\,mol.L^{-۱}}{۱۰^{-۱۲}\,mol.L^{-۱}} = ۱۰^{۱۰}$$

محاسبهٔ pH محلول‌های بازی

در محلول‌های بازی، غلظت یون هیدروکسید بیشتر از یون هیدرونیوم است ($[OH^-] > [H^+]$). برای محاسبهٔ pH این محلول‌ها، ابتدا باید غلظت یون OH^- موجود در محلول را به کمک رابطهٔ $M.\alpha$ به دست بیاوریم و پس از آن، به کمک رابطهٔ $K_W = [H^+][OH^-] = ۱۰^{-۱۴}$، غلظت یون هیدروژن را محاسبه کنیم. در مرحلهٔ آخر نیز با توجه به غلظت یون هیدروژن، pH محلول را محاسبه می‌کنیم.

چندنکته

- برای محاسبهٔ pH محلول‌های بازی می‌توانیم از رابطهٔ مقابل کمک بگیریم: $pH = -\log[H^+] = -\log\frac{۱۰^{-۱۴}}{[OH^-]} = \log\frac{[OH^-]}{۱۰^{-۱۴}}$
- برای به دست آوردن غلظت یون هیدروکسید در محلول‌های بازی می‌توانیم از رابطهٔ مقابل استفاده کنیم: $[OH^-] = ۱۰^{pH-۱۴}$

تست **۴۰ گرم سدیم هیدروکسید جامد را در مقداری آب حل کرده و حجم محلول را با اضافه‌کردن آب خالص، به ۲ L می‌رسانیم. pH محلول حاصل از این فرایند کدام است؟ $(Na = ۲۳, O = ۱۶, H = ۱ : g.mol^{-۱})$**

۱) ۱۳/۳ ۲) ۱۳/۷ ۳) ۱۲/۳ ۴) ۱۲/۷

پاسخ **گزینهٔ «۲»** **گام اول:** با توجه به جرم $NaOH$ حل‌شده و حجم محلول، غلظت یون OH^- را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,mol\,NaOH = ۴۰\,g\,NaOH \times \frac{۱\,mol\,NaOH}{۴۰\,g\,NaOH} = ۱\,mol$$

$$\text{غلظت مولی محلول} = \frac{\text{مول NaOH}}{\text{لیتر محلول}} = \frac{۱\,mol}{۲\,L} = ۰/۵\,mol.L^{-۱} \xrightarrow{\alpha=۱} [OH^-] = [NaOH] = ۰/۵\,mol.L^{-۱}$$

گام دوم: با استفاده از مقدار K_W، ابتدا غلظت یون هیدروژن و پس از آن، مقدار pH محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$K_W = [OH^-][H^+] = ۱۰^{-۱۴} \Rightarrow ۱۰^{-۱۴} = ۰/۵ \times [H^+] \Rightarrow [H^+] = ۲ \times ۱۰^{-۱۴}$$

$$pH = -\log[H^+] = -\log ۲ \times ۱۰^{-۱۴} = -(\log ۲ + \log(۱۰^{-۱۴})) = -(۰/۳ - ۱۴) = ۱۳/۷$$

یه راه دیگه: برای محاسبهٔ pH این محلول، از روش روبه‌رو هم می‌توانیم استفاده کنیم: $pH = \log\frac{[OH^-]}{۱۰^{-۱۴}} \Rightarrow pH = \log(\frac{۰/۵}{۱۰^{-۱۴}}) = ۱۳/۷$

تست **اگر درجهٔ یونش آمونیاک در محلولی از آن با $pH = ۱۰$، برابر با ۰/۱ باشد، غلظت مولی آمونیاک در محلول موردنظر برابر با چند $mol.L^{-۱}$ است؟**

۱) $۱۰^{-۵}$ ۲) $۱۰^{-۴}$ ۳) $۱۰^{-۳}$ ۴) $۱۰^{-۲}$

پاسخ **گزینهٔ «۳»** **گام اول:** با توجه به pH، ابتدا غلظت یون H^+ و پس از آن غلظت یون OH^- را محاسبه می‌کنیم.

$$[H^+] = ۱۰^{-pH} = ۱۰^{-۱۰}\,mol.L^{-۱} \Rightarrow K_W = ۱۰^{-۱۴} = [H^+][OH^-] \Rightarrow ۱۰^{-۱۴} = ۱۰^{-۱۰} \times [OH^-] \Rightarrow [OH^-] = ۱۰^{-۴}\,mol.L^{-۱}$$

یه راه دیگه: برای محاسبهٔ غلظت یون هیدروکسید، از روش زیر هم می‌توانیم استفاده کنیم:

$$[OH^-] = ۱۰^{pH-۱۴} \Rightarrow [OH^-] = ۱۰^{۱۰-۱۴} = ۱۰^{-۴}\ mol.L^{-۱}$$

گام دوم: معادلهٔ یونش آمونیاک، به صورت مقابل است: $NH_۳(aq) + H_۲O(l) \rightarrow NH_۴^+(aq) + OH^-(aq)$

با توجه به غلظت یون OH^- در محلول و درجهٔ یونش آمونیاک، غلظت مولی این ماده را محاسبه می‌کنیم.

$$[OH^-] = M.\alpha = \text{غلظت باز} \times \text{درجهٔ یونش} \Rightarrow ۱۰^{-۴} = \text{غلظت باز} \times ۰/۱ \Rightarrow \text{غلظت باز} = ۱۰^{-۳}\,mol.L^{-۱}$$

تغییر غلظت محلول اسیدها و بازها

اگر محلول یک اسید را با افزودن آب خالص به آن رقیق‌تر کنیم، غلظت یون هیدروژن در آن کاهش یافته و pH محلول افزایش پیدا می‌کند (به عدد ۷ نزدیک‌تر می‌شود) و به همین ترتیب، اگر محلول یک باز را با اضافه‌کردن آب خالص به آن رقیق‌تر کنیم، غلظت یون هیدروکسید در محلول کاهش یافته و pH محلول نیز کم‌تر می‌شود (به عدد ۷ نزدیک‌تر می‌شود.).

برخلاف فرایند رقیق‌سازی، اگر غلظت اسید یا باز موجود در یک محلول را افزایش دهیم، pH محلول موردنظر از عدد ۷ دورتر می‌شود.

چندنکته

- اگر محلول یک اسید قوی و یا یک باز قوی را n مرتبه رقیق کنیم (حجم محلول را با اضافه‌کردن آب خالص به آن، n برابر کنیم)، pH این محلول به اندازهٔ $\log n$ واحد به pH ناحیهٔ خنثی $(pH = ۷)$ نزدیک‌تر می‌شود.
- اگر محلول یک اسید قوی و یا یک باز قوی را n مرتبه غلیظ کنیم (با افزایش مقدار اسید و یا کاهش مقدار آب موجود در محلول)، pH این محلول به اندازهٔ $\log n$ واحد از pH ناحیهٔ خنثی $(pH = ۷)$ دورتر می‌شود.
- اگر محلول یک اسید ضعیف و یا یک باز ضعیف را n مرتبه رقیق کنیم، pH این محلول به اندازهٔ کم‌تر از $\log n$ واحد به pH ناحیهٔ خنثی $(pH = ۷)$ نزدیک‌تر می‌شود.
- اگر محلول یک اسید ضعیف و یا یک باز ضعیف را n مرتبه غلیظ کنیم، pH این محلول به اندازهٔ کم‌تر از $\log n$ واحد از pH ناحیهٔ خنثی $(pH = ۷)$ دورتر می‌شود.

تست **به ۱۰ mL محلول HCl با $pH = ۲$، ۹۰ mL آب خالص اضافه می‌کنیم. pH محلول حاصل از این فرایند کدام است؟**

۱) ۱ ۲) ۱/۷ ۳) ۲/۳ ۴) ۳

پاسخ **گزینهٔ «۴»** با افزودن ۹۰ mL آب به این محلول، حجم محلول ۱۰ برابر شده و غلظت اسید موجود در آن، ۱۰ مرتبه رقیق‌تر می‌شود؛ پس pH این محلول به اندازهٔ $\log ۱۰ = ۱$ واحد به pH ناحیهٔ خنثی نزدیک‌تر شده و از ۲ به ۳ می‌رسد.

یه راه دیگه: برای محاسبهٔ pH محلول نهایی، می‌توانیم ابتدا غلظت یون هیدروژن را در محلول اولیه محاسبه کنیم و پس از آن، با توجه به تغییر حجم حلال، غلظت یون هیدروژن را در محلول نهایی به دست بیاوریم. در مرحلهٔ بعد، با گرفتن لگاریتم از غلظت یون هیدروژن، می‌توانیم pH محلول را محاسبه کنیم.

تست **به ۲۰ mL محلول سدیم هیدروکسید با غلظت $۰/۲\ mol.L^{-۱}$، چند میلی‌لیتر آب خالص اضافه کنیم تا pH محلول به ۱۲ برسد؟**

۱) ۳۸۰ ۲) ۱۸۰ ۳) ۲۸۰ ۴) ۴۸۰

پاسخ **گزینهٔ «۱»** **گام اول:** ابتدا غلظت یون هیدروژن را محاسبه کرده و پس از آن، pH محلول را به دست می‌آوریم.

$$[OH^-] = M.\alpha = ۰/۲ \times ۱ = ۰/۲\ mol.L^{-۱} \Rightarrow K_W = ۱۰^{-۱۴} = [OH^-] \times [H^+] \Rightarrow ۱۰^{-۱۴} = ۰/۲ \times [H^+] \Rightarrow [H^+] = ۵ \times ۱۰^{-۱۴}$$

$$pH = -\log[H^+] \Rightarrow pH = -\log(۵ \times ۱۰^{-۱۴}) = -(\log ۵ + \log ۱۰^{-۱۴}) = -(۰/۷ - ۱۴) = ۱۳/۳$$

گام دوم: برای آن‌که pH محلول از ۱۳/۳ به ۱۲ برسد، محلول موردنظر را باید به اندازهٔ $۱۰^{۱/۳} (۲۰ = ۱۰ \times ۲ = ۱۰^{۱} \times ۱۰^{۰/۳} = ۱۰^{۱/۳})$ برابر رقیق کنیم. برای این منظور، باید ۳۸۰ mL آب خالص را به محلول اضافه کنیم تا حجم نهایی آن به ۴۰۰ mL برسد.

یه راه دیگه: می‌توانستیم به جای استفاده از قوانین رقیق‌سازی محلول‌ها، ابتدا غلظت یون OH^- موجود در محلولی از NaOH با $pH = ۱۲$ را به دست بیاوریم و پس از آن، با توجه به غلظت اولیهٔ این یون، حجم آب مورد نیاز برای رقیق‌کردن محلول را محاسبه کنیم.

تست **اگر غلظت نیتریک اسید حل‌شده در یک محلول را ۴ برابر کنیم، pH این محلول به اندازهٔ چند واحد تغییر می‌کند؟**

۱) ۰/۳ ۲) ۰/۶ ۳) ۲ ۴) ۱/۲

پاسخ **گزینهٔ «۲»** طی این فرایند، محلول نیتریک اسید اولیه به اندازهٔ ۴ مرتبه غلیظ‌تر شده است؛ پس pH آن به اندازهٔ $\log ۴$ $(\log ۴ = \log ۲^{۲} = ۲ \times ۰/۳ = ۰/۶)$ واحد از pH منطقهٔ خنثی $(pH = ۷)$ دورتر می‌شود.

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

مفهوم pH محلول‌ها و راه‌های محاسبهٔ آن

۱۷۴- چه تعداد از مطالب زیر درست است؟

آ) از مقیاس pH برای مقایسهٔ خاصیت اسیدی محلول‌های مختلف استفاده می‌شود.

ب) باران‌های معمولی، شامل نیتریک اسید و سولفوریک اسید بوده و pH آن‌ها کم‌تر از ۷ است.

پ) رنگی که کاغذ pH در یک محلول به خود می‌گیرد، نشان‌دهندهٔ مقدار pH تقریبی آن محلول خواهد بود.

ت) شیر ترش‌شده حاوی مقداری لاکتیک اسید بوده و به همین خاطر، pH آن کم‌تر از ۷ است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۷۵- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) گل‌های ادریسی در خاک‌هایی که رنگ کاغذ pH را به قرمز تغییر می‌دهند، به رنگ سرخ شکوفا می‌شوند.

۲) pH محیط درون معدهٔ انسان، برخلاف pH محتویات موجود در رودهٔ کوچک، کم‌تر از ۷ است.

۳) مقدار pH نمونه‌ای از شیرهٔ معده که غلظت یون هیدرونیوم در آن برابر ۵×۱۰^{-۳} مولار باشد، برابر ۱/۷ است.

۴) صابون‌ها، خاصیت اسیدی داشته و طی انحلال آن‌ها در آب خالص، pH محلول به کم‌تر از ۷ کاهش پیدا می‌کند.

۱۷۶- چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟

آ) هیدرویدیک اسید، برخلاف نیترو اسید طی یک واکنش تعادلی در آب یونش پیدا می‌کند.

ب) pH خون انسان، همانند محلول حاصل از انحلال سدیم اکسید در آب، بزرگ‌تر از ۷ است.

پ) برای پرهیز از بیان غلظت‌های بسیار کم یون هیدرونیوم در یک محلول، می‌توان از کمیت pH استفاده کرد.

ت) محلول‌های سفیدکننده از نظر شیمیایی فعال بوده و علاوه بر آن، خاصیت خورندگی نیز دارند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۷۷- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) اگر در محلول A غلظت یون هیدرونیوم دو برابر محلول B باشد، pH این محلول ۰/۵ واحد کم‌تر از محلول B می‌شود.

۲) در شرایط یکسان، یک قطعه از فلز منیزیم با محلول نیترو اسید با شدت بیشتری نسبت به محلول نیتریک اسید واکنش می‌دهد.

۳) در محلول فورمیک اسید، رابطهٔ $[HCOO^-] > [H^+] > [HCOOH]$ بین گونه‌های موجود در محلول برقرار است.

۴) میان محلول‌هایی با غلظت برابر از هیدروسیانیک اسید و هیدروبرمیک اسید، pH محلول هیدروسیانیک اسید بیشتر است.

۱۷۸- چند مورد از عبارت‌های داده‌شده نادرست است؟

آ) برای افزایش قدرت پاک‌کنندگی صابون مراغه، به این صابون انواع نمک‌های فسفات افزوده می‌شود.

ب) رسانایی الکتریکی محلول ۱ مولار نیترو اسید، کم‌تر از رسانایی الکتریکی محلول ۱ مولار استیک اسید است.

پ) هر اندازه صابون بتواند مقدار بیشتری از آلاینده و چربی را بزداید، قدرت پاک‌کنندگی بیشتری دارد.

ت) غلظت مولی یون هیدرونیوم در یک محلول بازی با $pH = ۱۱/۵$، برابر با ۳×۱۰^{-۱۱} مول بر لیتر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

محاسبهٔ pH محلول اسیدهای قوی و ضعیف

۱۷۹- حجم‌های برابری از گازهای دی‌نیتروژن پنتااکسید و هیدروژن کلرید را در شرایط یکسان به طور مجزا در یک لیتر آب حل می‌کنیم. اگر طی انحلال این گازها، حجم محلول‌های موردنظر بدون تغییر باقی بماند، pH محلول حاصل از انحلال گاز هیدروژن کلرید، به اندازهٔ ..... واحد ..... از محلول دیگر است.

۱) ۱ ـ کم‌تر ۲) ۰/۳ ـ کم‌تر ۳) ۱ ـ بیشتر ۴) ۰/۳ ـ بیشتر

۱۸۰- ۸/۹۶ لیتر گاز هیدروژن برمید را در شرایط استاندارد در مقداری آب حل کرده و حجم محلول را با اضافه‌کردن آب خالص به ۱۶۰۰ میلی‌لیتر می‌رسانیم. pH محلول حاصل از این فرایند کدام است؟

۱) ۰/۱۶ ۲) ۰/۲ ۳) ۰/۴ ۴) ۰/۶

۱۸۱- اگر درصد یونش اسید HA برابر با ۴٪ و pH یک نمونهٔ دو لیتری از محلول آن برابر ۳/۷ باشد، چند لیتر از گاز HA در شرایط STP در این محلول حل شده است؟

۱) ۰/۲۲۴ ۲) ۲/۲۴ ۳) ۰/۱۱۲ ۴) ۱/۱۲

۱۸۲- مقدار pH یک نمونه محلول هیدروفلوئوریک اسید با چگالی $1\,g.mL^{-1}$ که غلظت یون فلوئورید در آن برابر ۵۷۰ ppm می‌باشد، کدام است؟ $(F = 19\,g.mol^{-1})$

۱) ۱/۷ ۲) ۱/۵ ۳) ۲/۳ ۴) ۲/۵

۱۸۳- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) هر مادهٔ شیمیایی که در آب محلول باشد، نمی‌تواند در چربی‌ها حل بشود.

۲) نسبت میان شمار اتم‌ها به شمار عناصر در فرمول مولکولی منیزیم استات برابر ۳ است.

۳) اگر pH محلول ۰/۰۱ مولار اسید HA برابر با ۴ باشد، درجهٔ یونش این اسید برابر ۰/۰۱ می‌شود.

۴) گاز حاصل از واکنش میان محلوط سدیم هیدروکسید و آلومینیم با آب، در واکنش تجزیهٔ آب‌اکسیژنه نیز تولید می‌شود.

۱۸۴- pH تقریبی محلول $0/1\,mol.L^{-1}$ اسید ضعیف HA با $K_a = 10^{-5}$، کدام است؟ *(سراسری ریاضی ۹۱)*

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۵

۱۸۵- مقدار K_a برای بنزوئیک اسید، برابر با 5×10^{-5} است. برای تهیهٔ نیم لیتر محلول بنزوئیک اسید با $pH = 2/7$، به چند گرم از این اسید نیاز داریم؟ $(O = 16 , C = 12 , H = 1 : g.mol^{-1})$

۱) ۴/۸۸ ۲) ۴/۲۴ ۳) ۹/۷۶ ۴) ۸/۴۸

۱۸۶- نیم لیتر محلول هیدروکلریک اسید با $pH = 5$ در اختیار داریم. در مرحلهٔ اول، با حل‌کردن m_1 گرم گاز هیدروژن کلرید در محلول، pH آن را به ۳ می‌رسانیم و پس از آن، در مرحلهٔ دوم با حل‌کردن m_2 گرم گاز هیدروژن کلرید در محلول، pH آن را به یک می‌رسانیم. چنان‌چه انحلال HCl(g)، تغییری در حجم محلول ایجاد نکرده باشد، مقدار m_1 چند برابر مقدار m_2 است؟ $(Cl = 35/5 , H = 1 : g.mol^{-1})$

۱) ۰/۱ ۲) ۰/۰۹ ۳) ۰/۱۱ ۴) ۰/۰۱

۱۸۷- pH محلول ۰/۰۱ مولار از اسید ضعیف HA در دمای $25\,^{\circ}C$ برابر ۲/۷ است. ثابت یونش اسید موردنظر در این دما برابر با چند $mol.L^{-1}$ است؟

۱) 4×10^{-4} ۲) 2×10^{-3} ۳) 5×10^{-4} ۴) 2×10^{-4}

۱۸۸- بر اثر حل‌شدن چند مول اسید HA که K_a آن برابر یک است، در یک لیتر آب مقطر، pH محلول به صفر می‌رسد؟ *(سراسری تجربی ۹۳)*

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۸۹- با توجه به داده‌های جدول زیر، دربارهٔ اسیدهای ضعیف HA و HB، مقدار x چند برابر b است؟ *(سراسری ریاضی خارج از کشور ۹۱)*

اسید ضعیف	pH	درصد تفکیک	مولاریته
HA	a	٪۷/۲	b
HB	a + ۱	٪۱/۸	x

۱) ۰/۳ ۲) ۰/۶ ۳) ۰/۴ ۴) ۰/۵

۱۹۰- برای تهیهٔ محلولی از اسید ضعیف HA با $K_a = 5\times10^{-5}$ که pH آن با pH محلول ۰/۰۱ مولار هیدروکلریک اسید برابر باشد، غلظت مولی آن تقریباً باید چند برابر مولاریتهٔ محلول هیدروکلریک اسید باشد؟ *(سراسری تجربی ۹۰)*

۱) ۴۰ ۲) ۵۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۲۰۰

۱۹۱- گاز دی‌نیتروژن پنتااکسید، براساس معادلهٔ $N_2O_5(g) + H_2O(l) \rightarrow 2H^+(aq) + 2NO_3^-(aq) , \Delta H = -76\,kJ$، در آب حل می‌شود. مقداری از این گاز را در حجمی از آب حل کرده و پس از آن، حجم محلول موردنظر را در دمای $25\,^{\circ}C$ با اضافه‌کردن آب خالص به ۲ لیتر می‌رسانیم. اگر طی این فرایند، $30/4\,kJ$ گرما آزاد شده باشد، pH محلول حاصل کدام است؟

۱) ۰/۴ ۲) ۰/۳ ۳) ۰/۷ ۴) ۱/۳

۱۹۲- ۰/۸۱ گرم از گازهای هیدروژن برمید و هیدروژن سیانید را به طور مجزا در یک لیتر از آب خالص حل می‌کنیم. چنان‌چه مقدار K_a برای محلول هیدروسیانیک اسید برابر $4/32\times10^{-10}$ باشد و انحلال این ترکیب‌ها تغییری در حجم محلول ایجاد نکند، مقدار pH این محلول‌ها تقریباً اندازهٔ چند واحد با هم فرق می‌کند؟ $(Br = 80 , N = 14 , C = 12 , H = 1 : g.mol^{-1})$

۱) ۴/۹ ۲) ۴/۴ ۳) ۳/۹ ۴) ۳/۴

۱۹۳- هیپوکلرو اسید، براساس معادلهٔ $Cl_2O(s) + H_2O(l) \rightarrow 2HClO(aq)$، تولید می‌شود. $130/5\ g$ از Cl_2O را در مقداری آب حل کرده و حجم محلول را به ۴ لیتر می‌رسانیم. اگر مقدار K_a برای هیپوکلرو اسید برابر 3×10^{-8} باشد، pH محلول حاصل از این فرایند کدام است؟ $(Cl = 35/5 , O = 16 : g.mol^{-1})$

۱) ۳/۴ ۲) ۴/۲ ۳) ۴/۶ ۴) ۳/۸

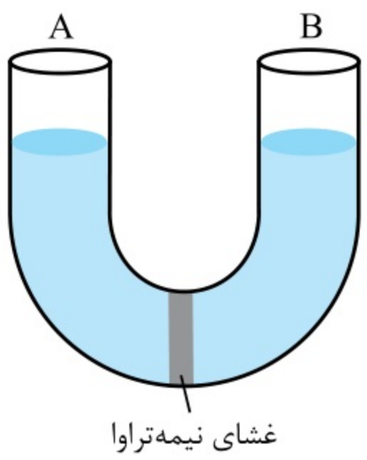
۱۹۴- در ۵ لیتر محلول هیدروبرمیک اسید با $pH = 2$، چند لیتر گاز هیدروژن فلوئورید با دمای $39\ ^\circ C$ و فشار ۱ اتمسفر را باید حل کنیم تا pH محلول به اندازهٔ ۰/۷ واحد تغییر کرده و درجهٔ یونش مولکول‌های HF نیز برابر با ۰/۰۲ باشد؟ (از تغییر حجم محلول صرف‌نظر کنید.)

۱) ۲۵۶ ۲) ۱۲۸ ۳) ۳۲۰ ۴) ۱۶۰

۱۹۵- اگر درصد یونش برای اسید HA برابر ۱۰٪ باشد، pH محلول چند مولار آن، برابر ۳ است و مقدار K_a آن با یکای $mol.L^{-1}$، به تقریب کدام است؟ *(سراسری ریاضی ۹۶)*

۱) 9×10^{-3}، $1/11\times10^{-6}$ ۲) 1×10^{-2}، $1/11\times10^{-6}$ ۳) 9×10^{-3}، $1/11\times10^{-4}$ ۴) 1×10^{-2}، $1/11\times10^{-4}$

۱۹۶- حجم‌های برابری از گازهای HF و HCl را به ترتیب در بازوهای A و B ظرف U شکل مقابل حل می‌کنیم. اگر غشای نیمه‌تراوای موجود در این ظرف فقط به مولکول‌های آب اجازهٔ عبور بدهد، .....



۱) ارتفاع محلول در بازوی A این ظرف به مرور افزایش پیدا می‌کند.
۲) رسانایی الکتریکی محلول موجود در بازوی B این ظرف به مرور کاهش می‌یابد.
۳) pH محلول موجود در بازوی A ظرف موردنظر به مرور افزایش می‌یابد.
۴) به مرور زمان، شمار یون‌های کلرید موجود در محلول بازوی B کاهش پیدا می‌کند.

۱۹۷- pH محلول $0/2\ mol.L^{-1}$ اسید HA که K_a آن برابر ۰/۱ می‌باشد، کدام است؟ *(سراسری تجربی ۹۱)*

۱) ۰/۷ ۲) ۱ ۳) ۱/۲۵ ۴) ۱/۷

۱۹۸- مخلوطی به جرم $30\ g$ از گازهای $HBr(g)$ و $HCl(g)$ را در مقداری آب حل کرده و حجم محلول را با اضافه‌کردن آب خالص، به ۷ لیتر می‌رسانیم. اگر pH محلول حاصل از این فرایند، برابر با ۱ باشد، درصد جرمی گاز هیدروژن برمید در مخلوط گازی اولیه کدام است؟ $(Br = 80 , Cl = 35/5 , H = 1 : g.mol^{-1})$

۱) ۶۳ ۲) ۴۰/۵ ۳) ۲۷ ۴) ۵۹/۵

۱۹۹- اگر pH یک لیتر از محلول اسید HA ($K_a = 10^{-7}$) با pH یک لیتر از محلول اسید HB ($K_a = 10^{-8}$) برابر باشد، کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با این محلول‌ها نادرست است؟

۱) درجهٔ یونش اسید HA در محلول آن، ۱۰ برابر درجهٔ یونش اسید HB در محلول این اسید است.
۲) رسانایی الکتریکی محلول اسید HA با رسانایی الکتریکی محلول HB برابر است.
۳) غلظت اسید HA در محلول این اسید، ۱۰ برابر غلظت اسید HB در محلول آن است.
۴) مقایسهٔ قدرت اسیدی این ترکیب‌های شیمیایی به صورت $HB < HA$ است.

۲۰۰- در شرایط استاندارد، مخلوطی از گازهای HA و HB به حجم ۵۶ لیتر را در مقداری آب حل کرده و حجم محلول را به ۵ لیتر می‌رسانیم. اگر pH این محلول برابر ۱/۶ بوده و درجهٔ یونش اسیدهای HA و HB در آن به ترتیب برابر ۰/۰۱ و ۰/۰۶ باشد، درصد حجمی گاز HA در مخلوط گازی اولیه کدام است؟

۱) ۲۰ ۲) ۲۵ ۳) ۸۰ ۴) ۷۵

۲۰۱- اگر pH دو محلول جداگانه از اتانوئیک اسید ($K_a \simeq 2\times10^{-5}$) و کلرواتانوئیک اسید ($K_a \simeq 2\times10^{-3}$)، برابر ۳ باشد، نسبت غلظت مولار محلول اسید قوی‌تر به غلظت مولار محلول اسید ضعیف‌تر، به تقریب کدام است؟ *(سراسری تجربی خارج از کشور ۹۵)*

۱) ۰/۰۱ ۲) ۰/۰۳ ۳) ۰/۱ ۴) ۰/۳

۲۰۲- نمونه‌ای از محلول استیک اسید ($K_a = 2\times10^{-5}$) با $pH = 2/7$ و حجم $8\ L$ در اختیار داریم. از واکنش میان اسید موجود در این محلول با مقدار کافی اتانول، برای تولید چند گرم اتیل اتانوات می‌توان استفاده کرد؟ $(O = 16 , C = 12 , H = 1 : g.mol^{-1})$

۱) ۱۳۲ ۲) ۱۴۰/۸ ۳) ۸۸ ۴) ۱۷/۶

۲۰۳- مقدار K_a برای اسید HA برابر $2\times10^{-5}\ mol.L^{-1}$ است. اگر یک مول HA در یک لیتر محلول HCl با $pH = 1$ حل شود، $[A^-]$ به تقریب، به چند مول بر لیتر می‌رسد؟ *(سراسری تجربی خارج از کشور ۹۶)*

۱) 2×10^{-4} ۲) $4/5\times10^{-3}$ ۳) 2×10^{-3} ۴) $4/5\times10^{-2}$

۲۰۴- محلولی با غلظت ۰/۰۵ مولار از اسید قوی HA و غلظت ۰/۱ مولار از اسید ضعیف HB در اختیار داریم. اگر pH این محلول اسیدی برابر با ۱/۱۵ باشد، ثابت یونش اسید HB در این شرایط تقریباً کدام است؟

۱) ۲×۱۰^{-۳} ۲) $۱/۷۵\times۱۰^{-۲}$ ۳) ۵×۱۰^{-۳} ۴) $۱/۴\times۱۰^{-۲}$

۲۰۵- محلول‌های مجزایی با درصد جرمی و چگالی برابر از نیتریک اسید و هیدروبرمیک اسید در اختیار داریم. خاصیت اسیدی محلول ..... بیشتر بوده و pH این محلول تقریباً به اندازهٔ ..... واحد کم‌تر از محلول دیگر است. ($H=۱ , N=۱۴ , O=۱۶ , Br=۸۰ : g.mol^{-۱}$)

۱) هیدروبرمیک اسید ـ ۰/۱۵ ۲) نیتریک اسید ـ ۰/۱۵ ۳) هیدروبرمیک اسید ـ ۰/۳ ۴) نیتریک اسید ـ ۰/۳

۲۰۶- از سوختن نیتروژن موجود در سوخت‌ها، گاز $NO_۲$ حاصل شده و این گاز براساس معادلهٔ موازنه‌نشدهٔ $NO_۲ + O_۲ + H_۲O \rightarrow HNO_۳$، موجب تولید نیتریک اسید می‌شود. اگر غلظت نیتروژن در یک نمونه گازوئیل برابر ۴۲۰۰ ppm باشد، از سوختن نیتروژن موجود در ۱۰ kg گازوئیل، چند تن باران اسیدی با $pH = ۳$ و چگالی $۱ g.mL^{-۱}$ تولید می‌شود؟ ($N = ۱۴ g.mol^{-۱}$)

۱) ۳۰ ۲) ۶۰ ۳) ۳ ۴) ۶

۲۰۷- اگر pH محلولی از اسید HA با درجهٔ یونش ۰/۲، برابر با pH محلولی از اسید HB با درجهٔ یونش ۰/۲۵ باشد، مقدار K_a برای اسید HA چند برابر مقدار K_a برای اسید HB است؟

۱) ۱/۲ ۲) ۰/۸ ۳) ۰/۷۵ ۴) ۰/۶

محاسبهٔ pH آب خالص

۲۰۸- چه تعداد از مطالب زیر درست هستند؟

آ) مقدار pH نوشابهٔ گازدار، همانند pH خون بدن انسان، کم‌تر از ۷ است.

ب) از کمیت pH، می‌توان برای پرهیز از بیان غلظت کم و بسیار کم یون هیدروژن استفاده کرد.

پ) آب خالص، محتوی مقدار اندکی از یون‌های OH^- و $H_۳O^+$ بوده و رسانایی الکتریکی ناچیزی دارد.

ت) در یک محلول اسیدی با $pH = ۰$، غلظت مولی یون هیدروکسید برابر صفر مول بر لیتر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۰۹- چه تعداد از مطالب زیر درست هستند؟

آ) به هر اندازه که غلظت یون هیدرونیوم در یک محلول بیشتر شود، به همان اندازه از غلظت یون هیدروکسید کاسته می‌شود.

ب) در دمای $۲۵ ^\circ C$، غلظت یون هیدرونیوم در یک نمونه از شیر ترش‌شده، بیشتر از $۱۰^{-۷} mol.L^{-۱}$ است.

پ) با افزودن آب خالص به یک محلول اسیدی، قدرت اسیدی و مقدار K_a برای محلول موردنظر کاهش پیدا می‌کند.

ت) در یک نمونه آب باران، غلظت مولی یون هیدرونیوم، بیشتر از غلظت مولی یون هیدروکسید است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۱۰- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

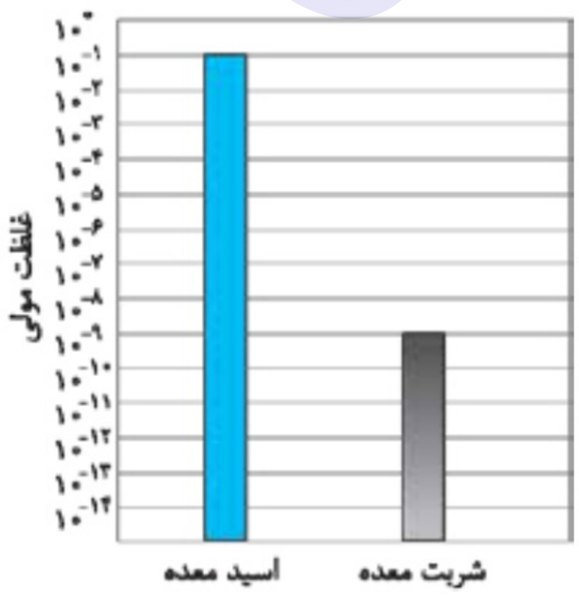
۱) در محلولی از یک اسید قوی با $pH = ۴$، غلظت مولی یون هیدرونیوم، $۱۰^۶$ برابر غلظت مولی یون هیدروکسید است.

۲) غلظت مولی یون هیدروکسید در نمونه‌ای از اسید معدهٔ انسان، کم‌تر از غلظت مولی این یون در آب گازدار است.

۳) پتاسیم اکسید و سدیم اکسید، در دستهٔ اکسیدهای بازی قرار داشته و محلول آن‌ها در آب، یک الکترولیت قوی است.

۴) اگر درجهٔ یونش اسید HA برابر ۰/۰۸ باشد، pH محلول ۰/۵ مولار این اسید در دمای $۲۵ ^\circ C$ برابر با ۲/۴ می‌شود.

۲۱۱- نمودار مقابل، غلظت مولی یکی از یون‌های موجود در شربت معده و اسید معده را در دمای $۲۵ ^\circ C$ نشان می‌دهد. چه تعداد از مطالب زیر، در رابطه با این محلول‌ها درست است؟



آ) pH اسید معده به اندازهٔ ۸ واحد کم‌تر از pH شربت معده است.

ب) غلظت یون هیدروکسید در اسید معده، $۱۰^۸$ برابر غلظت این یون در شربت معده است.

پ) شربت معده، همانند محتویات رودهٔ کوچک انسان، خاصیت بازی دارد.

ت) در صورت مجاورت کاغذ pH با شربت معده، این کاغذ به رنگ آبی درمی‌آید.

ث) در اسید معده، همانند عصارهٔ گوجه‌فرنگی، غلظت یون هیدرونیوم بیشتر از یون هیدروکسید است.

۱) ۱ ۲) ۲

۳) ۳ ۴) ۴

۲۱۲- غلظت یون هیدرونیوم در یک نمونه محلول هیدروفلوئوریک اسید با $pH = ۶/۵$، تقریباً به اندازهٔ ..... مول بر لیتر ..... از غلظت یون هیدروکسید در این محلول است.

۱) $۳/۳\times۱۰^{-۷}$ ـ کم‌تر ۲) $۲/۷\times۱۰^{-۷}$ ـ کم‌تر ۳) $۳/۳\times۱۰^{-۷}$ ـ بیشتر ۴) $۲/۷\times۱۰^{-۷}$ ـ بیشتر

۲۱۳- برای تهیهٔ ۲ لیتر محلول بنزوئیک اسید با $K_a = ۱/۶\times۱۰^{-۵}$ که در آن غلظت یون هیدرونیوم $۱/۶\times۱۰^{۷}$ برابر غلظت یون هیدروکسید باشد، به چند گرم از این ترکیب شیمیایی نیاز داریم؟ $(O = ۱۶ , C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$

۱) ۲/۴۴ ۲) ۱/۲۲ ۳) ۳/۶۶ ۴) ۴/۸۸

۲۱۴- در محلولی از هیدروکلریک اسید با $pH = ۳$، غلظت مولی یون هیدروژن ..... برابر غلظت مولی یون هیدروکسید است و برای آن‌که pH هر لیتر از این محلول به نصف مقدار اولیهٔ آن کاهش پیدا کند، باید ..... میلی‌گرم $HCl(g)$ در این محلول حل شود. $(Cl = ۳۵/۵ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$

۱) $۱۰۵۸/۵ \_ ۱۰^{۸}$ ۲) $۶۹۳/۵ \_ ۱۰^{۷}$ ۳) $۶۹۳/۵ \_ ۱۰^{۸}$ ۴) $۱۰۵۸/۵ \_ ۱۰^{۷}$

محاسبهٔ pH محلول بازهای قوی و ضعیف

۲۱۵- غلظت مولی یون کلرید در محلولی از هیدروکلریک اسید با $pH = ۲/۷$، چند برابر غلظت مولی یون سدیم در محلولی از سدیم هیدروکسید با $pH = ۹/۷$ است؟

۱) ۴۰ ۲) ۲۵ ۳) ۲۰ ۴) ۵

۲۱۶- برای تهیهٔ ۵۰۰ میلی‌لیتر محلول بازی با $pH = ۱۲/۶$، باید چند گرم باریم اکسید جامد را در مقدار کافی آب حل کنیم؟ $(Ba = ۱۳۷ , O = ۱۶ : g.mol^{-۱})$

۱) ۳/۰۶ ۲) ۲/۹۲ ۳) ۴/۵۹ ۴) ۱/۵۳

۲۱۷- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

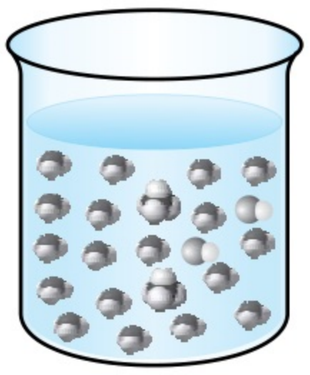
۱) محلول بازهای معروفی مثل سود سوزآور و پتاس سوزآور از جمله بازهای قوی هستند و موادی خورنده به شمار می‌روند.

۲) مولکول‌های آمونیاک با مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی تشکیل داده و در آب به طور عمده به شکل مولکولی حل می‌شوند.

۳) در شرایط یکسان از نظر دما و غلظت، هر چه K_b یک باز بزرگ‌تر باشد، محلول آن باز pH کوچک‌تری خواهد داشت.

۴) یک تعادل شیمیایی بین مولکول‌های آمونیاک و یون‌های OH^- و $NH_۴^+$ در محلول آبی آمونیاک برقرار می‌شود.

۲۱۸- $۸۹/۶\ mL$ گاز آمونیاک را در شرایط استاندارد، در ۲ لیتر آب حل می‌کنیم. پس از یونش مولکول‌های آمونیاک، محلول موردنظر به صورت مقابل درمی‌آید. pH این محلول کدام است؟



۱) ۱۰/۳

۲) ۹/۷

۳) ۱۰/۷

۴) ۱۱/۳

۲۱۹- pH محلولی از سدیم هیدروکسید که در هر گرم از آن، ۱۶ میلی‌گرم از این ماده وجود دارد، کدام است؟ $(Na = ۲۳ , O = ۱۶ , H = ۱ : g.mol^{-۱} , d_{محلول} = ۱/۲۵\ g.mL^{-۱})$

۱) ۱۳/۳ ۲) ۱۳/۵ ۳) ۱۳ ۴) ۱۳/۷

۲۲۰- اگر انحلال‌پذیری منیزیم هیدروکسید در دمای $۲۵\ ^\circ C$، برابر با $۶/۹۶\times۱۰^{-۴}\ g$ در $۱۰۰\ g$ آب باشد، pH محلول سیرشدهٔ این ترکیب در دمای $۲۵\ ^\circ C$ تقریباً چه‌قدر است؟

۱) ۹/۶ ۲) ۱۰/۴ ۳) ۱۰/۱ ۴) ۹/۹

۲۲۱- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) با افزودن مقداری آب خالص به محلولی از یک اسید قوی، غلظت یون هیدروکسید در محلول افزایش می‌یابد.

۲) اگر درصد یونش اسید ضعیف HA در محلول یک مولار آن برابر ۲٪ باشد، مقدار K_a این اسید برابر ۲×۱۰^{-۲} می‌شود.

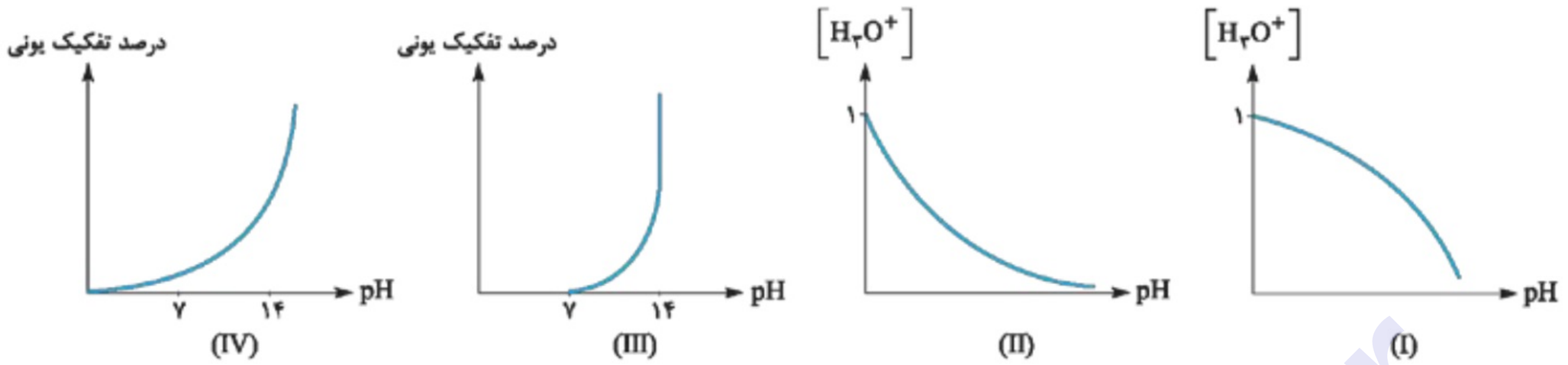
۳) هر لیتر محلول پتاسیم هیدروکسید که pH آن برابر ۱۲ باشد، تقریباً شامل $۱۰^{-۲}$ مول یون می‌شود.

۴) در یک نمونه از محلول نیترو اسید، غلظت مولی یون هیدرونیوم بیشتر از غلظت مولی ذرات اسید یونیده‌نشده است.

۲۲۲- معادلهٔ انحلال‌پذیری باز قوی BOH به صورت $S = ۲ + ۰/۲۵\theta$ است. دمای ۲۳۸ گرم از محلول سیرشدهٔ این ترکیب را از $۶۸\ ^\circ C$ تا $۳۶\ ^\circ C$ کاهش می‌دهیم. با استفاده از باز ته‌نشین‌شده در این فرایند، چند لیتر محلول بازی با $pH = ۱۳$ می‌توان تهیه کرد؟ $(BOH = ۴۰\ g.mol^{-۱})$

۱) ۲ ۲) ۲/۵ ۳) ۴ ۴) ۵

۲۲۳- از میان نمودارهای زیر، شکل ..... وابستگی pH یک محلول نسبت به غلظت یون هیدرونیوم و شکل ..... نیز وابستگی pH محلول باز BOH به درصد تفکیک این باز را به درستی نشان می‌دهد.



۱) I ، IV ۲) II ، IV ۳) I ، III ۴) II ، III

۲۲۴- انحلال‌پذیری سدیم هیدروکسید در دمای $25\ ^\circ C$، تقریباً برابر با $120\ g$ در $100\ g$ آب است. اگر چگالی محلول سیرشدهٔ این ترکیب در دمای موردنظر برابر با $1/1\ g.mL^{-1}$ باشد، pH محلول سیرشدهٔ آن در دمای موردنظر کدام است؟ $(Na = 23 , O = 16 , H = 1 : g.mol^{-1})$

۱) ۱۲/۳ ۲) ۱۳/۱ ۳) ۱۴/۹ ۴) ۱۵/۲

۲۲۵- HA، یک اسید قوی با جرم مولی $m\ g.mol^{-1}$ و BOH نیز یک باز قوی با جرم مولی $10m\ g.mol^{-1}$ است. جرم‌های برابری از این اسید و باز را به صورت مجزا در مقداری آب حل کرده و حجم هر محلول را به ۲ لیتر می‌رسانیم. اگر تفاوت pH این محلول‌ها برابر با ۹/۶ واحد باشد، pH محلول اسیدی برابر با کدام‌یک از گزینه‌های زیر می‌شود و در هر لیتر از محلول باز BOH چند مول از این باز حل شده است؟

۱) 2×10^{-3} ـ ۱/۷ ۲) 2×10^{-2} ـ ۲/۷ ۳) 8×10^{-3} ـ ۲/۳ ۴) 8×10^{-4} ـ ۱/۳

۲۲۶- مجموع غلظت مولی یون‌ها در یک نمونه از محلول باریم هیدروکسید با $pH = 13/3$، با مجموع غلظت مولی یون‌ها در یک نمونه محلول هیدروکلریک اسید برابر است. در این شرایط، pH محلول هیدروکلریک اسید کدام است؟

۱) ۰/۶ ۲) ۱/۴ ۳) ۰/۸ ۴) ۱/۲

۲۲۷- ۱۰۰ g آهن (III) اکسید با خلوص ۸۰ درصد را با مقدار کافی فلز سدیم وارد واکنش کرده و سدیم اکسید حاصل از این فرایند را در ۶۰ لیتر آب خالص حل می‌کنیم. در صورتی که انحلال این ترکیب، تغییری در حجم محلول ایجاد نکند، pH محلول حاصل از این فرایند کدام است؟ $(Fe = 56 , O = 16 : g.mol^{-1})$

۱) ۱۱/۳ ۲) ۱۱/۷ ۳) ۱۲/۳ ۴) ۱۲/۷

۲۲۸- در محلول منیزیم هیدروکسید در آب، غلظت یون‌ها از رابطهٔ $[Mg^{2+}][OH^-]^2 = 1/5\times10^{-11}\ mol^3.L^{-3}$، پیروی می‌کند. حداکثر غلظت منیزیم سولفات قابل حل در محلول سدیم هیدروکسید با $pH = 9$، برابر چند مول بر لیتر است؟ *(سراسری ریاضی خارج از کشور ۹۴)*

۱) $1/5\times10^{-6}$ ۲) 3×10^{-6} ۳) ۰/۳۰ ۴) ۰/۱۵

۲۲۹- ۴ گرم سدیم هیدروکسید و ۴ گرم گاز هیدروژن فلوئورید را به طور مجزا در یک لیتر آب خالص حل می‌کنیم. اگر pH محلول‌های حاصل از این فرایند به اندازهٔ ۱۰/۷ واحد با هم تفاوت داشته باشد، مقدار K_a برای هیدروفلوئوریک اسید در شرایط موردنظر کدام است؟ $(Na = 23 , F = 19 , O = 16 , H = 1 : g.mol^{-1})$

۱) 8×10^{-5} ۲) 5×10^{-4} ۳) $1/25\times10^{-4}$ ۴) 4×10^{-5}

تغییر غلظت محلول‌های اسیدی و بازی

۲۳۰- pH مناسب برای زنده‌ماندن ماهی‌های درون یک آکواریوم (آبزی‌دان)، بین ۶ تا ۸/۵ است. اگر حجم آب موجود در این آکواریوم برابر $20\ L$ باشد، افزودن کدام‌یک از نمونه‌های زیر به آب این آکواریوم، سبب مرگ ماهی‌ها می‌شود؟ $(Na = 23 , O = 16 , N = 14 , H = 1 : g.mol^{-1})$

۱) ۲ گرم سدیم هیدروکسید جامد با خلوص ۴۰ درصد
۲) ۴ میلی‌لیتر محلول هیدروکلریک اسید با $pH = 2/7$
۳) ۰/۶۳ میلی‌گرم نیتریک اسید خالص
۴) ۲۰ میلی‌لیتر محلول پتاسیم هیدروکسید با $pH = 11$

۲۳۱- برای رساندن pH یک نمونه ۵۴۰ گرمی از آب خالص به ۲، باید چند میلی‌لیتر از محلول نیتریک اسید با $pH = 1$ را به این نمونهٔ آب اضافه کنیم؟

۱) ۱۰ ۲) ۷۵ ۳) ۶۰ ۴) ۴۰

۲۳۲- با افزودن $500\ mL$ آب خالص به $100\ mL$ محلول هیدروکلریک اسید با $pH = 2$، مقدار pH این محلول به اندازهٔ چند واحد افزایش پیدا می‌کند؟

۱) ۰/۵ ۲) ۰/۷ ۳) ۰/۸ ۴) ۱/۲

۲۳۳- برای آن‌که pH دو لیتر محلول پتاسیم هیدروکسید را از ۹ به ۱۰ برسانیم، به چند میلی‌گرم پتاسیم هیدروکسید نیاز داریم؟ $(K = ۳۹ , O = ۱۶ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$

۱) ۵/۰۴ ۲) ۳/۳۶ ۳) ۱۰/۰۸ ۴) ۶/۷۲

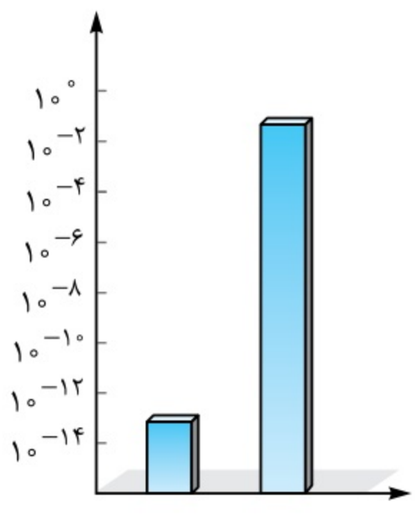
۲۳۴- به ۸۰ mL محلول هیدروکلریک اسید با pH = ۲، ۷۲۰ میلی‌لیتر آب خالص اضافه می‌کنیم. طی این فرایند، pH محلول به اندازهٔ ..... واحد تغییر می‌کند و غلظت یون هیدروکسید در این محلول نیز ..... برابر می‌شود.

۱) ۱۰ ـ ۱ ۲) ۰/۱ ـ ۲ ۳) ۰/۱ ـ ۱ ۴) ۱۰ ـ ۲

۲۳۵- به ۱۰۰ mL محلول سدیم هیدروکسید با pH = ۱۲/۷، به قدری آب خالص اضافه می‌کنیم تا pH محلول به ۱۱ برسد. طی این فرایند، شمار یون‌های هیدرونیوم موجود در محلول موردنظر چند برابر می‌شود؟

۱) ۰/۰۰۵ ۲) ۰/۰۲ ۳) ۵۰ ۴) ۲۵۰۰

۲۳۶- نمودار مقابل، غلظت یون‌های هیدروژن و هیدروکسید موجود در ۲۰۰ mL محلول ۰/۱ مولار اسید HA را نشان می‌دهد. چند مورد از مطالب زیر در رابطه با این محلول درست هستند؟



آ) با افزودن مقداری آب خالص به این محلول، درجهٔ یونش اسید HA افزایش می‌یابد.

ب) اگر غلظت یون OH^- را در این محلول ۱۰۰ برابر کنیم، pH آن ۲ درجه افزایش پیدا می‌کند.

پ) این ترکیب اسیدی، همانند نیتریک اسید، در دستهٔ اسیدهای قوی قرار می‌گیرد.

ت) در صورت اضافه‌کردن ۸۰۰ mL آب خالص به این محلول، pH آن دو برابر می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲

۳) ۳ ۴) ۴

۲۳۷- یک نمونه محلول ۲۰ درصد جرمی سدیم هیدروکسید را به دو قسمت مجزا تقسیم کرده و در بشرهای A و B می‌ریزیم. در مرحلهٔ بعد، جرم سدیم هیدروکسید موجود در ظرف A و جرم آب موجود در ظرف B را دو برابر می‌کنیم. اگر چگالی محلول‌های حاصل از این فرایند با هم برابر باشد، pH محلول A به اندازهٔ ..... واحد ..... از pH محلول B است.

۱) ۰/۵ ـ بیشتر ۲) ۰/۵ ـ کم‌تر ۳) ۰/۷ ـ بیشتر ۴) ۰/۷ ـ کم‌تر

۲۳۸- در محلول سیرشده‌ای از نقره هیدروکسید، غلظت یون‌ها از رابطهٔ $[Ag^+][OH^-] = ۱۰^{-۸}$ پیروی می‌کند. در این شرایط، مقدار pH یک نمونه محلول سیرشدهٔ نقره هیدروکسید در آب خالص برابر ..... بوده و حداکثر ..... میلی‌گرم نقره هیدروکسید را می‌توان در ده لیتر محلول سدیم هیدروکسید با pH = ۱۲ حل کرد. $(Ag = ۱۰۸ , O = ۱۶ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$

۱) ۱۰ ـ ۱/۲۵ ۲) ۱۲ ـ ۰/۲۵ ۳) ۱۰ ـ ۰/۲۵ ۴) ۱۲ ـ ۱/۲۵

۲۳۹- ۸۰ میلی‌لیتر محلول سود سوزآور با pH = ۱۳/۳ را با ۱۲۰ میلی‌لیتر محلول پتاس سوزآور با pH = ۱۳/۸۵ مخلوط می‌کنیم. pH محلول حاصل از این فرایند کدام است؟

۱) ۱۳/۷ ۲) ۱۳/۵ ۳) ۱۳/۴ ۴) ۱۳/۶

۲۴۰- ۱۰ mL محلول اسید ضعیف HA با $K_a = ۱۰^{-۵}$ و pH = ۳ در اختیار داریم. پس از افزودن ۹۹۰ میلی‌لیتر آب خالص به این محلول، pH آن چه‌قدر می‌شود؟

۱) ۵ ۲) ۳/۵ ۳) ۴ ۴) ۴/۵

۲۴۱- برای تهیهٔ ۵ kg محلول نیتریک اسید با غلظت ۱۲۶۰ ppm، به چند میلی‌لیتر محلول نیتریک اسید با pH = ۰/۷ نیاز داریم؟ $(O = ۱۶ , N = ۱۴ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$

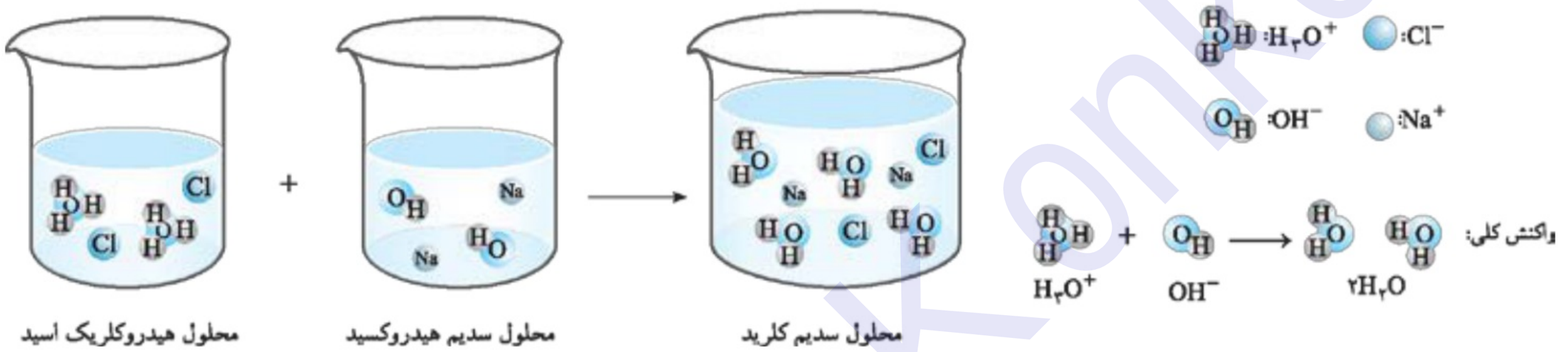
۱) ۲۰۰ ۲) ۵۰۰ ۳) ۷۵۰ ۴) ۳۰۰

@Konkor

بخش ۴ واکنش اسیدها و بازها

واکنش خنثی‌شدن

یکی از رفتارهای جالب و پرکاربرد اسیدها و بازها، واکنش‌هایی است که بین این دو دسته از مواد انجام می‌شود. به این گروه از واکنش‌ها، به اصطلاح واکنش‌های خنثی‌شدن *یا همون تیتراسیون* گفته می‌شود. طی واکنش‌های خنثی‌شدن، یون‌های هیدروکسید حاصل از بازها با یون‌های هیدرونیوم حاصل از اسیدها براساس معادلهٔ: $OH^-(aq) + H_3O^+(aq) \rightarrow 2H_2O(l)$ وارد واکنش شده و مولکول‌های **آب** را تولید می‌کنند.
به عنوان مثال، محلول هیدروکلریک اسید، براساس معادلهٔ: $HCl(aq) + NaOH(aq) \rightarrow H_2O(l) + NaCl(aq)$ با محلول سدیم هیدروکسید واکنش می‌دهد که فراوردهٔ آن، محلول همگنی از سدیم کلرید خواهد بود. تصویر زیر، مراحل انجام این واکنش را نشان می‌دهد:



برای محاسبهٔ مقدار اسید یا باز مورد نیاز برای خنثی‌کردن کامل یک محلول، ابتدا باید غلظت مولی محلول موردنظر را محاسبه کنیم و پس از آن، به کمک قواعد استوکیومتری محلول‌ها مقدار اسید یا باز مورد نیاز برای خنثی‌کردن را به دست بیاورید.

یه راه دیگه: هرگاه حجم V_a از محلول اسیدی با غلظت مولی M_a و ظرفیت n_a با حجم V_b از محلول بازی با غلظت مولی M_b و ظرفیت n_b به طور کامل واکنش بدهد، به طوری که هر دو محلول کاملاً مصرف شوند، رابطهٔ زیر میان این دو محلول برقرار می‌شود.

$$M_a \times V_a \times n_a = M_b \times V_b \times n_b$$

به کمک این تساوی، می‌توانیم بدون استفاده از روابط استوکیومتری، مقدار اسید یا باز مورد نیاز برای خنثی‌کردن یک محلول را محاسبه کنیم.

یادآوری منظور از n_a (ظرفیت اسید) در رابطهٔ بالا، تعداد هیدروژن‌های اسیدی در اسید شرکت‌کننده در واکنش است و منظور از n_b (ظرفیت باز) در این رابطه، تعداد OH^-های بازی در باز شرکت‌کننده در واکنش است.

تست **برای خنثی‌کردن ۵۰۰ mL محلول هیدروکلریک اسید با غلظت ۰/۲۵ مولار، به چند میلی‌لیتر محلول ۲۰ درصد جرمی سدیم هیدروکسید با چگالی ۱/۲۵ $g.mL^{-1}$ نیاز داریم؟ $(O=16, C=12, H=1 : g.mol^{-1})$**

۱) ۲۵ ۲) ۲۰ ۳) ۴۰ ۴) ۵۰

پاسخ **گزینهٔ «۲»** **گام اول:** ابتدا باید غلظت مولی محلول سدیم هیدروکسید را با استفاده از رابطهٔ «$M = \frac{10.a.d}{\text{جرم مولی}}$» به دست بیاوریم. در این رابطه، a برابر درصد جرمی محلول و d برابر چگالی محلول است.

$$M = \frac{10ad}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow M = \frac{10 \times 20 \times 1/25}{40} = 6/25 \ mol.L^{-1}$$

گام دوم: به کمک رابطهٔ «$M_a.V_a.n_a = M_b.V_b.n_b$»، حجم محلول سدیم هیدروکسید مورد نیاز را محاسبه می‌کنیم.

$$M_a.V_a.n_a = M_b.V_b.n_b \Rightarrow 0/25 \times 500 \times 1 = 6/25 \times V_b \times 1 \Rightarrow V_b = 20 \ mL$$

تست **برای خنثی‌کردن ۵۰ mL محلول سدیم هیدروکسید با pH = ۱۲، به چند میلی‌لیتر محلول نیتریک اسید ۰/۲ مولار نیاز است؟**

۱) ۱۲۵ ۲) ۲۵ ۳) ۱۲/۵ ۴) ۲/۵

پاسخ **گزینهٔ «۴»** **گام اول:** غلظت مولی محلول سدیم هیدروکسید را با توجه به pH این محلول محاسبه می‌کنیم.

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-12} \ mol.L^{-1} \Rightarrow K_W = 10^{-14} = [OH^-][H_3O^+] = [OH^-] \times 10^{-12} \Rightarrow [OH^-] = 10^{-2} \ mol.L^{-1}$$

گام دوم: چون سدیم هیدروکسید یک باز قوی است، غلظت یون OH^- در محلول آن با غلظت باز برابر است؛ پس داریم:

$$M_a.V_a.n_a = M_b.V_b.n_b \Rightarrow 0/2 \times V_a \times 1 = 0/01 \times 50 \times 1 \Rightarrow V_a = 2/5 \ mL$$

واکنش اسیدها با فلزها

اغلب فلزها، با محلول‌های اسیدی واکنش داده و **گاز هیدروژن** آزاد می‌کنند. طی این فرایند، اتم‌های فلزی الکترون از دست داده و در قالب کاتیون‌های فلزی وارد محلول می‌شوند. به عنوان مثال، فلز سدیم براساس معادلهٔ $2Na(s)+2HCl(aq) \rightarrow 2NaCl(aq)+H_2(g)$ با محلول هیدروکلریک اسید واکنش می‌دهد.

تست **۲۰۰ mL محلول هیدروکلریک اسید با pH = ۳، با چند میلی‌گرم فلز روی به طور کامل واکنش می‌دهد؟ ($Zn = 65\ g.mol^{-1}$)**

۱) ۶/۵ ۲) ۱۳ ۳) ۶۵ ۴) ۱۳۰

پاسخ **گزینهٔ «۱»** **گام اول:** واکنش انجام‌شده را مشخص می‌کنیم:

$$Zn(s)+2HCl(aq) \rightarrow ZnCl_2(aq)+H_2(g)$$

گام دوم: مقدار مول‌های HCl موجود در محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$[H_3O^+]=10^{-pH} \Rightarrow [H_3O^+]=10^{-3}\ mol.L^{-1}$$

$$?\,mol\ HCl = 200\ mL\ محلول \times \frac{1\ L\ محلول}{1000\ mL\ محلول} \times \frac{10^{-3}\ mol\ HCl}{1\ L\ محلول} = 2\times10^{-4}\ mol$$

گام سوم: براساس معادلهٔ واکنش انجام‌شده، جرم فلز روی را به دست می‌آوریم:

$$?\,mg\ Zn = 2\times10^{-4}\ mol\ HCl \times \frac{1\ mol\ Zn}{2\ mol\ HCl} \times \frac{65\ g\ Zn}{1\ mol\ Zn} \times \frac{1000\ mg\ Zn}{1\ g\ Zn} = 6/5\ mg$$

پاک‌کننده‌های خورنده

گروهی از پاک‌کننده‌ها هستند که بر مبنای **واکنش میان اسیدها و بازها** عمل می‌کنند. در هنگام استفاده از این مواد، شویندهٔ موردنظر با آلودگی‌ها وارد واکنش شده و آن‌ها را به مواد محلول در آب تبدیل می‌کند. شوینده‌های خورنده را بر مبنای کاربرد آن‌ها، می‌توان به دو دستهٔ اسیدی و بازی تقسیم‌بندی کرد:

شوینده‌های خورندهٔ بازی

از این شوینده‌ها برای پاک‌کردن **رسوب‌ها و آلودگی‌هایی با خاصیت اسیدی** استفاده می‌شود. به عنوان مثال، اگر مسیر لوله‌ای با مخلوطی از اسیدهای چرب جامد ($RCOOH(s)$) مسدود شده باشد، برای بازکردن راه آن می‌توان از محلول غلیظ سدیم هیدروکسید به عنوان یک پاک‌کنندهٔ خورنده استفاده کرد. محلول سدیم هیدروکسید براساس معادلهٔ زیر با این آلودگی‌ها واکنش می‌دهد:

$$RCOOH(s)+NaOH(aq) \rightarrow RCOONa(aq)+H_2O(l)$$

نکته با دقت در معادلهٔ این واکنش، متوجه می‌شویم که یکی از فراورده‌های آن، نمک سدیم اسیدهای چرب *یا همون صابون* است. صابون حاصل از این واکنش، در آب حل شده و می‌تواند چربی‌های اضافی را بزداید.

شوینده‌های خورندهٔ اسیدی

از این پاک‌کننده‌ها برای زدودن **آلودگی‌هایی با خاصیت بازی** استفاده می‌شود. به عنوان مثال، اگر مسیر لوله‌ای با رسوب کلسیم کربنات بسته شده باشد، برای بازکردن راه آن می‌توان از محلول هیدروکلریک اسید استفاده کرد. محلول هیدروکلریک اسید براساس معادلهٔ زیر با رسوب ایجادشده واکنش می‌دهد:

$$2HCl(aq)+CaCO_3(s) \rightarrow H_2O(l)+CO_2(g)+CaCl_2(aq)$$

صابون‌ها و پاک‌کننده‌های غیرصابونی، بر مبنای برهم‌کنش‌های بین مولکولی با آلودگی‌ها، سبب پاک‌کردن آن‌ها می‌شوند اما پاک‌کننده‌های خورنده در کنار برهم‌کنش‌های بین مولکولی، بر مبنای واکنش‌های شیمیایی که با آلودگی‌ها می‌دهند نیز سبب پاک‌کردن آن‌ها از محیط می‌شوند.

داروهای ضداسید معده‌ای

با ورود غذا به معدهٔ انسان، غدد موجود در دیوارهٔ معده **برای از بین بردن میکروب‌های موجود در غذاها و فعال‌کردن آنزیم‌های گوارشی**، شروع به ترشح **هیدروکلریک اسید** می‌کنند. در بدن انسان بالغ، روزانه بین ۲ تا ۳ لیتر شیرهٔ معده تولید می‌شود که غلظت یون هیدرونیوم در آن حدوداً برابر با $0/03\ mol.L^{-1}$ است. *با به حساب سرانگشتی، متوجه می‌شیم که pH اسید ترشح‌شده در معده تقریباً برابر ۱/۵ است* و به همین خاطر، فضای درون معده را می‌توان یک محیط اسیدی به حساب آورد؛ به طوری که این اسید می‌تواند فلز روی را در خود حل کند.

دیوارهٔ داخلی معده، به طور طبیعی مقدار اندکی از یون‌های هیدرونیوم ترشح‌شده را مجدداً جذب می‌کند. این فرایند، سبب نابودی برخی از سلول‌های سازندهٔ دیوارهٔ معده می‌شود. در این شرایط، اگر مقدار اسید موجود در معده به هر دلیلی بیش از اندازه باشد، مقدار یون‌های هیدرونیوم جذب‌شده توسط دیوارهٔ معده بیشتر شده و مقدار بیشتری از سلول‌های دیوارهٔ معده آسیب می‌بینند. آسیب به سلول‌های دیوارهٔ معده، سبب درد، التهاب و گاهی خونریزی معده می‌شود.

با توجه به توضیحات داده شده، مصرف غذاها و داروهای اسیدی سبب تشدید بیماری‌های معده خواهد شد. *به همین دلیل* کسانی‌که به بیماری‌های معده‌ای مبتلا هستند باید میزان مصرف غذاهای اسیدی را کاهش داده و به‌جای داروهای اسیدی، از داروهای دیگری به عنوان جایگزین استفاده کنند. *پزشکان محترم* نیز برای مقابله با این مقدار اضافی از اسید موجود در معده، از داروهایی به نام ضداسید *یا همون آنتی‌اسید* استفاده می‌کنند. این داروها خاصیت **بازی** داشته و با ورود به معده، سبب خنثی‌کردن اسید معده و افزایش pH محتویات معده می‌شوند. مواد مؤثر موجود در ضداسیدهای مختلف، شامل منیزیم هیدروکسید ($Mg(OH)_2$)، آلومینیم هیدروکسید ($Al(OH)_3$) و سدیم هیدروژن کربنات (جوش‌شیرین یا $NaHCO_3$) می‌شود. این مواد براساس معادله‌های زیر با اسید معده واکنش می‌دهند:

مادهٔ مؤثر در ضداسیدها:

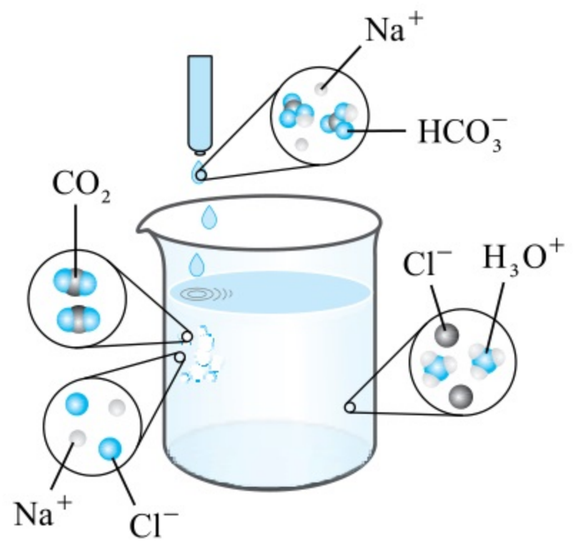
$$Mg(OH)_2 \xrightarrow{\text{واکنش}} Mg(OH)_2(aq) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq) + 2H_2O(l)$$

$$Al(OH)_3 \xrightarrow{\text{واکنش}} Al(OH)_3(aq) + 3HCl(aq) \rightarrow AlCl_3(aq) + 3H_2O(l)$$

$$NaHCO_3 \xrightarrow{\text{واکنش}} NaHCO_3(aq) + HCl(aq) \rightarrow H_2O(l) + CO_2(g) + NaCl(aq)$$

چندنکته

- pH شیرهٔ معده به قدری پایین است که سبب از بین رفتن حدود نیم میلیون یاخته از بافت دیوارهٔ معده در هر دقیقه می‌شود. برگشت شیرهٔ معده به مری، ریفلاکس معده نام دارد که سبب ایجاد بوی ترش در گلو و دهان می‌شود. **ساده‌ترین** روش درمان ریفلاکس معده، افزایش تعداد وعده‌های غذایی در روز و کاهش حجم هر وعدهٔ غذایی است.
- شیر منیزی، یکی از رایج‌ترین ضداسیدهای مورد استفاده به شمار می‌رود که مادهٔ مؤثر موجود در آن، **منیزیم هیدروکسید** است.
- شربت معده، یک داروی ضداسید است که محتوی $Al(OH)_3$ و $Mg(OH)_2$ می‌باشد. از آن‌جا که ترکیبات موجود در این دارو انحلال‌پذیری بسیار کمی در آب دارند، شربت معده را می‌توان یک مخلوط ناهمگن و متعلق به دستهٔ سوسپانسیون‌ها به حساب آورد.
- در زمان استراحت، pH محتویات معده حدوداً به اندازهٔ ۲ واحد افزایش پیدا کرده و به ۳/۶ می‌رسد. غلظت یون هیدرونیوم موجود در شیرهٔ معده در این شرایط برابر $2/5 \times 10^{-4}\ mol.L^{-1}$ است.
- داروهای ضداسید مختلف، می‌توانند حاوی یک یا چند مورد از مواد مؤثر نام برده شده باشند.
- واکنش میان محلول هیدروکلریک اسید با محلول سدیم هیدروژن کربنات از دیدگاه ذره‌ای به صورت مقابل است:



یون‌های هیدروژن کربنات (HCO_3^-) شرکت‌کننده در این واکنش، ابتدا یک یون هیدروژن را جذب کرده و به کربنیک اسید (H_2CO_3) تبدیل می‌شوند. از آن‌جا که ذرات کربنیک اسید ناپایدار هستند، به سرعت به گاز کربن دی‌اکسید و مولکول‌های آب تجزیه می‌شوند.

- از آن‌جا که اضافه‌کردن محلول سدیم هیدروژن کربنات به یک محلول دیگر، سبب کاهش غلظت یون هیدروژن در آن محلول می‌شود، پس می‌توان گفت که سدیم هیدروژن کربنات خاصیت بازی داشته و محلول آن یک محلول بازی با pH بزرگ‌تر از ۷ است.
- برای افزایش قدرت پاک‌کنندگی چربی‌ها، به شوینده‌ها جوش‌شیرین *یا همون سدیم هیدروژن کربنات* می‌افزایند. اضافه‌کردن این ماده به شوینده‌ها، سبب افزایش خاصیت بازی آن‌ها می‌شود و علاوه بر آن، در صورت استفاده از آب‌های سخت برای شست‌وشوی لباس‌ها، یون‌های HCO_3^- موجود در شویندهٔ موردنظر با یون‌های منیزیم و کلسیم موجود در آب سخت تشکیل رسوب داده و این یون‌ها را از محلول خارج می‌کند.

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

واکنش خنثی شدن

۲۴۲- چند میلی‌لیتر محلول پتاسیم هیدروکسید با $pH = 13$ برای واکنش کامل با ۲۵ میلی‌لیتر محلول $0/4\ mol.L^{-1}$ سولفوریک اسید نیاز است؟

۱) ۵۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۲۵۰ *(سراسری ریاضی ۹۲)*

۲۴۳- ۵۰ mL از یک نمونه محلول هیدروکلریک اسید با $pH = 2/3$، با ۱۲۵۰ mL محلول سدیم هیدروکسید به طور کامل واکنش می‌دهد. در این شرایط، pH محلول سدیم هیدروکسید چه‌قدر است؟

۱) ۱۱/۷ ۲) ۱۱/۳ ۳) ۱۰/۷ ۴) ۱۰/۳

۲۴۴- برای خنثی‌کردن کامل ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول پتاسیم هیدروکسید با $pH = 13/7$، به چند گرم هیدروژن یدید با خلوص ۶۴٪ نیاز است؟
$(I = 127 , H = 1 : g.mol^{-1})$

۱) ۲۰ ۲) ۱۰ ۳) ۱۶ ۴) ۸

۲۴۵- به ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول هیدروکلریک اسید با $pH = ۳$، مقداری محلول سدیم هیدروکسید با $pH = ۱۲$ اضافه می‌کنیم تا به طور کامل خنثی شود. طی این فرایند، شمار یون‌های هیدرونیوم موجود در محلول موردنظر چند برابر می‌شود؟

۱) $۱/۱\times۱۰^{-۴}$ ۲) $۱۰^{-۴}$ ۳) $۱/۱\times۱۰^{-۳}$ ۴) $۱۰^{-۳}$

۲۴۶- غلظت یون هیدروکسید در محلولی از کلسیم هیدروکسید با $pH = ۱۰$ و چگالی $۱ g.mL^{-۱}$، برابر ..... قسمت در میلیون بوده و هر لیتر از این محلول، با ..... میلی‌لیتر محلول هیدروکلریک اسید با $pH = ۲$ به طور کامل واکنش می‌دهد. $(O = ۱۶ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$

۱) ۱۰ ـ ۱/۷ ۲) ۱۰۰ ـ ۱۷ ۳) ۱۰۰ ـ ۱/۷ ۴) ۱۰ ـ ۱۷

۲۴۷- یک ظرف محتوی ۵۰۰ میلی‌لیتر محلول سدیم هیدروکسید با $pH = ۱۲$ در اختیار داریم. با حل‌کردن چند میلی‌لیتر گاز هیدروژن کلرید در شرایط استاندارد در این محلول، pH آن به اندازهٔ ۵ واحد کاهش پیدا می‌کند؟

۱) ۲۲۴ ۲) ۱۱۲ ۳) ۲۲/۴ ۴) ۱۱/۲

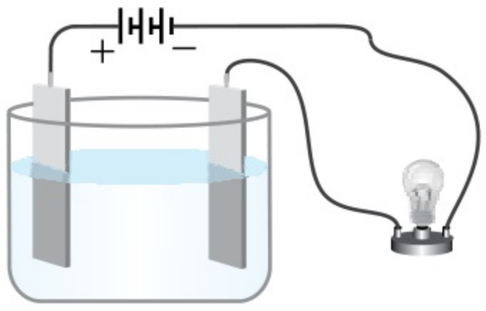
۲۴۸- اگر در $۲۰۰ mL$ از محلول سدیم هیدروکسید، ۸۰ میلی‌گرم از آن به صورت حل‌شده وجود داشته باشد، pH این محلول برابر با ..... ، $[OH^-]$ در آن، ..... برابر $[H^+]$ است و $۱۰ mL$ از آن می‌تواند mL ..... محلول $۰/۰۰۲ mol.L^{-۱}$ هیدروکلریک اسید را خنثی کند. $(Na = ۲۳ , O = ۱۶ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$ *(سراسری ریاضی خارج از کشور ۹۰)*

۱) ۱۲/۷ ـ $۱۰^{۸}$ ـ ۵۰
۲) ۱۲/۷ ـ $۱۰^{۱۰}$ ـ ۴۰
۳) ۱۲ ـ $۱۰^{۸}$ ـ ۴۰
۴) ۱۲ ـ $۱۰^{۱۰}$ ـ ۵۰

۲۴۹- $۱۰۰ mL$ محلول ۰/۵ مولار اسید HA $(K_a = ۵\times۱۰^{-۳})$ تهیه شده است. pH این محلول به تقریب کدام است و برای خنثی‌کردن کامل آن، چند گرم سدیم هیدروکسید لازم است؟ $(NaOH = ۴۰ g.mol^{-۱})$ *(سراسری تجربی خارج از کشور ۹۲)*

۱) ۲/۶ ـ ۱ ۲) ۲/۶ ـ ۲ ۳) ۱/۳ ـ ۱ ۴) ۱/۳ ـ ۲

۲۵۰- ظرف زیر، محتوی ۵۰۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۵ مولار هیدروکلریک اسید است. در صورت اضافه‌کردن ۰/۱ مول سدیم هیدروکسید جامد به این محلول، .....



۱) میزان روشنایی لامپ قرارگرفته در مدار الکتریکی، تغییر محسوسی نمی‌کند.
۲) pH آن شروع به افزایش‌یافتن کرده و به بالاتر از ۷ می‌رسد.
۳) مقداری گاز هیدروژن تولیدشده و از محلول موردنظر خارج می‌شود.
۴) غلظت یون هیدروکسید موجود در آن ۱/۲۵ برابر می‌شود.

۲۵۱- در محلول یک باز قوی، غلظت مولار یون هیدروکسید ۴×۱۰^{۸} برابر غلظت یون هیدروژن است. برای خنثی‌کردن دو لیتر از این محلول چند میلی‌لیتر گاز هیدروژن کلرید در شرایط استاندارد را باید در آن حل کنیم؟

۱) ۲۲/۴ ۲) ۸۹/۶ ۳) ۲/۲۴ ۴) ۸/۹۶

۲۵۲- چند مورد از مطالب زیر درست هستند؟

آ) pH محلولی که غلظت یون OH^- در آن برابر $۲\times۱۰^{-۴} mol.L^{-۱}$ است، تقریباً برابر ۱۰/۷ می‌باشد.
ب) اگر حجم محلول یک اسید قوی را با افزودن آب خالص به آن، ۲ برابر کنیم، pH محلول ۰/۳ واحد کاهش می‌یابد.
پ) با تغییر حجم محلول یک اسید قوی در دمای ثابت، حاصل‌ضرب غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید تغییری نمی‌کند.
ت) عصارهٔ گوجه‌فرنگی، خاصیت بازی داشته و با واردشدن آن به معدهٔ انسان، pH محتویات معده افزایش می‌یابد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۵۳- $۲۰۰ mL$ محلول هیدروکلریک اسید با $pH = ۲$ در اختیار داریم. با افزودن ..... میلی‌گرم سدیم هیدروکسید به این محلول، محلولی حاصل می‌شود که خاصیت ..... دارد. $(Na = ۲۳ , O = ۱۶ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$

۱) ۱۰۰ ـ اسیدی ۲) ۱۰۰ ـ بازی ۳) ۸۰ ـ اسیدی ۴) ۸۰ ـ بازی

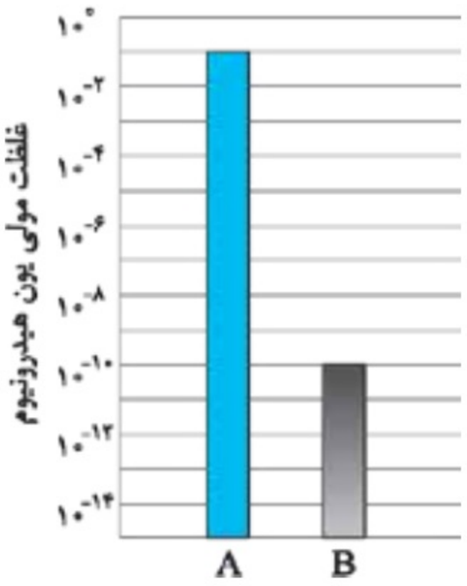
۲۵۴- $۳۰۰ mL$ محلول هیدروکلریک اسید با $pH = ۲/۳$ را با $۵۰۰ mL$ محلول نیتریک اسید با $pH = ۳$ مخلوط می‌کنیم. pH محلول حاصل از این فرایند کدام است؟

۱) ۲/۷ ۲) ۲/۶ ۳) ۲/۴ ۴) ۲/۵

۲۵۵- محلول ۰/۱ مولار اسید ضعیف HA $(K_a = ۱۰^{-۷})$ با اضافه‌کردن کلسیم هیدروکسید جامد در حال خنثی‌شدن است. pH این محلول، از آغاز واکنش تا خنثی‌شدن ۵۰ درصد از مقدار اسید، به تقریب چند واحد تغییر می‌کند؟ (نمک $CaA_۲$ نامحلول در آب است.) *(سراسری ریاضی خارج از کشور ۹۲)*

۱) ۰/۳ ۲) ۰/۲ ۳) ۰/۴ ۴) ۰/۱۵

۲۵۶- نمودار مقابل، غلظت مولی یون هیدرونیوم موجود در دو محلول را در دمای $25\ ^\circ C$ نشان می‌دهد. چه تعداد از مطالب زیر، در رابطه با این محلول‌ها نادرست است؟



آ) هر میلی‌لیتر از محلول **B**، توسط ۱۰۰۰ میلی‌لیتر از محلول **A** خنثی می‌شود.

ب) در محلول **A**، غلظت یون هیدرونیوم 10^{12} برابر غلظت یون هیدروکسید است.

پ) محلول **B** همانند محلول آمونیاک، خاصیت بازی داشته و **pH** آن کم‌تر از ۷ است.

ت) در هر میلی‌لیتر از محلول **A**، $6/02\times10^{19}$ یون هیدرونیوم به صورت حل‌شده وجود دارد.

ث) در صورت افزودن آب مقطر به این محلول‌ها، تفاوت غلظت یون هیدرونیوم در آن‌ها کم‌تر می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲

۳) ۳ ۴) ۴

۲۵۷- ۱ لیتر محلول HCl با $pH=1$ را با مقدار کافی محلول سدیم هیدروکسید با $pH=12$ خنثی کرده و پس از اتمام فرایند خنثی‌سازی، ۰/۵۵ مول منیزیم سولفات را در محلول موردنظر حل می‌کنیم. غلظت یون منیزیم در محلول حاصل از این فرایند تقریباً برابر با چند ppm می‌شود؟ (چگالی همهٔ محلول‌ها را برابر با $1\ g.mL^{-1}$ در نظر بگیرید. $S=32, Mg=24, O=16 : g.mol^{-1}$)

۱) ۱۲۰۰ ۲) ۴۸۰۰ ۳) ۱۳۲۰ ۴) ۵۲۸۰

۲۵۸- با افزودن ۱۰ میلی‌لیتر از محلول یک ترکیب با خاصیت اسیدی (HA) به ۹۰ میلی‌لیتر آب مقطر، pH محلول به ۲ کاهش می‌یابد. برای خنثی‌شدن هر لیتر از محلول غلیظ اولیهٔ این ترکیب اسیدی، چند گرم $NaOH(s)$ لازم است؟ ($Na=23, O=16, H=1 : g.mol^{-1}$)

۱) ۱ ۲) ۴ ۳) ۱۰ ۴) ۴۰ *(سراسری تجربی ۹۷)*

۲۵۹- چند مورد از عبارت‌های داده‌شده درست هستند؟

آ) در محلول **NaOH** با $pH=11/3$، غلظت مولی یون هیدروکسید، 4×10^{-8} برابر غلظت مولی یون هیدرونیوم است.

ب) برای خنثی‌کردن ۱۰ لیتر محلول **HCl** با $pH=2$، به ۰/۱ مول سدیم هیدروکسید خالص نیاز داریم.

پ) رنگ گل‌های ادریسی که در خاک‌هایی با **pH** اسیدی می‌رویند، قرمزرنگ خواهد شد.

ت) اگر K_a برای اسید ضعیف **HA** برابر 10^{-5} باشد، **pH** محلول ۰/۴ مولار این اسید به تقریب برابر ۲/۷ می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

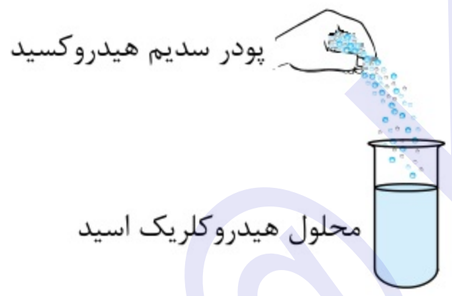
۲۶۰- pH فاضلاب خارج‌شده از یک کارخانهٔ صنعتی، برابر ۲/۷ است. اگر چگالی فاضلاب خروجی از این کارخانه برابر با $1/25\ kg.L^{-1}$ باشد، برای خنثی‌کردن هر تن از آن، به چند گرم سدیم هیدروکسید با خلوص ۴۰ درصد نیاز داریم؟ ($Na=23, O=16, H=1 : g.mol^{-1}$)

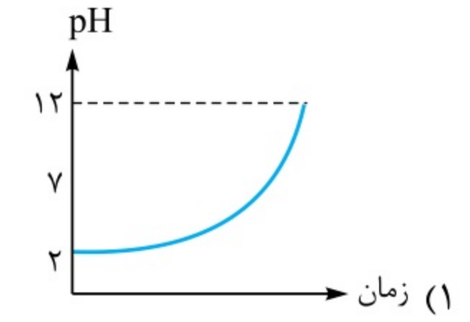
۱) ۱۶۰ ۲) ۸۰ ۳) ۱۲۸ ۴) ۱۲۰

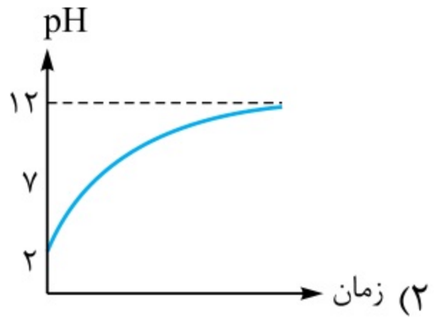
۲۶۱- اگر غلظت یون هیدرونیوم در محلول اسید قوی HA، 8×10^{-9} برابر غلظت یون هیدرونیوم در محلول باز قوی BOH باشد و هر میلی‌لیتر از محلول اسید HA توسط ۵ میلی‌لیتر از محلول باز BOH به طور کامل خنثی شود، pH محلول اسید HA کدام است؟

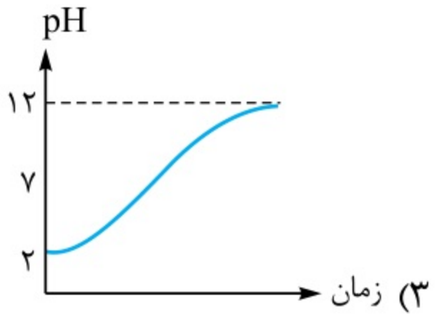
۱) ۲/۷ ۲) ۲/۳ ۳) ۱/۷ ۴) ۱/۳

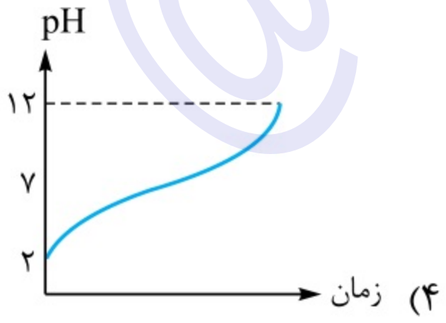
۲۶۲- محلولی از هیدروکلریک اسید با $pH=2$ را مطابق با تصویر مقابل، با پودر سدیم هیدروکسید مخلوط می‌کنیم. اگر سرعت ریختن پودر موردنظر ثابت باشد، نمودار تغییر pH محلول موجود در ظرف به چه صورت می‌شود؟



۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

۲۶۳- pH دو لیتر محلول هیدروکلریک اسید ۰/۰۱ مولار، با افزودن چند گرم پتاسیم هیدروکسید با جرم مولی $56\ g.mol^{-1}$، به تقریب دو برابر می‌شود؟

۱) ۰/۵ ۲) ۰/۵۵ ۳) ۱ ۴) ۱/۱۱ *(سراسری ریاضی ۹۳)*

۲۶۴- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) مجموع غلظت یون هیدرونیوم و یون هیدروکسید در محلولی با $pH=8$، ۵/۵ برابر غلظت این یون‌ها در یک نمونه آب خالص است.

۲) یک لیتر محلول هیدروکلریک اسید با $pH=2$، با ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول سدیم هیدروکسید با $pH=12/3$ خنثی می‌شود.

۳) استیک اسید، ساده‌ترین عضو خانوادهٔ کربوکسیلیک اسیدها بوده و همانند نیترو اسید، در دستهٔ اسیدهای تک‌پروتون قرار دارند.

۴) در صورت حل‌کردن $2/24\times10^{-3}$ میلی‌لیتر گاز هیدروژن برمید در ۱۰ لیتر آب خالص، pH محلول موردنظر کم‌تر از ۷ می‌شود.

۲۶۵- به $200\ mL$ از محلول $0/01\ mol.L^{-1}$ اسید ضعیف HA با $pH = 4$، مقداری محلول $0/005\ mol.L^{-1}$ سدیم هیدروکسید اضافه می‌کنیم. اگر طی این فرایند، pH محلول به اندازهٔ $0/3$ واحد افزایش پیدا کرده باشد، حجم محلول سدیم هیدروکسید اضافه‌شده برابر با چند mL است؟ (ترکیب NaA به حالت رسوب درآمده و از محلول خارج می‌شود.)

۱) ۱۰۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۳۰۰ ۴) ۴۰۰

۲۶۶- کدام موارد از مطالب زیر درست است؟

آ) با افزودن مقدار اندکی سدیم هیدروژن کربنات به آب خالص، مقدار $[H^+][OH^-]$ در محلول موردنظر افزایش پیدا می‌کند.

ب) فرمول مولکولی یک صابون جامد که گروه R سیرشدهٔ آن دارای ۱۷ اتم کربن است، به صورت $C_{18}H_{36}O_2Na$ می‌شود.

پ) اسید مورد نیاز برای رساندن pH یک محلول از ۳ به ۲، بیشتر از اسید مورد نیاز برای رساندن pH آن محلول از ۶ به ۵ است.

ت) هر گرم سدیم هیدروکسید، در مقایسه با هر گرم پتاسیم هیدروکسید، تأثیر بیشتری بر افزایش pH یک محلول اسیدی خاص دارد.

۱) (ب) و (ت) ۲) (پ) و (ت) ۳) (آ) و (پ) ۴) (آ) و (ب)

۲۶۷- اگر K_a اسید HB بیشتر از K_a اسید HA باشد، کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با محلول‌هایی با غلظت و حجم برابر از این مواد درست است؟

۱) پس از افزودن مول‌های برابر از هر ماده به محلول خودش، K_a محلول HB در مقایسه با محلول دیگر به مقدار بیشتری افزایش می‌یابد.

۲) جرم NaOH مورد نیاز برای خنثی‌کردن محلول HB، بیشتر از جرم NaOH مورد نیاز برای خنثی‌کردن محلول HA است.

۳) اگر عناصر A و B هالوژن باشند، خاصیت نافلزی عنصر A در مقایسه با خاصیت نافلزی عنصر B بیشتر است.

۴) pH محلول اسید HB در مقایسه با pH محلول HA به pH یک نمونهٔ خالص از آب نزدیک‌تر است.

۲۶۸- در صورتی که $1\ mL$ از محلول غلیظ اسید قوی HA با چگالی $2/5\ g.mL^{-1}$ تا $100\ mL$ رقیق و به آن $0/16\ g$ سدیم هیدروکسید افزوده شود، محلولی با $pH = 2$ حاصل می‌شود. درصد جرمی محلول اسید اولیه کدام است؟ $(HA = 150 , NaOH = 40 : g.mol^{-1})$ *(سراسری تجربی ۹۳)*

۱) ۶ ۲) ۲۴ ۳) ۳۰ ۴) ۳۶

۲۶۹- دو محلول مجزا، یکی با $pH = 12$ و دیگری با $pH = 12/7$ در اختیار داریم. اگر حجم هیدروکلریک اسید مورد نیاز برای خنثی‌کردن کامل این محلول‌ها با یکدیگر برابر باشد، pH محلول حاصل از مخلوط‌کردن این دو محلول با یکدیگر تقریباً چه‌قدر می‌شود؟ $(\log 5 = 0/7 , \log 3 = 0/5)$

۱) ۱۲/۲ ۲) ۱۲/۳ ۳) ۱۲/۵ ۴) ۱۲/۶

واکنش اسیدها و بازها با سایر مواد

۲۷۰- هیدروکلریک اسید، براساس معادلهٔ موازنه‌نشدهٔ $MnO_2(s) + HCl(aq) \rightarrow MnCl_2(aq) + Cl_2(g) + H_2O(l)$، با منگنز (IV) اکسید وارد واکنش می‌شود. ۱۶ لیتر محلول هیدروکلریک اسید با $pH = 0/7$، با چند گرم منگنز (IV) اکسید به طور کامل واکنش می‌دهد؟ $(Mn = 55 , O = 16 : g.mol^{-1})$

۱) ۴۶/۴ ۲) ۹۲/۸ ۳) ۶۹/۶ ۴) ۱۳۹/۲

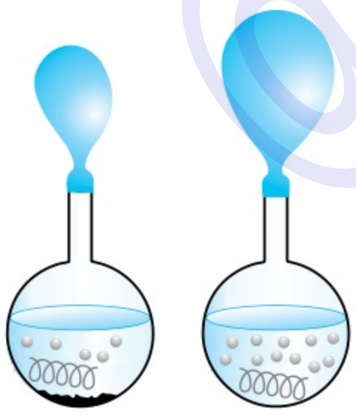
۲۷۱- دو لیتر محلول هیدروکلریک اسید با $pH = 1/7$، با چند میلی‌لیتر محلول $0/5$ مولار نقره نیترات به طور کامل واکنش می‌دهد و طی این فرایند، چند گرم رسوب تولید می‌شود؟ $(Ag = 108 , Cl = 35/5 : g.mol^{-1})$

۱) ۸۰ ـ ۵/۷۴ ۲) ۴۰ ـ ۵/۷۴ ۳) ۸۰ ـ ۲/۸۷ ۴) ۴۰ ـ ۲/۸۷

۲۷۲- به $10\ mL$ محلول ۲ مولار HCl، آب مقطر اضافه می‌کنیم تا حجم آن به یک لیتر برسد. ۱۰۰ میلی‌لیتر از این محلول، با چند میلی‌گرم کلسیم کربنات خنثی می‌شود؟ $(Ca = 40 , O = 16 , C = 12 , H = 1 : g.mol^{-1})$ *(سراسری تجربی خارج از کشور ۹۵)*

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۲۰۰

۲۷۳- چند مورد از مطالب زیر، در رابطه با تصاویر مقابل که مربوط به واکنش یک قطعه فلز منیزیم با نمونه‌هایی از باران اسیدی و باران معمولی است، درست می‌باشند؟



آ) طی این واکنش‌ها، هر اتم منیزیم دو الکترون از دست داده و گاز اکسیژن نیز تولید می‌شود.

ب) سرعت تولید گاز در ظرف محتوی باران اسیدی، بیشتر از سرعت تولید گاز در ظرف دیگر است.

پ) قبل از شروع واکنش، رسانایی الکتریکی محلول موجود در ظرف A بیشتر از محلول ظرف B است.

ت) از رسوب تولیدشده در ظرف A، می‌توان برای به دام انداختن گاز کربن دی‌اکسید تولیدشده در نیروگاه‌ها استفاده کرد.

ث) محلول ظرف B، طی انحلال آلاینده‌های حاصل از سوختن سوخت‌های فسیلی و فعالیت آتشفشان‌ها در آب حاصل می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۷۴- اگر به ۲۵ میلی‌لیتر محلول $0/02$ مولار هیدروکلریک اسید، ۲۵ میلی‌لیتر محلول با غلظت ۳۴ گرم بر لیتر نقره نیترات اضافه شود، در پایان واکنش، pH محلول کدام است و محلول به دست آمده با چند میلی‌گرم سدیم هیدروکسید خنثی می‌شود؟ (رسوب خصلت اسیدی ندارد؛ $NaOH = 40\ g.mol^{-1}$) *(سراسری تجربی ۹۵)*

۱) ۳ ، ۴۰ ۲) ۲ ، ۴۰ ۳) ۳ ، ۲۰ ۴) ۲ ، ۲۰

۲۷۵- اگر ۱۱/۲ میلی‌لیتر گاز هیدروژن کلرید در شرایط STP در ۲۵ mL آب حل شود، pH محلول به تقریب کدام است و هر میلی‌لیتر از این محلول با چند میلی‌گرم کلسیم کربنات واکنش کامل می‌دهد؟ (حجم محلول ثابت و برابر حجم اولیهٔ آن فرض شود.) $(Ca = 40 , O = 16 , C = 12 : g.mol^{-1})$

۱) ۱/۷ ، ۱
۲) ۱/۷ ، ۲
۳) ۱/۳ ، ۲
۴) ۱/۳ ، ۱

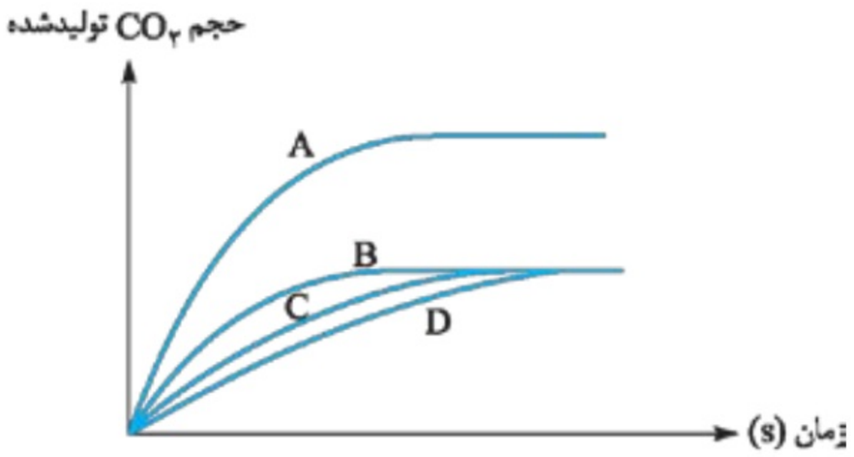
(سراسری ریاضی خارج از کشور ۹۵)

۲۷۶- ۲۰۰ mL محلول هیدروکلریک اسید با pH = ۲، با چند گرم کلسیم کربنات ۲۵٪ خالص به طور کامل واکنش می‌دهد و اگر بازده درصدی انجام این واکنش برابر ۲۵٪ باشد، چند mL گاز کربن دی‌اکسید در شرایط STP طی این فرایند تولید می‌شود؟ $(Ca = 40 , O = 16 , C = 12 : g.mol^{-1})$

۱) ۰/۴ ـ ۵/۶
۲) ۰/۱ ـ ۵/۶
۳) ۰/۴ ـ ۱۱/۲
۴) ۰/۱ ـ ۱۱/۲

۲۷۷- نمودارهای زیر، در رابطه با واکنش مقدار کافی از کلسیم کربنات جامد با مقداری از محلول هیدروکلریک اسید (در چهار ظرف جداگانه) است. با توجه به اطلاعات موجود در رابطه با این محلول‌ها، می‌توان نمودار ..... را به واکنش با محلول ..... و نمودار ..... را به واکنش با محلول ..... نسبت داد.

شمارهٔ محلول	حجم محلول	دما	pH
I	۲۰۰ mL	۲۰ °C	۱/۳
II	۴۰۰ mL	۱۰ °C	۱/۶
III	۲۰۰ mL	۳۰ °C	۱
IV	۲۰۰ mL	۱۰ °C	۱/۳



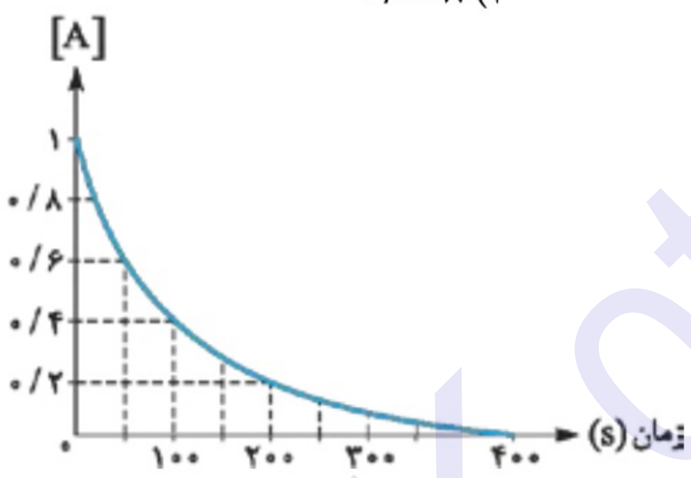
۱) II ـ A ـ I ـ B
۲) IV ـ D ـ II ـ B
۳) IV ـ C ـ III ـ A
۴) III ـ A ـ I ـ D

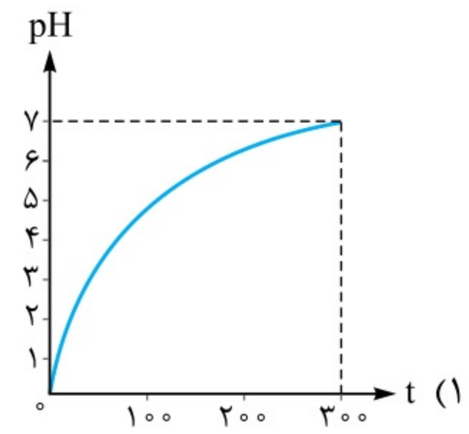
۲۷۸- یک قطعه کلسیم کربنات جامد را در شرایط استاندارد در ۵۰۰ میلی‌لیتر محلول هیدرویدیک اسید با pH = ۱ می‌اندازیم. اگر پس از گذشتن ۱۳۵ ثانیه از ابتدای واکنش، pH محلول موردنظر به اندازهٔ دو واحد افزایش پیدا کند، سرعت متوسط تولید گاز کربن دی‌اکسید در طول این بازهٔ زمانی برابر با چند مول بر دقیقه است؟

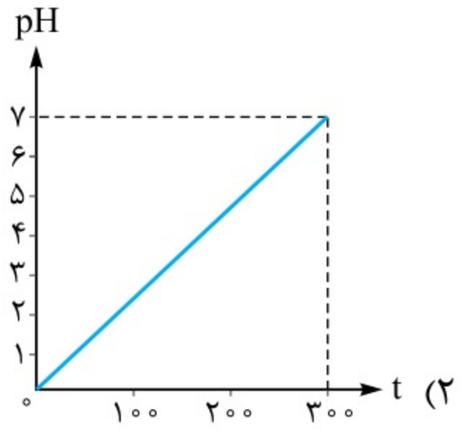
۱) ۰/۰۱۱
۲) ۰/۰۱۸
۳) ۰/۰۱
۴) ۰/۰۰۸

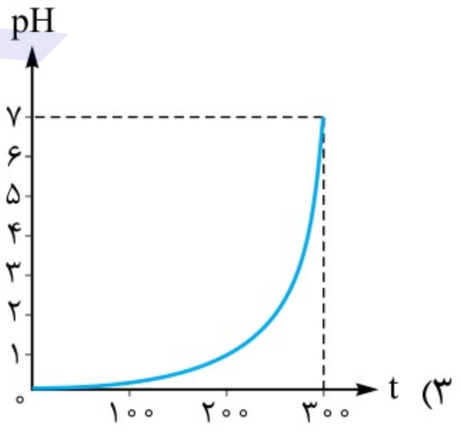
۲۷۹- تغییر غلظت A(aq) در واکنش $A(aq) + 2X(aq) + H^+(aq) \rightarrow D(aq)$ در محلول با غلظت ۱ مولار HCl، ۲ مولار X(aq) و ۱ مولار A(aq) به صورت شکل روبه‌رو است. نمودار تغییر pH این محلول، به کدام صورت است؟ (D خصلت اسیدی و بازی ندارد.)

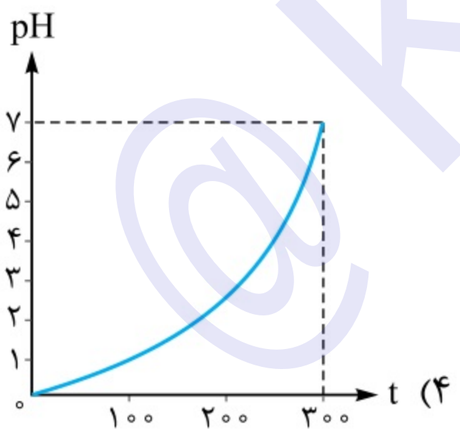
(سراسری ریاضی ۹۵)



۱)


۲)


۳)


۴)


۲۸۰- فلز کلسیم براساس معادلهٔ $CaCl_2(aq) + H_2(g) \leftarrow 2HCl(aq) + Ca(s)$ با محلول هیدروکلریک اسید واکنش می‌دهد. یک قطعهٔ ۴۰ گرمی از فلز کلسیم را در ۴ لیتر محلول هیدروکلریک اسید با pH = ۱ می‌اندازیم. در لحظه‌ای که pH این محلول به ۲ می‌رسد، چند درصد از جرم قطعهٔ کلسیم کاسته شده است و تا این لحظه از واکنش، چند لیتر گاز هیدروژن با چگالی $0/08\ g.L^{-1}$ تولید شده است؟ $(Ca = 40\ g.mol^{-1})$

۱) ۳۶ ـ ۴/۵
۲) ۱۸ ـ ۹
۳) ۳۶ ـ ۹
۴) ۱۸ ـ ۴/۵

۲۸۱- پتاسیم پرمنگنات براساس واکنش موازنه‌نشدهٔ $MnCl_2(aq) + Cl_2(g) + KCl(aq) + H_2O(l) \leftarrow KMnO_4(s) + HCl(aq)$ با محلول هیدروکلریک اسید واکنش می‌دهد. مقداری پتاسیم پرمنگنات را در دو لیتر محلول هیدروکلریک اسید با pH = ۱ می‌اندازیم. اگر پس از گذشتن ۳۰ ثانیه، pH محلول به ۱/۷ برسد، سرعت متوسط تولید گاز کلر در طول این بازهٔ زمانی برابر چند $mol.min^{-1}$ است؟

۱) ۰/۰۵
۲) ۰/۱
۳) ۰/۱۵
۴) ۰/۲

۲۸۲- مقداری فلز آلومینیم در یک ظرف دارای ۲ لیتر محلول ۱ مولار سدیم هیدروکسید انداخته شده و طبق معادلهٔ (موازنه‌نشدهٔ) $Al(s) + H_2O(l) + OH^-(aq) \rightarrow Al(OH)_4^-(aq) + H_2(g)$ ، وارد واکنش شده است. اگر سرعت متوسط تولید گاز H_2 برابر $50\ mL.s^{-1}$ باشد، pH محلول در ثانیهٔ چندم پس از آغاز واکنش، به ۱۳ می‌رسد؟ (حجم مولی گازها در شرایط واکنش، برابر ۲۵ L است. فرض کنید فراوردهٔ محلول در آب، خاصیت بازی چندانی ندارد.) *(سراسری تجربی ۹۷)*

۱) ۱۵۰ ۲) ۶۷۵ ۳) ۱۱۰۰ ۴) ۱۳۵۰

پاک‌کننده‌های خورنده

۲۸۳- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) برای بازکردن راه لوله‌های مسدودشده توسط اسیدهای چرب، از پاک‌کننده‌هایی با خاصیت اسیدی استفاده می‌شود.

۲) در واکنش بین هیدروکلریک اسید و سود سوزآور، مقداری گاز هیدروژن به همراه محلول سدیم کلرید تولید می‌شوند.

۳) pH و قدرت بازی محلول‌های شیشه‌پاک‌کن، بیشتر از pH و قدرت بازی محلول‌های لوله‌بازکن است.

۴) رسانایی الکتریکی محلول آمونیاک در شرایط یکسان، به طور چشمگیری کم‌تر از رسانایی الکتریکی محلول پتاس سوزآور است.

۲۸۴- چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

آ) محلول هیدروسیانیک اسید، از مقداری یون‌های آب‌پوشیده و شمار زیادی از مولکول‌های یونیده‌نشده تشکیل شده است.

ب) از محلول غلیظ پتاس سوزآور می‌توان برای بازکردن لوله‌های مسدودشده توسط اسیدهای چرب استفاده کرد.

پ) گل‌های ادریسی در خاک‌هایی که pH آن بیشتر از ۷ است، به رنگ قرمز می‌رویند.

ت) در نظریهٔ آرنیوس، همهٔ موادی که خاصیت بازی دارند، در ساختار خود دارای یون‌های هیدروکسید هستند.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۲۸۵- کدام‌یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟

۱) در هر میلی‌لیتر محلول آمونیاک با $pH = 9$ ، 10^{-8} مول یون هیدروکسید به صورت آب‌پوشیده وجود دارد.

۲) محلول سدیم هیدروژن کربنات طبق معادلهٔ $HCl(aq) + NaHCO_3(aq) \rightarrow NaCl(aq) + H_2CO_3(s)$ با هیدروکلریک اسید واکنش می‌دهد.

۳) کاغذ pH در صورت آغشته‌شدن با محلول استیک اسید، تغییر رنگ داده و به رنگ قرمز درمی‌آید.

۴) فراوردهٔ حاصل از واکنش میان اسیدهای چرب و محلول سود سوزآور، خود نوعی مادهٔ پاک‌کننده محسوب می‌شود.

۲۸۶- ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول سدیم هیدروکسید ۰/۰۱۵ مولار با ۸۰۰ میلی‌لیتر محلول هیدروکلریک اسید با $pH = 2$ مخلوط می‌کنیم. نسبت میان غلظت یون هیدروژن به یون هیدروکسید در محلول حاصل از این فرایند، چند برابر مقدار این نسبت در محلول هیدروکلریک اسید اولیه است؟

۱) ۴۰ ۲) ۰/۰۲۵ ۳) ۴ ۴) ۰/۲۵

۲۸۷- کدام مورد از مطالب زیر درست است؟

۱) رسانایی الکتریکی محلول سدیم هیدروکسید با $pH = 11$ ، بیشتر از رسانایی الکتریکی محلول هیدروکلریک اسید با $pH = 2$ است.

۲) گاز دی‌نیتروژن پنتااکسید، یک اسید آرنیوس است که افزودن آن به آب، سبب کاهش pH آب می‌شود.

۳) حاصل‌ضرب غلظت یون‌های OH^- و H_3O^+ در یک محلول در دمای $0\ ^\circ C$، برابر با $10^{-14}\ mol^2.L^{-2}$ است.

۴) همهٔ شوینده‌های خورنده، خاصیت بازی داشته و از آن‌ها برای زدودن آلودگی‌هایی با خاصیت اسیدی استفاده می‌شود.

۲۸۸- چند مورد از عبارت‌های داده‌شده نادرست هستند؟

آ) واکنش میان محلول‌های $HCl(aq)$ و $NaOH(aq)$ را می‌توان به صورت $H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l)$ نشان داد.

ب) فراوردهٔ واکنش میان $NaOH(aq)$ و $RCOOH(s)$ ، همانند سدیم هیدروکسید مصرف‌شده، خاصیت بازی دارد.

پ) از صابون‌های گوگرددار، برای از بین بردن جوش‌های صورت و قارچ‌های پوستی استفاده می‌شود.

ت) برای زدودن رسوب تشکیل‌شده بر روی دیوارهٔ کتری و دیگ‌های بخار، باید از پاک‌کننده‌های خورنده استفاده کرد.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۲۸۹- دیوارهٔ یک لوله، توسط یک تودهٔ ۶۴۰ گرمی از مولکول‌های زیر مسدود شده است. برای حل‌کردن کل ترکیب موردنظر و بازکردن مسیر این لوله، به ..... میلی‌لیتر محلول ۲۰ درصد جرمی سدیم هیدروکسید با چگالی $1/25\ g.mL^{-1}$ نیاز است و طی این فرایند، ..... گرم پاک‌کنندهٔ صابونی تشکیل می‌شود. $(Na = 23 , O = 16 , H = 1 : g.mol^{-1})$



۱) ۲۰۰ ـ ۶۹۵ ۲) ۴۰۰ ـ ۷۰۵ ۳) ۲۰۰ ـ ۷۰۵ ۴) ۴۰۰ ـ ۶۹۵

داروهای ضداسید معده‌ای

۲۹۰- کدام‌یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟

۱) در صورت افزودن مقداری سدیم هیدروکسید به مخلوط ناهمگن آب و اسیدهای چرب، یک مخلوط همگن ایجاد می‌شود.

۲) دیوارهٔ معده، فقط توانایی تولید یون هیدرونیوم را دارد و قادر به جذب این یون‌ها از محتویات درون معده نیست.

۳) افزودن جوش‌شیرین به پاک‌کننده‌ها، قدرت زدودن چربی توسط این پاک‌کننده‌ها را افزایش می‌دهد.

۴) افزایش مقدار اسید موجود در معده، سبب درد، التهاب و گاهی خونریزی معدهٔ انسان می‌شود.

۲۹۱- چه تعداد از عبارت‌های زیر درست هستند؟

آ) در بدن یک انسان بالغ، روزانه بین ۲ تا ۳ لیتر شیرهٔ معده، توسط غدد موجود در دیوارهٔ معده تولید می‌شود.

ب) در شرایط یکسان، رسانایی الکتریکی محلول شیشه‌پاک‌کن بیشتر از محلول لوله‌بازکن است.

پ) pH اسید تولیدشده توسط غدد موجود در دیوارهٔ معده تقریباً برابر با ۳ است.

ت) طی واکنش محلول سدیم هیدروژن کربنات با شیرهٔ معده، مولکول‌های کربن دی‌اکسید تولید می‌شوند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۹۲- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) pH محتویات معده در هنگام استراحت، بیشتر از pH اسید تولیدشده توسط غده‌های معده‌ای در هنگام غذاخوردن است.

۲) آلومینیم هیدروکسید، همانند منیزیم هیدروکسید، سبب کاهش pH محتویات معدهٔ انسان می‌شود.

۳) سدیم هیدروژن کربنات، یک ترکیب اسیدی است و با انحلال در آب، سبب کاهش pH محلول موردنظر می‌شود.

۴) یک مادهٔ غذایی با $pH = ۴$، خاصیت اسیدی دارد و مصرف آن، سبب کاهش pH محتویات معدهٔ انسان می‌شود.

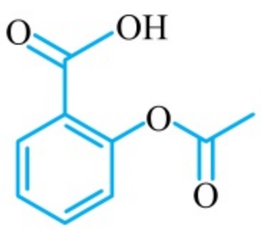
۲۹۳- غلظت یون سدیم در یک نمونه از محلول سدیم هیدروژن کربنات با چگالی $۱\,g.mL^{-۱}$، برابر ۴۶۰ ppm است. هر لیتر از این محلول با چند میلی‌لیتر محلول هیدروکلریک اسید با $pH = ۱$ واکنش می‌دهد و طی این فرایند چند میلی‌لیتر فراوردهٔ گازی در شرایط استاندارد تولید می‌شود؟ $(Na = ۲۳ : g.mol^{-۱})$

۱) ۲۰۰ ـ ۲۲۴ ۲) ۱۰۰ ـ ۲۲۴ ۳) ۲۰۰ ـ ۴۴۸ ۴) ۱۰۰ ـ ۴۴۸

۲۹۴- هر میلی‌لیتر از یک نمونه ضداسید معده‌ای با چگالی $۱/۵\,g.mL^{-۱}$ که درصد جرمی آلومینیم هیدروکسید در آن برابر ۳۹٪ است، با چند میلی‌لیتر اسید معده با $pH = ۱/۵$ به طور کامل واکنش می‌دهد؟ $(Al = ۲۷ , O = ۱۶ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$

۱) ۲۵۰ ۲) ۷۵۰ ۳) ۵۰۰ ۴) ۳۰۰

۲۹۵- آسپرین یک داروی اسیدی با ساختار مقابل است. pH یک نمونه از محلول آبی آسپرین با $K_a = ۴ \times ۱۰^{-۴}$، برابر ۴ است. در هر لیتر از این محلول، چند میلی‌گرم آسپرین حل شده است؟ $(O = ۱۶ , C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$



۱) ۴۵ ۲) ۶۷/۵

۳) ۹۰ ۴) ۲۲/۵

۲۹۶- معدهٔ یک فرد در حالت استراحت، محتوی ۰/۸ لیتر محلول اسیدی با $pH = ۲/۳$ است. با مصرف ۲۰۰ میلی‌لیتر از یک نمونه ضداسید معده‌ای با چگالی $۱\,g.mL^{-۱}$ که شامل منیزیم هیدروکسید می‌شود، pH محتویات معدهٔ این فرد به اندازهٔ ۰/۴ واحد افزایش می‌یابد. غلظت منیزیم هیدروکسید در این نمونه از ضداسید برابر چند ppm است؟ $(Mg = ۲۴ , O = ۱۶ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$

۱) ۲۹۰ ۲) ۵۸۰ ۳) ۳۴۵ ۴) ۱۴۵

۲۹۷- مجموع درصد جرمی آلومینیم هیدروکسید و منیزیم هیدروکسید موجود در یک نمونه از ضداسیدهای معده‌ای با چگالی $۱/۲\,g.mL^{-۱}$، برابر با ۳۰٪ است. اگر ۲۰ میلی‌لیتر از این ضداسید بتواند با ۳/۶ لیتر از اسید معده با $pH = ۱/۱۵$ به طور کامل واکنش بدهد، شمار مول‌های منیزیم هیدروکسید موجود در این ضداسید، چند برابر شمار مول‌های آلومینیم هیدروکسید موجود در آن است؟ $(Al = ۲۷ , Mg = ۲۴ , O = ۱۶ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$

۱) ۲/۵ ۲) ۴ ۳) ۹ ۴) ۵

۲۹۸- چند مورد از عبارت‌های داده‌شده درست است؟

آ) شمار پیوندهای اشتراکی موجود در ساختار یون استات، ۱/۵ برابر شمار این پیوندها در یون هیدروژن کربنات است.

ب) از ضداسیدهای معده‌ای می‌توان برای کاهش عوارض جانبی ایجادشده توسط داروهای اسیدی استفاده کرد.

پ) غلظت یون هیدرونیوم در محلول‌های شیشه پاک‌کن کم‌تر از غلظت این یون در محلول‌های لوله بازکن است.

ت) با افزودن آب خالص به یک نمونه از شیر ترش‌شده، غلظت یون هیدروکسید در محلول افزایش می‌یابد.

ث) pH محلول سدیم هیدروژن کربنات، برخلاف محلول آمونیاک و محلول لوله بازکن، کم‌تر از ۷ است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

فصل ۲ آسایش و رفاه در سایهٔ شیمی



سلام به همه!

فصل دوم کتاب شیمی دوازدهم، بیشتر در رابطه با علم الکتروشیمی و کاربردهای آن در زندگی روزانهٔ ما هست. در واقع توی این بخش یاد می‌گیریم که چه‌جور می‌شه با استفاده از واکنش‌های شیمیایی، الکترون‌ها رو به حرکت درآورد و الکتریسیته تولید کرد. علاوه بر این، قراره با فرایندهایی آشنا بشیم که در اون‌ها با استفاده از انرژی الکتریکی، یک واکنش شیمیایی سودمند انجام می‌شه!

خب بریم سراغ اطلاعات آماری این فصل:

- تعداد احتمالی سؤالات این فصل در کنکور ⬅ ۳ تا ۵ عدد
- حجم سؤالات حفظی فصل ⬅ متوسط
- حجم سؤالات مفهومی فصل ⬅ زیاد
- حجم مسائل عددی فصل ⬅ متوسط

بچه‌ها! برای حل سوالات مربوط به عدد اکسایش، باید با روش رسم ساختار لوویس ترکیب‌های شیمیایی به خوبی آشنا باشید؛ پس توصیه می کنم قبل از خوندن این فصل، حتماً یه نگاه به قسمت رسم ساختارهای لوویس از فصل ۲ کتاب شیمی دهم بندازین.

@Konkor

بخش ۱ واکنش‌های اکسایش-کاهش

مقدمهٔ فصل

پیدایش علم الکتروشیمی

وقوع پدیده‌های طبیعی همچون **تندر و آذرخش** *یا همون رعدوبرق*، با آزادشدن مقدار زیادی انرژی همراه هستند. این پدیده‌ها نشان می‌دهند که انرژی می‌تواند به شکل انرژی الکتریکی میان سامانهٔ واکنش و محیط پیرامون جاری شود. پدیده‌هایی از این دست که از ماهیت الکتریکی ماده سرچشمه می‌گیرند، سبب شد تا تلاش برای شناسایی واکنش‌هایی که شامل دادوستد **الکترون‌ها** می‌شوند، به صورت هدفمندتر دنبال شود. انجام تحقیقات بیشتر در زمینهٔ این واکنش‌ها منجر به پیدایش علم الکتروشیمی شد.

تعریف الکتروشیمی

در واقع، آن‌چه که شیمی و الکتریسیته را به یکدیگر پیوند داده و علم الکتروشیمی را ایجاد می‌کند، **الکترون** است. به عبارتی، الکتروشیمی علم استفاده از انرژی الکتریکی برای ایجاد یک تغییر شیمیایی و یا تولید انرژی الکتریکی به کمک انجام واکنش‌های شیمیایی است. تولید انرژی پاک و ارزان، دستاوردی از دانش الکتروشیمی است که در سایهٔ فناوری‌های پیشرفته موجب افزایش سطح رفاه و آسایش مردم جهان شده است.

نقش الکتروشیمی در پیشرفت فناوری‌ها

رشد دانش و پیشرفت فناوری، موجب آسان‌ترشدن انجام فعالیت‌های فردی، اقتصادی و صنعتی شده و افزایش سطح آسایش و رفاه در جامعه را به دنبال داشته است. تأمین روشنایی، گرمایش و سرمایش آسان‌تر، حمل و نقل سریع‌تر و ایمن‌تر، درمان و کاهش اثرات نقص عضو و انتقال ایمن آب آشامیدنی از نقطه‌ای به نقطهٔ دیگر، نمونه‌هایی از افزایش سطح رفاه و آسایش در جامعه را نشان می‌دهند. دو رکن اساسی در تحقق این فناوری‌ها، **دستیابی به مواد مناسب** و **تأمین انرژی مورد نیاز** است.

انرژی الکتریکی، پرکاربردترین شکل انرژی مورد نیاز برای استفاده از این فناوری‌ها بوده و الکتروشیمی شاخه‌ای از علم شیمی است که در بهبود خواص مواد و تأمین انرژی نقش بسزایی دارد. این دانش، علاوه بر تهیهٔ مواد جدید و تأمین انرژی الکتریکی مورد نیاز برای صنایع، می‌تواند در راستای پیاده‌کردن اصول شیمی سبز نیز گام بردارد. برخی از قلمروهای علم الکتروشیمی به شرح زیر هستند:

۱ تأمین انرژی ← **باتری‌ها و سلول‌های سوختی**، از جمله منابع مورد استفاده برای تأمین انرژی هستند که به کمک واکنش‌های الکتروشیمیایی کار کرده و یکی از فراورده‌های مهم صنعتی به شمار می‌روند. باتری‌ها در محل مورد نیاز و با انجام واکنش‌های الکتروشیمیایی، الکتریسیته تولید می‌کنند. برای نمونه، تأمین انرژی الکتریکی مورد نیاز برای تنظیم‌کننده‌های ضربان قلب *یا همون* pacemaker*ها*، تلفن همراه، اندام‌های مصنوعی، دوربین دیجیتال، رایانه‌های قابل حمل *یا همون لپ‌تاپ‌ها* و خودروهای الکتریکی توسط باتری‌ها انجام می‌شود.

۲ تولید مواد ← **برقکافت و آبکاری**، از جمله فرایندهایی هستند که در راستای بهبود خواص مواد و در سایهٔ واکنش‌های الکتروشیمیایی انجام می‌شوند. برای مثال، ساخت لوله‌های فلزی انتقال آب، قوطی‌های محتوی مواد غذایی و لوازم آشپزی که در برابر خوردگی مقاوم بوده و مانع از آلودگی آب و مواد غذایی موجود در آن‌ها می‌شوند، از جمله خدمات الکتروشیمی در راستای تولید مواد به شمار می‌روند.

۳ اندازه‌گیری و کنترل کیفی ← کسب اطمینان از کیفیت تولید فراورده‌های دارویی، بهداشتی و غذایی، در گرو بهره‌گیری از دانش الکتروشیمی است. به عنوان مثال، pH‌سنج‌های دیجیتال که از آن‌ها برای کنترل کیفیت برخی از فراورده‌ها استفاده می‌شود، با بهره‌گیری از اصول الکتروشیمی کار می‌کنند.

نکته یکی از راه‌های بهره‌گیری انرژی ذخیره‌شده در فلزها، اتصال آن‌ها در شرایط مناسب به یکدیگر است. به عنوان مثال، با استفاده از یک تیغهٔ مسی و یک تیغه از جنس فلز روی و یک لیمو، می‌توان نوعی باتری (باتری لیمویی) ساخت و با استفاده از آن یک لامپ LED را روشن کرد.

واکنش‌های اکسایش و کاهش

اکسایش و کاهش

همان‌طور که گفتیم، آن‌چه که موجب پیوند شیمی و الکتریسیته می‌شود، الکترون است. در واقع، واکنش‌های الکتروشیمیایی نوعی از واکنش‌ها هستند که **در آن‌ها الکترون از یک گونهٔ شیمیایی به گونهٔ دیگر منتقل می‌شود**. در این واکنش‌ها، **اکسایش** به معنای از دست دادن الکترون توسط یک گونهٔ شیمیایی و **کاهش** به معنای گرفتن الکترون توسط یک گونهٔ شیمیایی است.

نیم‌واکنش‌ها

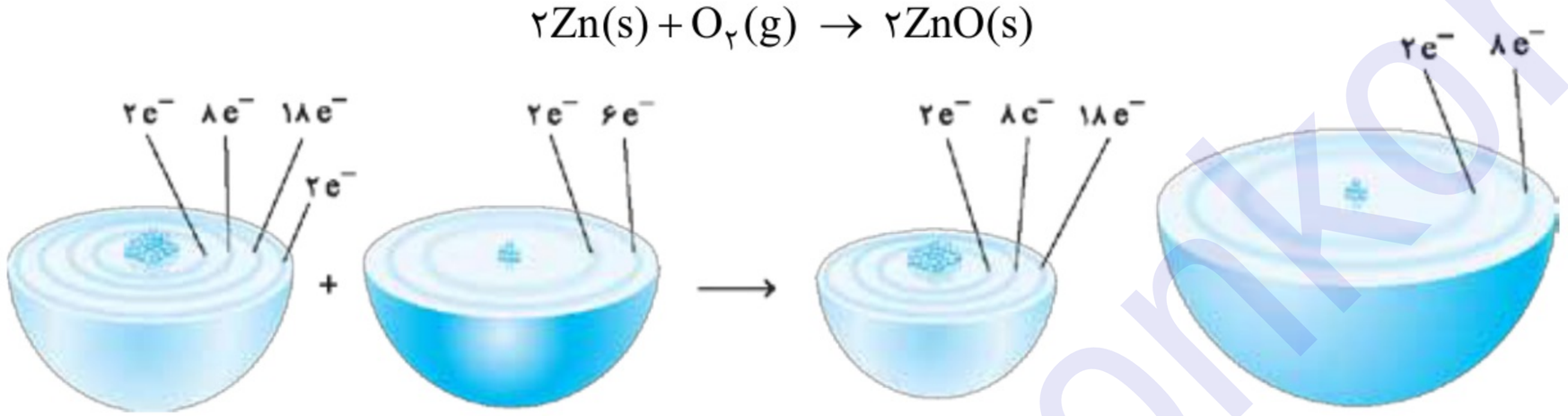
شیمی‌دان‌ها هر یک از فرایندهای گرفتن و از دست دادن الکترون را با یک نیم‌واکنش نشان می‌دهند. به نیم‌واکنشی که از دست دادن الکترون را نشان می‌دهد، نیم‌واکنش اکسایش و به نیم‌واکنشی که گرفتن الکترون را نشان می‌دهد، نیم‌واکنش کاهش گفته می‌شود.

به عنوان مثال، نیم‌واکنش اکسایش اتم‌های منیزیم به صورت: $Mg(s) \rightarrow Mg^{2+}(aq) + 2e^-$ و نیم‌واکنش کاهش یون آهن (III) نیز به صورت: $Fe^{3+}(aq) + e^- \rightarrow Fe^{2+}(aq)$ است.

واکنش‌های اکسایش ـ کاهش

اگر نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش به صورت هم‌زمان اتفاق بیفتند، یک یا چند الکترون از گونه‌ای به گونهٔ دیگر انتقال پیدا کرده و یک واکنش اکسایش ـ کاهش انجام می‌شود. به عنوان مثال، شکل زیر الگوی ساده‌ای از واکنش بین اتم‌های روی و اکسیژن را نشان می‌دهد:

$$2Zn(s) + O_2(g) \rightarrow 2ZnO(s)$$

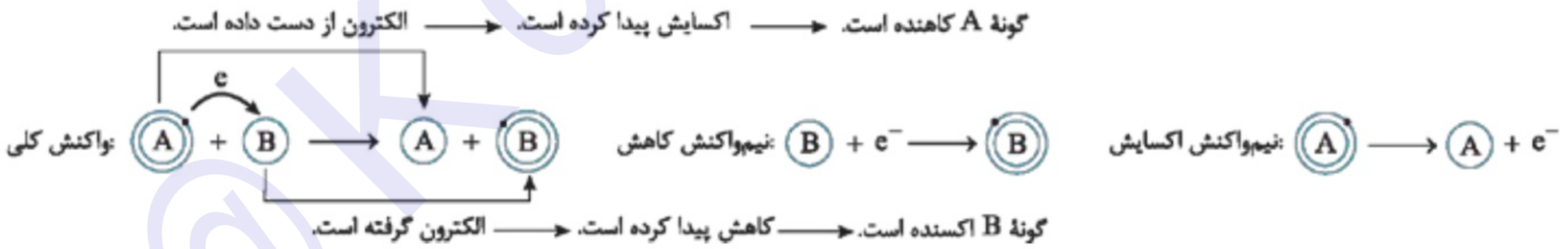


طی این فرایند، اتم‌های روی الکترون از دست داده و اتم‌های اکسیژن الکترون به دست می‌آورند. نیم‌واکنش‌های انجام‌شده به صورت زیر هستند:

نیم‌واکنش اکسایش: $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(s) + 2e^-$ نیم‌واکنش کاهش: $O_2(g) + 4e^- \rightarrow 2O^{2-}(s)$

چندنکته

- در نیم‌واکنش کاهش، الکترون در سمت چپ (واکنش‌دهنده‌ها) و در نیم‌واکنش اکسایش، الکترون در سمت راست (فراورده‌ها) قرار دارد.
- در واکنش‌های اکسایش ـ کاهش، ماده‌ای که با گرفتن الکترون کاهش پیدا کرده و سبب اکسایش گونهٔ دیگر می‌شود، **اکسنده** نام دارد.
- در واکنش‌های اکسایش ـ کاهش، ماده‌ای که با از دست دادن الکترون اکسایش پیدا کرده و سبب کاهش گونهٔ دیگر می‌شود، **کاهنده** نام دارد.
- **اکسیژن** یک نافلز فعال است که با اغلب فلزها از جمله روی و آهن وارد واکنش اکسایش ـ کاهش شده و آن‌ها را به اکسید فلز تبدیل می‌کند. برخلاف آهن و روی، برخی از عناصر فلزی مانند طلا و پلاتین با اکسیژن وارد واکنش نمی‌شوند.
- در واکنش اکسایش اتم‌های روی توسط اکسیژن، شعاع اتم‌های روی طی فرایند اکسایش، کم‌تر می‌شود و شعاع اتم‌های اکسیژن نیز طی فرایند کاهش، افزایش پیدا می‌کند.
- تصویر زیر، نمایی از یک واکنش اکسایش ـ کاهش فرضی میان گونه‌های A و B را نشان می‌دهد.



تست در واکنش $MgCl_2(l) \rightarrow Mg(l) + Cl_2(g)$، ..... واکنش تبدیل منیزیم اکسید جامد به منیزیم کربنات، یون‌های منیزیم ..... پیدا می‌کنند.

۱) همانند ـ کاهش ۲) برخلاف ـ کاهش ۳) همانند ـ اکسایش ۴) برخلاف ـ اکسایش

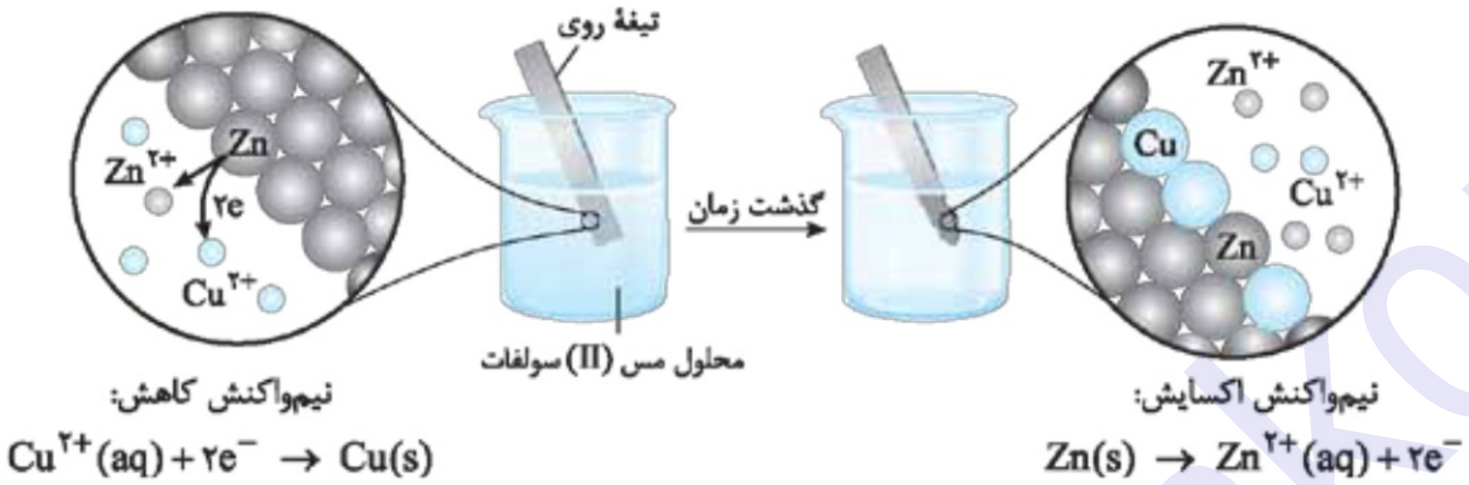
پاسخ **گزینهٔ «۲»** در واکنش $MgCl_2(l) \rightarrow Mg(l) + Cl_2(g)$، یون‌های Mg^{2+} با جذب دو الکترون، کاهش یافته و به اتم‌های Mg تبدیل می‌شوند. واکنش تبدیل منیزیم اکسید به منیزیم کربنات نیز به صورت $MgO(s) + CO_2(g) \rightarrow MgCO_3(s)$ است. در این فرایند، یون‌های Mg^{2+} نه الکترونی را به دست آورده و نه الکترونی را از دست داده‌اند؛ پس طی این واکنش یون‌های منیزیم نه نقش کاهندگی دارند و نه نقش اکسندگی.

نمونه‌هایی از واکنش‌های اکسایش ـ کاهش

می‌دانیم که در واکنش‌های اکسایش ـ کاهش، برخی از مواد الکترون از دست داده و اکسید می‌شوند؛ در حالی که برخی دیگر از مواد الکترون گرفته و کاهش می‌یابند. واکنش بین یک تیغهٔ فلزی با محلول‌های اسیدی و یا محلول‌های آبی حاوی کاتیون‌های فلزی، نمونه‌هایی از واکنش‌های اکسایش ـ کاهش به شمار می‌روند.

۱- واکنش بین یک تیغهٔ فلزی با محلول حاوی کاتیون‌های فلزی

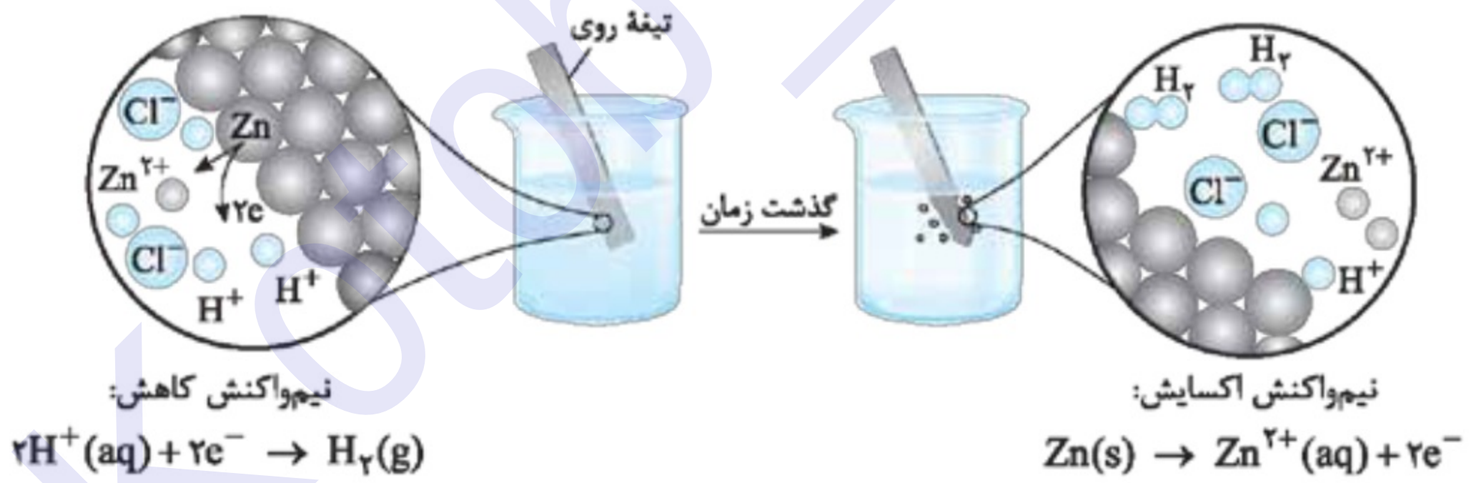
کاتیون‌های فلزی موجود در یک محلول، در واکنش با اتم‌های یک عنصر فلزی دیگر که واکنش‌پذیری بیشتری دارند، یک یا چند الکترون از آن‌ها گرفته و کاهش پیدا می‌کنند. به عنوان مثال، هرگاه تیغه‌ای از جنس فلز روی را در محلولی از مس (II) سولفات قرار بدهیم، اتم‌های خنثای روی (Zn) با از دست دادن دو الکترون به یون‌های Zn^{2+} اکسایش یافته و هم‌زمان با آن، هر یون مس (Cu^{2+}) با دریافت همان دو الکترون، به اتم Cu کاهش می‌یابد. از آن‌جا که رنگ آبی محلول مس (II) سولفات به خاطر وجود یون‌های $Cu^{2+}(aq)$ در این محلول است، با گذشت زمان و کاهش غلظت این یون در محلول موردنظر، به تدریج از شدت رنگ محلول کاسته می‌شود. شکل زیر، مراحل انجام‌شدن این واکنش را نشان می‌دهد:



واکنش شیمیایی انجام‌شده به صورت: $Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$ است. در این شرایط، اتم‌های روی به عنوان گونهٔ کاهنده و یون‌های مس (II) نیز به عنوان گونهٔ اکسنده ایفای نقش می‌کنند. در واکنش‌هایی از این دست، مقداری انرژی آزاد شده و **فراورده‌های حاصل از آن‌ها پایدارتر از واکنش‌دهنده‌ها هستند.**

۲- واکنش فلزها با محلول‌های اسیدی

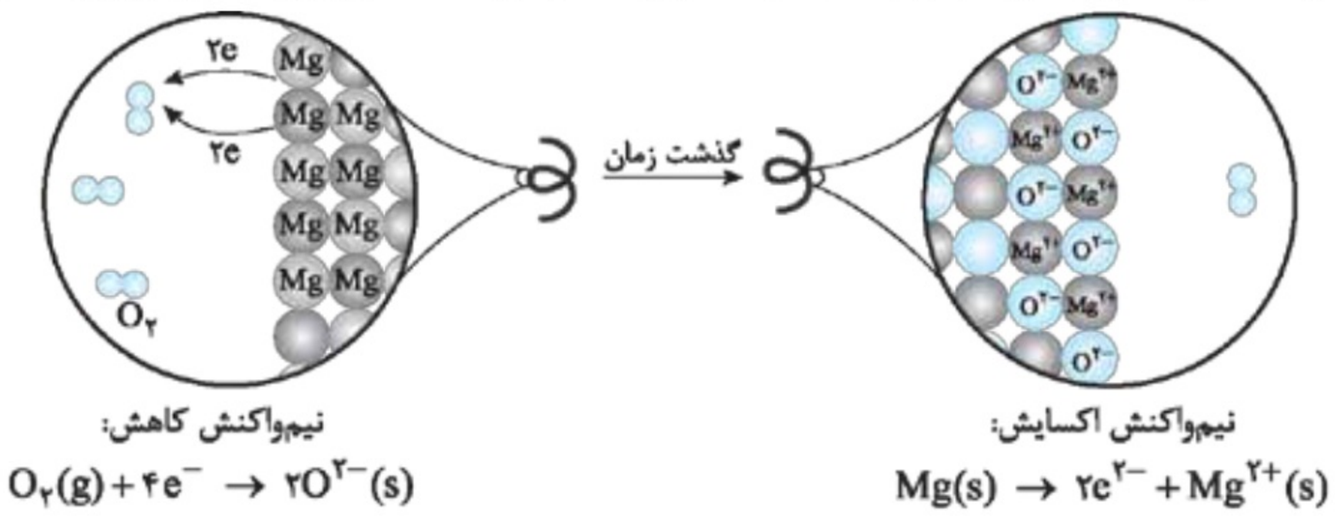
همان‌طور که می‌دانیم، اغلب فلزها با محلول‌های اسیدی واکنش داده و منجر به تولید گاز هیدروژن و محلولی از یون‌های آب‌پوشیده می‌شوند. به عنوان مثال، اگر تیغه‌ای از جنس فلز روی را در محلولی از هیدروکلریک اسید قرار بدهیم، اتم‌های خنثای روی (Zn) با از دست دادن دو الکترون به یون‌های Zn^{2+} اکسایش پیدا کرده و الکترون‌های خود را به یون‌های هیدروژن موجود در محلول انتقال می‌دهند. یون‌های H^+ نیز پس از گرفتن الکترون، کاهش یافته و به مولکول‌های هیدروژن (H_2) تبدیل می‌شوند. تصویر زیر، نمایی از این واکنش شیمیایی را نشان می‌دهد:



واکنش شیمیایی انجام‌شده به صورت: $Zn(s) + 2HCl(aq) \rightarrow H_2(g) + Zn^{2+}(aq) + 2Cl^-(aq)$ است. در این شرایط، اتم‌های روی به عنوان گونهٔ کاهنده و یون‌های هیدروژن موجود در محلول نیز به عنوان گونهٔ اکسنده ایفای نقش می‌کنند.

۳- واکنش عناصر نافلزی با فلزها

اغلب فلزها در واکنش با نافلزها تمایل دارند یک یا چند الکترون خود را به اتم‌های نافلزی داده و ضمن اکسایش، به کاتیون تبدیل شوند. نافلزها نیز با گرفتن یک یا چند الکترون، کاهش یافته و به آنیون تبدیل می‌شوند. بر این اساس، فلزها اغلب کاهنده و نافلزها اغلب اکسنده هستند. به عنوان مثال، فلز منیزیم در واکنش با اکسیژن هوا اکسید شده و الکترون‌های خود را به اتم‌های اکسیژن انتقال می‌دهد. تصویر زیر، نمایی از این واکنش شیمیایی را نشان می‌دهد.



واکنش انجام‌شده به صورت: $2Mg(s) + O_2(g) \rightarrow 2MgO(s)$ است که در آن اتم‌های Mg و مولکول‌های O_2 به ترتیب در نقش گونه‌های کاهنده و اکسنده ظاهر می‌شوند. همان‌طور که مشخص است، طی این واکنش هر اتم منیزیم دو الکترون از دست داده و یک لایهٔ الکترونی از اتم‌های آن کاسته می‌شود و به همین خاطر، شعاع اتم‌های این عنصر طی فرایند اکسایش، کوچک‌تر می‌شود.

در گذشته از واکنش سوختن منیزیم به عنوان منبع نور در هنگام عکاسی استفاده می‌شد. طی این فرایند، فلز منیزیم با تولید نور خیره‌کننده‌ای در حضور اکسیژن می‌سوخت و به منیزیم اکسید تبدیل می‌شد.

موازنهٔ واکنش‌های اکسایش ـ کاهش

می‌دانیم که در واکنش‌های اکسایش ـ کاهش، نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش به صورت هم‌زمان انجام شده و الکترون‌های تولیدشده در نیم‌واکنش اکسایش، باید توسط نیم‌واکنش کاهش مصرف شوند. موازنهٔ جرم و بار در این دسته از واکنش‌ها زمانی اتفاق می‌افتد که شمار اتم‌های هر عنصر در دو طرف واکنش با هم برابر بوده و تعداد الکترون‌های تولیدشده در نیم‌واکنش اکسایش نیز با تعداد الکترون‌های مصرف‌شده در نیم‌واکنش کاهش برابر باشد. برای موازنهٔ این واکنش‌ها، به روش‌های زیر عمل می‌کنیم:

◀ اگر تعداد اتم‌های هر یک از عناصر اکسنده و کاهنده در دو سمت واکنش موردنظر با یکدیگر برابر باشد، مراحل زیر را طی می‌کنیم:

۱ تغییر بار الکتریکی نسبت داده‌شده به هر یک از گونه‌های اکسنده و کاهنده را به دست می‌آوریم.

۲ اگر مقادیر حاصل از مرحلهٔ (۱)، بر یک عدد خاص بخش‌پذیر باشند، از آن‌ها ب.م.م *یا همون بزرگ‌ترین مقسوم‌علیه مشترک* گرفته و هر یک از آن‌ها را تقسیم بر ب.م.م به دست آمده می‌کنیم.

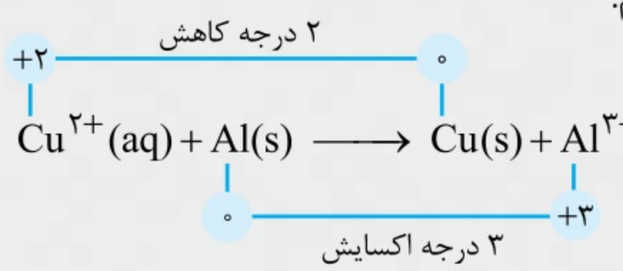
۳ اعداد حاصل از مرحلهٔ (۲) برای هر گونه را معادل با ضریب استوکیومتری گونهٔ دیگر قرار می‌دهیم.

۴ در صورت وجود گونه‌های شیمیایی دیگر در معادلهٔ واکنش، براساس ضرایب مشخص‌شده در مرحلهٔ قبل، ضرایب این مواد را نیز مشخص می‌کنیم.

تست **پس از موازنهٔ معادلهٔ واکنش: $Cu(s) + Al^{3+}(aq) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + Al(s)$، مجموع ضرایب واکنش‌دهنده‌ها کدام است؟**

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

پاسخ **گزینهٔ «۴»** ابتدا معادلهٔ واکنش را نوشته و با توجه به تغییر بار هر گونه، ضرایب را مشخص می‌کنیم.



$\Rightarrow$ به مرحلهٔ (۲) نیازی ندارد $\Rightarrow 3Cu^{2+}(aq) + 2Al(s) \rightarrow 3Cu(s) + 2Al^{3+}(aq)$

◀ اگر تعداد اتم‌های عناصر اکسنده و کاهنده در دو سمت واکنش موردنظر برابر نباشد، برای موازنهٔ واکنش موردنظر از روش وارسی استفاده می‌کنیم و فرایند موردنظر را تا آن‌جا که ممکن است، ادامه می‌دهیم. پس از آن که موازنهٔ جرم به پایان رسید یا به بن‌بست خورد، موازنهٔ بار را آغاز کرده و آن را تا جایی که جمع جبری بار الکتریکی در دو سمت معادلهٔ واکنش برابر شود، ادامه می‌دهیم.

تست **در معادلهٔ واکنش: $Al(s) + H^+(aq) \rightarrow Al^{3+}(aq) + H_2(g)$، پس از موازنه، مجموع ضریب‌ها کدام است؟**

۱) ۶ ۲) ۱۲ ۳) ۷ ۴) ۱۳

پاسخ **گزینهٔ «۴»** از آن‌جا که تعداد اتم‌های گونهٔ اکسنده (H^+) در دو سمت معادلهٔ این واکنش برابر نیست، برای موازنه از روش وارسی استفاده می‌کنیم.

گام اول: ضریب H^+ را برابر ۲ قرار می‌دهیم تا تعداد اتم‌های هیدروژن در دو سمت معادله برابر شود: $Al(s) + 2H^+(aq) \rightarrow Al^{3+}(aq) + H_2(g)$

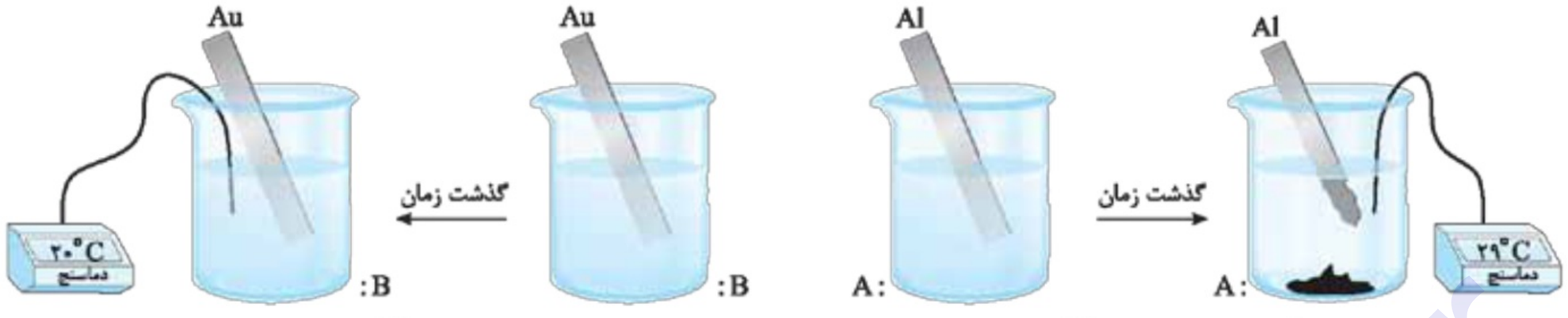
گام دوم: در این حالت، ۲ بار مثبت در سمت چپ معادله و ۳ بار مثبت در سمت راست آن وجود دارد. برای موازنهٔ بار الکتریکی در این واکنش، ضریب H^+ را در ۳ ضرب کرده و ضریب Al^{3+} را در ۲ ضرب می‌کنیم: $Al(s) + 6H^+(aq) \rightarrow 2Al^{3+}(aq) + H_2(g)$

گام سوم: به منظور موازنهٔ جرم، ضریب Al را برابر ۲ و ضریب H_2 را برابر ۳ قرار می‌دهیم: $2Al(s) + 6H^+(aq) \rightarrow 2Al^{3+}(aq) + 3H_2(g)$

مبادلهٔ انرژی در واکنش‌های اکسایش ـ کاهش

در برخی از واکنش‌های اکسایش ـ کاهش، به هنگام دادوستد الکترون بین گونه‌های اکسنده و کاهنده، مقداری انرژی نیز آزاد می‌شود. به عنوان مثال، در هنگام سوختن عناصر فلزی مثل سدیم و منیزیم، اتم‌های فلزی اکسایش پیدا کرده و الکترون‌های خود را به اتم‌های اکسیژن منتقل می‌کنند. همان‌طور که می‌دانیم، انجام‌شدن این واکنش‌ها با آزادشدن مقداری انرژی به صورت نور و گرما همراه است.

علاوه بر واکنش سوختن عناصر فلزی، برخی دیگر از انواع واکنش‌های اکسایش ـ کاهش نیز با آزادشدن گرما همراه هستند. به عنوان مثال، فرض کنید یک تیغهٔ فلزی از جنس آلومینیم (Al) و یک تیغهٔ فلزی از جنس طلا (Au) با دمای $20\ ^\circ C$ را مطابق تصویرهای زیر در محلول‌هایی از مس (II) سولفات با دمای $20\ ^\circ C$ وارد می‌کنیم.



تیغهٔ آلومینیم در محلول مس (II) سولفات

معادلهٔ واکنش : $2Al(s) + 3CuSO_4(aq) \rightarrow Al_2(SO_4)_3(aq) + 3Cu(s)$

تیغهٔ طلا در محلول مس (II) سولفات

معادلهٔ واکنش : $Au(s) + CuSO_4(aq) \rightarrow$ واکنش انجام نمی‌شود

همان‌طور که مشخص است، در محلول A اتم‌های آلومینیم اکسایش یافته و الکترون‌های خود را به یون‌های Cu^{2+} می‌دهند. یون‌های Cu^{2+} نیز کاهش یافته و در قالب اتم‌های مس بر روی تیغهٔ فلزی رسوب می‌کنند. طی این فرایند، مقداری انرژی آزاد شده و دمای محلول افزایش پیدا می‌کند؛ پس می‌توان گفت، پایداری فراورده‌های این واکنش بیشتر از پایداری واکنش‌دهنده‌های آن است.

برخلاف محلول A، در محلول B هیچ واکنشی اتفاق نمی‌افتد و با گذشتن زمان، دمای محلول تغییری نمی‌کند. به عبارتی می‌توان گفت یون‌های Cu^{2+} موجود در این محلول، توانایی اکسیدکردن اتم‌های طلا (Au) را ندارند.

با توجه به روند تغییر دمای این محلول‌ها، نتایج زیر به دست می‌آیند:

۱ از آن‌جا که یون‌های Cu^{2+} می‌توانند اتم‌های Al را اکسید کنند، می‌توان گفت که تمایل فلز آلومینیم برای از دست دادن الکترون و اکسایش‌یافتن، بیشتر از فلز مس است.

$Al > Cu$: قدرت کاهندگی ~ تمایل به اکسیدشدن ~ تمایل به از دست دادن الکترون

۲ از آن‌جا که یون‌های Cu^{2+} می‌توانند اتم‌های Al را اکسید کنند، می‌توان گفت که تمایل یون‌های Cu^{2+} به گرفتن الکترون و کاهش‌یافتن بیشتر از یون‌های Al^{3+} است.

$Cu^{2+} > Al^{3+}$: قدرت اکسندگی ~ تمایل به کاهش‌یافتن ~ تمایل به گرفتن الکترون

۳ از آن‌جا که یون‌های Cu^{2+} نمی‌توانند اتم‌های Au را اکسید کنند، می‌توان گفت که تمایل فلز طلا به از دست دادن الکترون و اکسایش‌یافتن کم‌تر از فلز مس است.

$Au < Cu$: قدرت کاهندگی ~ تمایل به اکسیدشدن ~ تمایل به از دست دادن الکترون

چندنکته

- اگر قدرت کاهندگی فلز A از قدرت کاهندگی فلز B بیشتر باشد، قدرت اکسندگی کاتیون حاصل از فلز A کم‌تر از قدرت اکسندگی کاتیون حاصل از فلز B خواهد بود.
- به طور کلی، در یک واکنش اکسایش ـ کاهش، فلزی که قدرت کاهندگی بیشتری دارد، می‌تواند با کاتیون‌های فلزی حاصل از عناصری که قدرت کاهندگی کم‌تری دارند وارد واکنش شده و آن‌ها را به اتم‌های فلزی بکاهد. به عنوان مثال، چون قدرت کاهندگی Zn بیشتر از Cu است، اتم‌های $Zn(s)$ می‌توانند با محلول محتوی یون‌های $Cu^{2+}(aq)$ واکنش داده و یون‌های Cu^{2+} را به اتم‌های Cu بکاهند.
- برای مقایسهٔ تمایل فلزهای مختلف به از دست دادن الکترون، می‌توانیم از واکنش این عناصر با یک محلول خاص در شرایط یکسان استفاده کنیم. هر فلزی که با محلول موردنظر با شدت بیشتری واکنش داده و دمای محلول را به مقدار بیشتری افزایش دهد، تمایل بیشتری به از دست دادن الکترون خواهد داشت. به عنوان مثال، اگر تیغه‌های مجزایی از عناصر روی و منیزیم را وارد محلول‌های یکسانی از مس (II) سولفات با دمای $20\ ^\circ C$ کنیم، دمای محلولی که تیغهٔ منیزیم به آن وارد شده است، به مقدار بیشتری افزایش پیدا می‌کند؛ پس می‌توان گفت تمایل اتم‌های منیزیم به اکسیدشدن و از دست دادن الکترون، بیشتر از اتم‌های روی است.
- از آن‌جا که طی واکنش تیغهٔ آلومینیم و یا هر عنصر دیگری که قدرت کاهندگی بیشتری نسبت به فلز مس داشته باشد با محلول مس (II) سولفات، دمای محلول موردنظر افزایش پیدا می‌کند، می‌توان گفت ΔH این دسته از واکنش‌ها منفی بوده و انجام‌شدن آن‌ها با کاهش سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها همراه است.

تست **تیغه‌هایی از جنس عناصر آهن و روی را در محلول‌های مجزا و یکسانی از مس (II) سولفات با دمای $20\ ^\circ C$ وارد می‌کنیم. پس از گذشت یک مدت‌زمان خاص، دمای محلول‌های محتوی تیغهٔ آهن و روی به ترتیب به $23\ ^\circ C$ و $26\ ^\circ C$ می‌رسد. در این شرایط، .....**

۱) تمایل اتم‌های آهن به از دست دادن الکترون، کم‌تر از تمایل اتم‌های مس به از دست دادن الکترون است.

۲) تیغه‌ای از جنس فلز آهن با یک نمونه از محلول روی سولفات وارد واکنش شده و دمای محلول را افزایش می‌دهد.

۳) قدرت اکسندگی یون‌های مس (II) کم‌تر از قدرت اکسندگی یون‌های حاصل از فلز روی خواهد بود.

۴) قدرت کاهندگی اتم‌های روی (Zn) ، بیشتر از قدرت کاهندگی اتم‌های آهن (Fe) خواهد بود.

پاسخ **گزینهٔ «۴»** واکنش‌های انجام‌شده به صورت زیر هستند:

واکنش دوم : $Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$

واکنش اول : $Fe(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + Cu(s)$

از آن‌جا که دمای محلول حاوی تیغهٔ روی به مقدار بیشتری نسبت به محلول دیگر افزایش پیدا کرده است؛ پس می‌توان گفت ترتیب قدرت کاهندگی فلزات داده‌شده به صورت مقابل است:

قدرت کاهندگی : $Zn > Fe > Cu$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) تمایل به از دست دادن الکترون *یا همون قدرت کاهندگی* برای آهن بیشتر از مس است.

۲) چون قدرت کاهندگی آهن کم‌تر از قدرت کاهندگی روی است، با واردکردن یک تیغهٔ آهنی به محلول روی سولفات، اتم‌های آهن تمایلی به از دست دادن الکترون نداشته و اکسایش پیدا نمی‌کنند.

۳) از آن‌جا که قدرت کاهندگی مس کم‌تر از قدرت کاهندگی روی است، پس می‌توان گفت؛ قدرت اکسندگی کاتیون حاصل از مس (یون Cu^{2+}) بیشتر از قدرت اکسندگی کاتیون حاصل از روی (یون Zn^{2+}) است.

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

مقدمهٔ فصل

۲۹۹- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) در هنگام وقوع آذرخش، انرژی می‌تواند به شکل انرژی الکتریکی میان سامانهٔ واکنش و محیط پیرامون آن جاری می‌شود.

۲) تأمین انرژی، یکی از ارکان تحقق فناوری‌ها بوده و پرکاربردترین شکل آن در به‌کارگیری فناوری‌های مختلف، انرژی گرمایی است.

۳) تولید انرژی الکتریکی پاک و ارزان در سایهٔ فناوری‌های پیشرفته، افزایش سطح رفاه و آسایش را در جهان به دنبال داشته است.

۴) گرمایش و سرمایش آسان‌تر و حمل‌ونقل سریع‌تر و ایمن‌تر، نیم‌رخ‌هایی از افزایش سطح رفاه و آسایش در جامعه را نشان می‌دهند.

۳۰۰- چه تعداد از عبارت‌های داده‌شده درست هستند؟

آ) تندر، همانند آذرخش یک پدیدهٔ طبیعی به شمار می‌رود که از ماهیت الکتریکی ماده سرچشمه می‌گیرد.

ب) ظروف و لوازم آشپزی که در برابر خوردگی مقاوم هستند، مانع از آلوده‌شدن آب و مواد غذایی مورد استفاده شوند.

پ) علم الکتروشیمی افزون بر تهیهٔ مواد جدید، می‌تواند در راستای پیاده‌کردن اصول شیمی سبز نیز گام بردارد.

ت) تأمین انرژی، یکی از قلمروهای علم الکتروشیمی است که به واسطهٔ باتری‌ها و سلول‌های سوختی پوشش داده می‌شود.

ث) تأمین انرژی الکتریکی برای تنظیم‌کننده‌های ضربان قلب انسان، توسط سلول‌های سوختی و سوخت آن‌ها صورت می‌گیرد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۰۱- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با الکتروشیمی نادرست هستند؟

۱) علم الکتروشیمی به کمک پرکاربردترین شکل انرژی در به‌کارگیری فناوری‌ها، در راستای تهیهٔ مواد جدید گام برمی‌دارد.

۲) علم الکتروشیمی، شاخه‌ای از دانش شیمی است که در بهبود خواص مواد و تأمین انرژی نقش بسزایی دارد.

۳) این علم به کمک برخی از فرایندها از جمله برقکافت و آبکاری، سبب تولید و بهبود خواص مواد مختلف می‌شود.

۴) شاخه‌ای از علم شیمی است و تأمین انرژی و تولید مواد جدید، تنها قلمروهای سازندهٔ آن به شمار می‌روند.

واکنش‌های اکسایش ـ کاهش

۳۰۲- طی نیم‌واکنش $Al(s) \rightarrow Al^{3+} + 3e^-$ ، اتم‌های آلومینیم به عنوان گونهٔ ..... ، ..... یافته و شمار زیرلایه‌های اشغال‌شده از الکترون در اتم‌های این عنصر به اندازهٔ ..... واحد کاهش پیدا می‌کند. ($^{27}_{13}Al$)

۱) کاهنده ـ اکسایش ـ ۲ ۲) اکسنده ـ کاهش ـ ۲ ۳) کاهنده ـ اکسایش ـ ۱ ۴) اکسنده ـ کاهش ـ ۱

۳۰۳- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) کسب اطمینان از کیفیت تولید فراورده‌های دارویی، بهداشتی و غذایی، چهره‌ای از افزایش سطح رفاه و آسایش است.

ب) اکسیژن یک نافلز فعال است که با همهٔ عناصر فلزی وارد واکنش شده و آن‌ها را به اکسید فلز تبدیل می‌کند.

پ) در یک واکنش اکسایش ـ کاهش، گونهٔ شیمیایی که الکترون به دست می‌آورد، اکسایش پیدا می‌کند.

ت) باتری یک فراوردهٔ مهم صنعتی است که در محل مورد نیاز با انجام واکنش‌های شیمیایی، الکتریسیته تولید می‌کند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۰۴- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) به نیم‌واکنشی که از دست دادن الکترون توسط یک گونهٔ شیمیایی را نشان می‌دهد، نیم‌واکنش اکسایش گفته می‌شود.

۲) اتم‌های روی طی واکنش شیمیایی $2Zn(s) + O_2(g) \rightarrow 2ZnO(s)$، اکسایش یافته و شعاع آن‌ها کاهش پیدا می‌کند.

۳) در واکنش شیمیایی $CaO(s) + CO_2(s) \rightarrow CaCO_3(s)$، اتم‌های کلسیم الکترون از دست داده و اکسید می‌شوند.

۴) در نیم‌واکنش تبدیل یون‌های آهن (III) به یون‌های آهن (II)، هر یون آهن (III) یک الکترون به دست آورده و کاهش پیدا می‌کنند.

۳۰۵- چند مورد از مطالب زیر درست هستند؟ ($_{30}^{65}Zn$)

آ) الکترون، در سمت راست نیم‌واکنش کاهش و گونهٔ اکسنده در سمت چپ این نیم‌واکنش قرار گرفته است.

ب) در واکنش اکسایش فلز روی توسط اکسیژن، هر یک از مولکول‌های اکسیژن ۲ الکترون گرفته و کاهش پیدا می‌کنند.

پ) اتم‌های کلسیم در واکنش $Ca(s) + Cl_2(g) \rightarrow CaCl_2(s)$، به عنوان گونهٔ کاهنده، اکسایش پیدا می‌کنند.

ت) پس از اکسایش‌یافتن اتم‌های روی توسط اکسیژن، آرایش الکترونی اتم‌های این عنصر به زیرلایهٔ 4s ختم می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۰۶- کدام مورد از مطالب زیر، در رابطه با واکنش‌های اکسایش ـ کاهش درست است؟

۱) واکنش ترمیت، برخلاف واکنش مربوط به استخراج آهن از آهن (III) اکسید به کمک سدیم، نوعی واکنش اکسایش ـ کاهش است.

۲) تعداد الکترون‌های تولیدشده در نیم‌واکنش کاهش حتماً با تعداد الکترون‌های مصرف‌شده در نیم‌واکنش اکسایش برابر است.

۳) در آن‌ها گونهٔ شیمیایی اکسنده کاهش پیدا می‌کند و الکترون‌های خود را به گونهٔ شیمیایی کاهنده انتقال می‌دهد.

۴) واکنش $MgCl_2 + 2K \rightarrow 2KCl + Mg$، همانند واکنش سوختن گردِ آهن، در این دسته از واکنش‌ها قرار دارد.

۳۰۷- چند مورد از مطالب زیر در رابطه با واکنش تولید سدیم کلرید از عناصر سدیم و کلر درست است؟

آ) در این فرایند، شعاع فراوردهٔ نیم‌واکنش کاهش، از شعاع فراوردهٔ نیم‌واکنش اکسایش بزرگ‌تر است.

ب) طی این واکنش، اتم‌های سدیم اکسایش یافته و به آرایش الکترونی پایدار گاز نجیب پیش از خود می‌رسد.

پ) در فراوردهٔ حاصل از این واکنش شیمیایی، آرایش الکترونی آنیون‌ها و کاتیون‌ها مشابه یکدیگر است.

ت) فراوردهٔ حاصل از این واکنش شیمیایی برخلاف آمونیوم نیترات، یک ترکیب یونی دوتایی به شمار می‌رود.

ث) شمار الکترون‌های مبادله‌شده در نیم‌واکنش کاهش، با شمار الکترون‌های مبادله‌شده در نیم‌واکنش اکسایش برابر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

نمونهٔ واکنش‌های اکسایش ـ کاهش

۳۰۸- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با واکنش یک تیغهٔ فلزی از جنس روی با محلول مس (II) سولفات نادرست است؟

۱) شعاع فراوردهٔ حاصل از نیم‌واکنش کاهش، بزرگ‌تر از واکنش‌دهندهٔ مصرف‌شده در این نیم‌واکنش است.

۲) با گذشت زمان، از رنگ آبی محلول مس (II) سولفات کاسته شده و محلول موردنظر بی‌رنگ می‌شود.

۳) در این واکنش، همانند واکنش $Zn(s) + 2HCl(aq) \rightarrow ZnCl_2(aq) + H_2(g)$، اتم‌های روی اکسایش پیدا می‌کنند.

۴) میزان پایداری واکنش‌دهنده‌های مصرف‌شدهٔ این واکنش شیمیایی، بیشتر از میزان پایداری فراورده‌های حاصل از آن است.

۳۰۹- چه تعداد از مطالب زیر درست است؟

آ) در واکنش محلول مس (II) سولفات با فلز روی، اتم‌های روی به عنوان عامل اکسنده در واکنش شرکت می‌کنند.

ب) در هر واکنش شیمیایی هنگامی که بار الکتریکی یک گونهٔ شیمیایی مثبت‌تر می‌شود، آن گونه اکسایش یافته است.

پ) نیم‌واکنش کاهش اکسیژن در واکنش میان عناصر روی و اکسیژن به صورت $O(g) + 2e^- \rightarrow O^{2-}(s)$ است.

ت) اغلب فلزها با محلول‌های اسیدی واکنش داده و طی این فرایند، گاز هیدروژن و محلولی از یون‌های آب‌پوشیده تولید می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۱۰- یک قطعهٔ ۵۰ گرمی از فلز آلومینیم با خلوص ۸۱٪ در اختیار داریم. الکترون‌های حاصل از اکسایش کامل این قطعهٔ فلزی، چند لیتر گاز اکسیژن را در شرایط استاندارد کاهش می‌دهد؟ (ناخالصی‌ها در واکنش شرکت نمی‌کنند و $Al = 27\ g.mol^{-1}$)

۱) ۱۹/۶ ۲) ۲۵/۲ ۳) ۳۹/۲ ۴) ۵۰/۴

۳۱۱- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با واکنش میان فلز روی با محلول هیدروکلریک اسید درست است؟

۱) در شرایط یکسان از نظر دما و غلظت، با سرعت بیشتری نسبت به واکنش آلومینیم با محلول هیدروکلریک اسید انجام می‌شود.

۲) با انجام‌شدن این واکنش، اتم‌های روی به عنوان عامل اکسنده، الکترون از دست داده و به یون‌های $Zn^{2+}(aq)$ تبدیل می‌شوند.

۳) نیم‌واکنش کاهش انجام‌شده در این فرایند را می‌توان به صورت $2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow H_2(g)$ نشان داد.

۴) مولکول‌های آب، از سمت اتم‌های هیدروژن خود به طرف یون‌های روی حاصل از اکسایش اتم‌های Zn جذب می‌شوند.

۳۱۲- یک تیغهٔ فلزی از جنس روی را در دو لیتر از محلول مس (II) سولفات با چگالی $1/25\ g.mL$ قرار می‌دهیم. پس از گذشتن چند دقیقه از ابتدای واکنش، غلظت یون روی در این محلول به $195\ ppm$ می‌رسد. در طول این بازهٔ زمانی، چند عدد الکترون بین گونه‌های اکسنده و کاهنده رد و بدل شده است؟ ($Zn = 65\ g.mol^{-1}$)

۱) $4/515\times10^{21}$ ۲) $9/03\times10^{21}$ ۳) $4/515\times10^{19}$ ۴) $9/03\times10^{19}$

۳۱۳- چند مورد از مطالب زیر نادرست است؟

آ) در زمان‌های گذشته از سوختن منیزیم در حضور اکسیژن به عنوان منبع نور برای عکاسی استفاده می‌شده است.

ب) اغلب فلزها در واکنش با نافلزها تمایل دارند یک یا چند الکترون خود را به نافلزها داده و ضمن اکسایش‌یافتن، به کاتیون تبدیل شوند.

پ) در واکنش قطعه‌ای از پلاتین با اکسیژن، هر یک از اتم‌های این عناصر فلزی چند الکترون از دست داده و اکسایش پیدا می‌کنند.

ت) با ورود یک تیغه از جنس روی در محلول مس (II) سولفات، به تدریج رسوب قهوه‌ای مایل به قرمزرنگ روی تیغه ایجاد می‌شود.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۳۱۴- یک تیغهٔ آهنی را وارد محلولی از هیدروکلریک اسید می‌کنیم. اگر در طول مدت زمان ۵ دقیقه، جرم محتویات ظرف واکنش به اندازهٔ ۶ گرم کاهش پیدا کند، ..... . ($Fe = 56 , O = 16 , H = 1 : g.mol^{-1}$)

۱) در طول این بازهٔ زمانی، جرم تیغهٔ فلزی به اندازهٔ ۱۱۲ گرم کاهش پیدا می‌کند.

۲) سرعت متوسط تولید گاز هیدروژن در این بازهٔ زمانی، برابر با ۱/۲ مول بر دقیقه است.

۳) در طول این مدت، $1/806\times10^{24}$ الکترون بین گونه‌های اکسنده و کاهنده مبادله شده است.

۴) گاز تولیدشده در این واکنش، با ۴۸ گرم گاز اکسیژن به طور کامل واکنش داده و آن را می‌کاهد.

۳۱۵- یک قطعه فلز منیزیم به جرم ۴۸ گرم را وارد چهار لیتر محلول هیدروکلریک اسید با $pH = 1$ می‌کنیم. پس از مبادلهٔ $1/204\times10^{23}$ الکترون بین گونه‌های کاهنده و اکسنده، جرم منیزیم باقی‌مانده به ..... گرم و pH محلول نیز به ..... می‌رسد. ($Mg = 24\ g.mol^{-1}$)

۱) ۴۳/۲ ـ ۱/۳ ۲) ۴۵/۶ ـ ۱/۳ ۳) ۴۳/۲ ـ ۱/۷ ۴) ۴۵/۶ ـ ۱/۷

موازنهٔ واکنش‌های اکسایش ـ کاهش

۳۱۶- پس از موازنهٔ واکنش $Al + Cu^{2+} \rightarrow Al^{3+} + Cu$ ، مجموع ضرایب واکنش‌دهنده‌ها برابر با ..... است و اتم‌های آلومینیم در نقش ..... حضور داشته و موجب ..... یون‌های Cu^{2+} می‌شوند.

۱) ۳ ـ کاهنده ـ اکسایش ۲) ۵ ـ اکسنده ـ کاهش ۳) ۳ ـ اکسنده ـ اکسایش ۴) ۵ ـ کاهنده ـ کاهش

۳۱۷- کدام‌یک از مطالب زیر، در رابطه با واکنش موازنه‌نشدهٔ $Fe^{3+} + Sn^{2+} \rightarrow Fe^{2+} + Sn^{4+}$ نادرست است؟

۱) ضریب الکترون در معادلهٔ موازنه‌شدهٔ نیم‌واکنش کاهش، دو برابر ضریب الکترون در معادلهٔ نیم‌واکنش اکسایش است.

۲) پس از موازنه، مجموع ضرایب مواد شرکت‌کننده در آن با مجموع ضرایب مواد شرکت‌کننده در معادلهٔ سوختن متان برابر است.

۳) به ازای تولید هر مول یون قلع (IV) در این واکنش شیمیایی، ۲ مول الکترون بین گونه‌های کاهنده و اکسنده رد و بدل می‌شود.

۴) پس از موازنهٔ معادلهٔ این واکنش شیمیایی، ضریب گونهٔ شیمیایی اکسنده ۲ برابر ضریب گونهٔ کاهنده می‌شود.

۳۱۸- کدام موارد از مطالب زیر درست هستند؟

آ) الکترون‌های حاصل از اکسایش یک مول اتم روی، می‌تواند دو مول از یون‌های مس (I) را به طور کامل کاهش بدهد.

ب) در واکنش سوختن نوار منیزیم در حضور اکسیژن کافی، اتم‌های منیزیم به عنوان گونهٔ کاهنده اکسید می‌شوند.

پ) هر نیم‌واکنش باید از لحاظ مجموع جرم اتم‌ها و مجموع بار الکتریکی گونه‌های شرکت‌کننده در آن موازنه باشد.

ت) پس از تکمیل و موازنهٔ واکنش $\cdots \rightarrow Al^{3+}(aq) + Ca(s)$ ، مجموع ضرایب استوکیومتری مواد برابر ۸ است.

ث) در معادلهٔ نیم‌واکنش کاهش یون‌های استرانسیم به اتم‌های استرانسیم، ضریب الکترون ۲ برابر سایر گونه‌ها است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۱۹- در آلیاژی از فلزهای آلومینیم و سدیم به جرم ۷/۵ گرم، شمار اتم‌های آلومینیم با شمار اتم‌های سدیم برابر است. این آلیاژ تقریباً با ..... لیتر محلول هیدروکلریک اسید با $pH = ۱/۵$ واکنش می‌دهد که در این صورت، یون‌های هیدروژن در نقش گونهٔ ..... هستند و اگر بازده این واکنش برابر ۵۰٪ باشد، تقریباً ..... لیتر گاز هیدروژن در شرایط استاندارد حاصل می‌شود. $(Al = ۲۷, Na = ۲۳ : g.mol^{-۱})$

۱) ۲۰ ـ اکسنده ـ ۳/۳۶
۲) ۱۰ ـ کاهنده ـ ۳/۳۶
۳) ۲۰ ـ کاهنده ـ ۶/۷۲
۴) ۱۰ ـ اکسنده ـ ۶/۷۲

مبادلهٔ انرژی در واکنش‌های اکسایش ـ کاهش

۳۲۰- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) در همهٔ واکنش‌های اکسایش ـ کاهش، افزون بر دادوستد الکترون بین گونه‌های اکسنده و کاهنده، مقداری انرژی نیز آزاد می‌شود.
۲) اگر قدرت کاهندگی فلز X از روی کم‌تر باشد، به کمک یک قطعه از این فلز می‌توان فلز روی را از محلول روی سولفات آزاد کرد.
۳) یک قطعه از فلز روی، برخلاف طلا با محلول مس (II) سولفات وارد واکنش شده و دمای این محلول را به مرور زمان افزایش می‌دهد.
۴) اگر قدرت کاهندگی پتاسیم بیشتر از سدیم باشد، پایداری فراورده‌های واکنش فلز سدیم با محلول پتاسیم کلرید بیشتر از واکنش‌دهنده‌های آن است.

۳۲۱- چند مورد از مطالب زیر در رابطه با واکنش یک قطعه آلومینیم با محلول مس (II) سولفات درست است؟

آ) این واکنش با آزادشدن انرژی همراه بوده و با انجام‌شدن آن، دمای محلول موردنظر افزایش پیدا می‌کند.
ب) به ازای اکسایش هر ۴ اتم آلومینیم در طول انجام‌شدن این واکنش، ۳ یون مس (II) کاهش پیدا می‌کند.
پ) اگر به جای آلومینیم، قطعه‌ای آهن را در محلول مس (II) سولفات قرار بدهیم، تغییری در دمای محلول ایجاد نمی‌شود.
ت) به مرور زمان، از رنگ آبی محلول کاسته شده و مقداری رسوب در کف ظرف ته‌نشین می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۲۲- اگر ترتیب قدرت کاهندگی فلزهای آلومینیم، روی و سدیم به صورت $Zn < Al < Na$ باشد، .....

۱) در صورت قراردادن یک قطعه فلز روی در محلول آلومینیم سولفات، به تدریج دمای محلول افزایش پیدا می‌کند.
۲) ترتیب قدرت اکسندگی یون‌های حاصل از آلومینیم، روی و سدیم به صورت $Zn^{۲+} < Al^{۳+} < Na^{+}$ است.
۳) یون‌های روی، برخلاف یون‌های سدیم، می‌توانند با اتم‌های آلومینیم وارد واکنش شده و با گرفتن الکترون کاهش پیدا کنند.
۴) اگر قدرت اکسندگی یون $Mn^{۲+}$ بیشتر از یون $Al^{۳+}$ باشد، واکنش میان یک قطعه فلز منگنز با محلول سدیم کلرید، گرماده خواهد بود.

۳۲۳- با توجه به واکنش‌های زیر که با آزادشدن انرژی همراه هستند، کدام ترتیب دربارهٔ قدرت اکسندگی کاتیون‌ها درست است؟ *(سراسری تجربی ۹۱)*

$$Sn^{۴+}(aq) + H_۲(g) \rightarrow Sn^{۲+}(aq) + ۲H^{+}(aq)$$
$$۲H^{+}(aq) + Sn(s) \rightarrow H_۲(g) + Sn^{۲+}(aq)$$
$$۲Fe^{۳+}(aq) + Sn^{۲+}(aq) \rightarrow ۲Fe^{۲+}(aq) + Sn^{۴+}(aq)$$

۱) $Fe^{۳+} < Sn^{۲+} < H^{+} < Sn^{۴+}$
۲) $Fe^{۳+} > Sn^{۲+} > H^{+} > Sn^{۴+}$
۳) $Fe^{۳+} < Sn^{۴+} < H^{+} < Sn^{۲+}$
۴) $Fe^{۳+} > Sn^{۴+} > H^{+} > Sn^{۲+}$

۳۲۴- یک قطعه فلز منیزیم و یک قطعه فلز روی را به ترتیب در محلول‌هایی از روی سولفات و مس (II) سولفات وارد می‌کنیم. در صورتی که طی این فرایند دمای هر دو محلول افزایش پیدا کند، کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) در صورت قراردادن یک قطعه از فلز منیزیم در محلول مس (II) سولفات، دمای این محلول نیز افزایش پیدا می‌کند.
۲) اگر فلز M بتواند فلز روی را از محلول روی سولفات آزاد کند، قدرت کاهندگی این فلز بیشتر از مس خواهد بود.
۳) قدرت اکسندگی یون‌های منیزیم، نسبت به قدرت اکسندگی یون‌های مس (II) بیشتر است.
۴) اتم‌های مس، نسبت به اتم‌های روی تمایل کم‌تری برای از دست دادن الکترون دارند.

۳۲۵- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

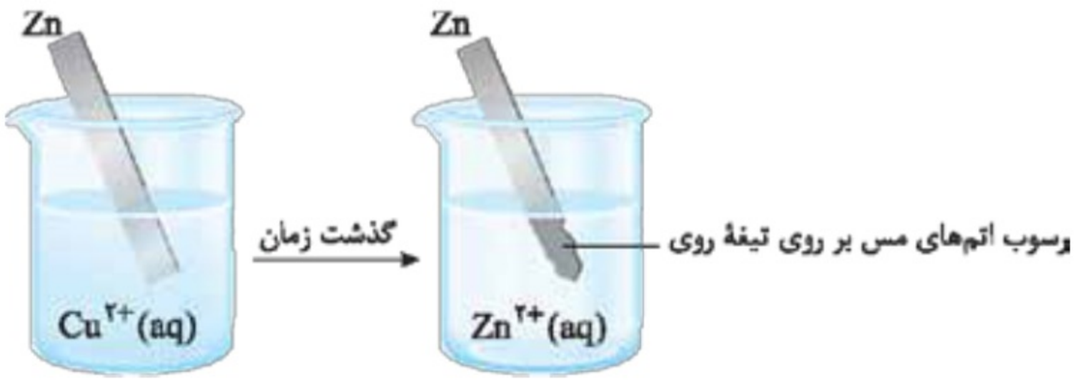
آ) اگر قدرت کاهندگی فلز Y از آلومینیم کم‌تر باشد، یک قطعه از این فلز بر محلول حاوی نمک‌های آلومینیم بی‌اثر خواهد بود.
ب) اگر قدرت اکسندگی $Zn^{۲+}$ کم‌تر از $Fe^{۳+}$ باشد، به کمک فلز روی می‌توان آهن را از محلول قرمزرنگ آهن (III) کلرید خارج کرد.
پ) در صورت قراردادن یک قطعهٔ فلزی از جنس مس در محلول بی‌رنگی از روی سولفات، به مرور زمان رنگ محلول آبی می‌شود.
ت) از آن‌جا که فلز روی با محلول‌های اسیدی واکنش می‌دهد، می‌توان گفت $Zn^{۲+}$ قدرت اکسندگی بیشتری نسبت به یون‌های H^{+} دارند.
ث) در واکنش‌های اکسایش ـ کاهش، فلزی با قدرت کاهندگی بیشتر، با سایر کاتیون‌های فلزی واکنش داده و آن‌ها را به اتم‌های فلزی می‌کاهد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

بخش ۲ سلول‌های گالوانی

سلول‌های گالوانی

همان‌طور که دیدیم، اگر یک تیغه از جنس فلز روی را در محلولی از مس (II) سولفات وارد کنیم، اتم‌های روی در واکنش با یون‌های مس (II) موجود در محلول اکسایش پیدا کرده و الکترون‌های خود را مستقیماً به این یون‌ها می‌دهند. طی این فرایند، یون‌های Cu^{2+} کاهش پیدا کرده و در قالب اتم‌های مس رسوب می‌کنند. از طرفی، با انجام‌شدن این فرایند مقداری انرژی آزاد می‌شود و دمای محلول نیز افزایش پیدا می‌کند.



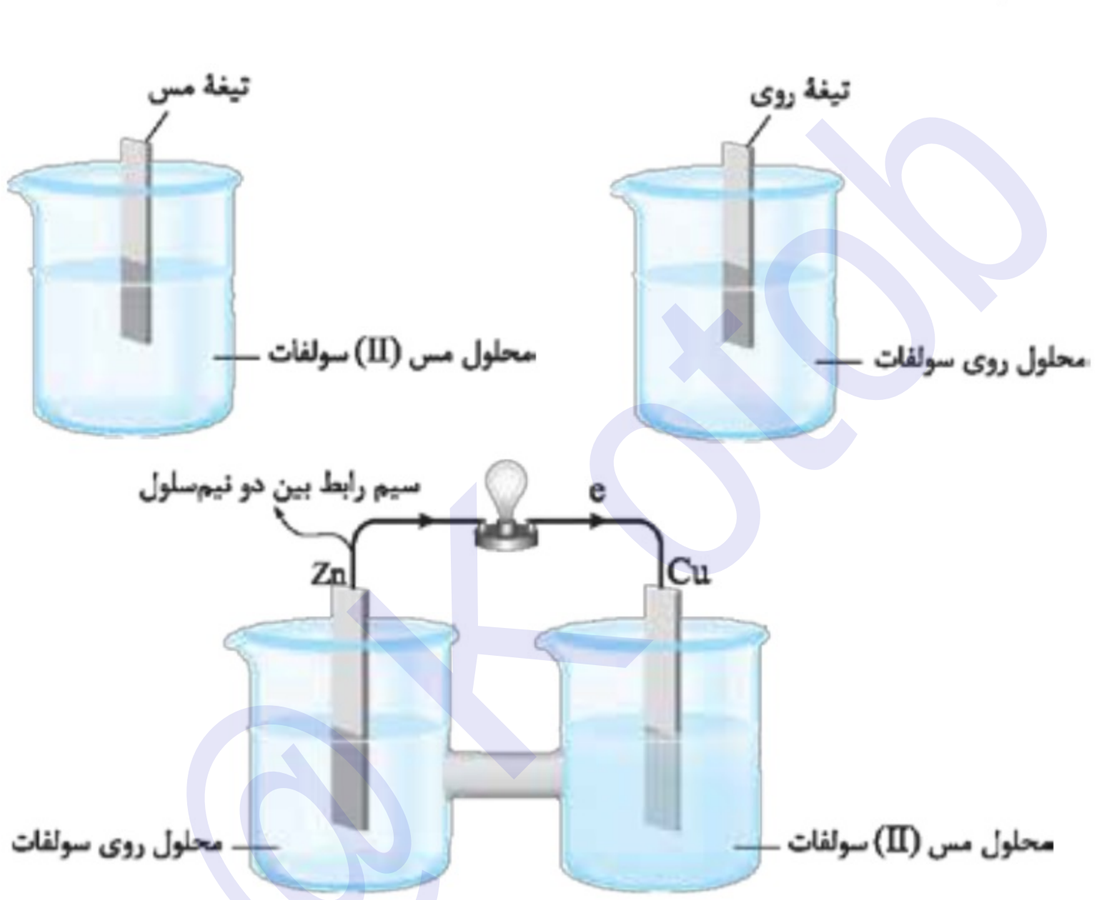
واضح است که در چنین شرایطی، انرژی آزادشده در این واکنش قابل استفاده نیست و نمی‌توان از الکترون‌هایی که بین گونه‌های اکسنده و کاهنده رد و بدل می‌شوند، به عنوان یک منبع تولید الکتریسیته استفاده کرد. معادلهٔ واکنش انجام‌شده در این محلول به صورت زیر است:

$$Zn(s)+CuSO_4(aq) \rightarrow ZnSO_4(aq)+Cu(s)+\text{انرژی}$$

در صورتی که گونهٔ کاهنده (Zn) و گونهٔ اکسندهٔ (Cu^{2+}) شرکت‌کننده در این واکنش را به طور فیزیکی از یکدیگر جدا کرده و انتقال الکترون بین آن‌ها از طریق یک سیم انجام شود، می‌توانیم از انرژی آزادشده در هنگام واکنش میان آن‌ها برای تولید الکتریسیته استفاده کنیم. در این شرایط، نیم‌واکنش‌های کاهش و اکسایش در دو محیط مجزا انجام شده و الکترون‌های تولیدشده در نیم‌واکنش اکسایش، توسط یک سیم به نیم‌واکنش کاهش انتقال پیدا می‌کنند. *قدم اول برای انجام این کار*، تهیهٔ دو نیم‌سلول مجزا برای مس و روی است.

نیم‌سلول

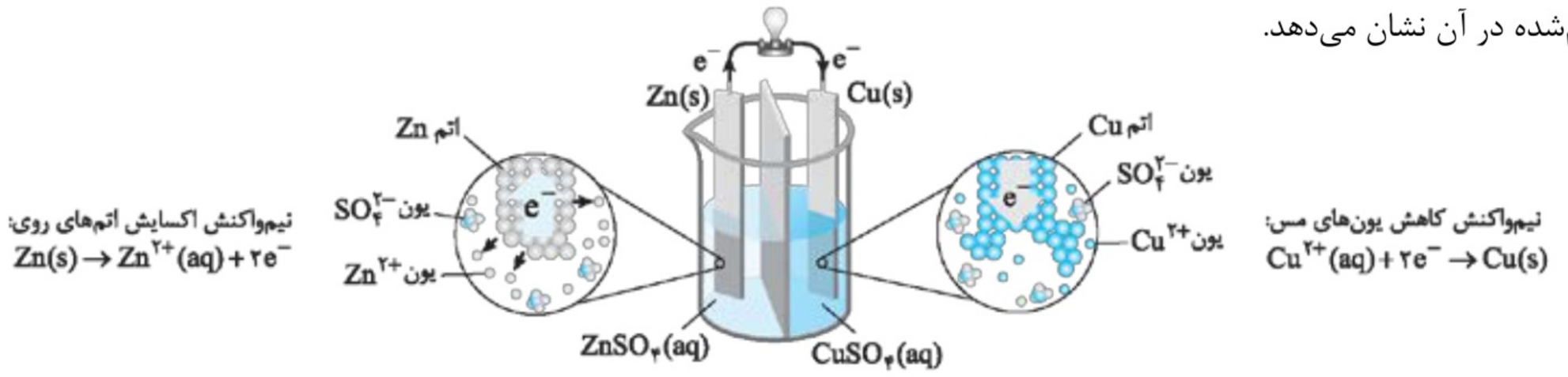
با قراردادن یک تیغهٔ فلزی در محلولی که حاوی کاتیون‌های آب‌پوشیدهٔ آن فلز باشد، یک نیم‌سلول ایجاد می‌شود. به عنوان مثال، اگر یک تیغه از فلز مس را در یک نمونه از محلول آبی مس (II) سولفات و یک تیغه از فلز روی را در یک نمونه از محلول آبی روی سولفات قرار بدهیم، نیم‌سلول‌هایی از مس و روی ایجاد می‌شوند.



سلول گالوانی

برای تهیهٔ یک سلول گالوانی، باید نیم‌سلول‌های مجزای روی و مس را به وسیلهٔ یک قطعه سیم مطابق شکل روبه‌رو به هم وصل کنیم.

از آن‌جا که اتم‌های روی در مقایسه با اتم‌های مس، تمایل بیشتری به از دست دادن الکترون دارند، در این سلول گالوانی اتم‌های روی در نیم‌سلول روی اکسایش پیدا کرده و به شکل یون Zn^{2+} وارد محلول می‌شوند. الکترون‌های حاصل از اکسایش اتم‌های روی نیز از طریق سیم رابط بین دو نیم‌سلول به سمت نیم‌سلول مس حرکت می‌کنند. در نیم‌سلول مس، یون‌های $Cu^{2+}(aq)$ موجود در محلول این الکترون‌ها را جذب کرده و کاهش می‌یابند و در قالب اتم‌های $Cu(s)$ بر روی تیغهٔ مس رسوب می‌کنند. تصویر زیر، یک سلول گالوانی روی ـ مس را به همراه نیم‌واکنش‌های انجام‌شده در آن نشان می‌دهد.



بدیهی است که در چنین شرایطی، به مرور زمان از جرم تیغهٔ روی (تیغه‌ای که واکنش اکسایش بر روی آن انجام می‌شود) کاسته می‌شود و به جرم تیغهٔ مس (تیغه‌ای که نیم‌واکش کاهش در مجاورت آن انجام می‌شود) افزوده می‌شود.

چندنکته

- واکنش انجام‌شده در سلول گالوانی روی ـ مس، مشابه همان واکنشی است که با واردکردن تیغه‌ای از جنس فلز روی به محلول دارای یون‌های مس (II) انجام می‌شود. تنها تفاوت فرایندهای انجام‌شده در آن است که به کمک سلول گالوانی، واکنش موردنظر در یک شرایط کنترل‌شده انجام می‌شود و از جریان الکتریکی ایجادشده در آن می‌توانیم به عنوان منبع تولید الکتریسیته استفاده کنیم.
- باتری لیمویی، نوع ساده‌ای از یک سلول گالوانی است که با فروبردن یک تیغه از جنس فلز مس و یک تیغه از جنس فلز روی در یک لیمو ساخته می‌شود. به کمک این نوع باتری می‌توان یک لامپ LED را روشن کرد.
- به کمک سلول‌های گالوانی، می‌توان انرژی شیمیایی ذخیره‌شده در فلزهای مختلف را به انرژی الکتریکی تبدیل کرد. واکنش‌های انجام‌شده در این سلول‌ها با کاهش سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها همراه بوده و فراورده‌های تولیدشده در این سلول‌ها پایداری بیشتری نسبت به واکنش‌دهنده‌های مصرف‌شده در آن‌ها دارند.

اجزای سازندهٔ سلول گالوانی

دیدیم که از سلول‌های گالوانی برای تبدیل **انرژی شیمیایی** ذخیره‌شده در فلزهای مختلف به **انرژی الکتریکی** استفاده می‌شود. هر سلول گالوانی از کنار هم قرارگرفتن اجزای مختلفی تشکیل شده است که *یادگرفتن نام و کاربرد هر جزء بر همهٔ شما واجبه.*

آند

به الکترود *یا همون تیغه‌ای* که نیم‌واکنش اکسایش در مجاورت آن اتفاق می‌افتد، آند گفته می‌شود. از آن‌جا که تیغهٔ آند در یک سلول گالوانی اکسید شده و کاتیون‌های حاصل از آن وارد محلول می‌شوند، به مرور زمان از جرم این تیغه کاسته شده و به اصطلاح، تیغهٔ آند به مرور زمان *لاغرتر* می‌شود.

الکترولیت آندی

به الکترولیت یا محلولی که تیغهٔ آند در آن قرار دارد، الکترولیت آندی گفته می‌شود. کاتیون‌های تولیدشده بر اثر **اکسایش** تیغهٔ آند، در قالب یون‌های آبپوشیده وارد این محلول می‌شوند.

کاتد

الکترودی است که نیم‌واکنش کاهش در مجاورت آن اتفاق می‌افتد. از آن‌جا که در مجاورت کاتد یک سلول گالوانی نیم‌واکنش کاهش انجام شده و اتم‌های فلزی حاصل از این فرایند به تیغهٔ کاتدی می‌چسبند، به مرور زمان جرم تیغهٔ کاتدی افزایش پیدا کرده و به اصطلاح، *چاق‌تر* می‌شود.

الکترولیت کاتدی

الکترولیت یا محلولی است که تیغهٔ کاتد در آن قرار دارد. کاتیون‌های موجود در این محلول به مرور زمان **کاهش** یافته و به تیغهٔ کاتد می‌چسبند.

مدار بیرونی

از یک سیم رابط تشکیل شده است که در سر راه آن یک وسیلهٔ الکترونیکی مثل لامپ، ولت‌سنج و ... قرار می‌گیرد. در یک سلول گالوانی، جهت حرکت الکترون‌ها در مدار خارجی (سیم) همیشه **از سمت تیغهٔ آند به سمت تیغهٔ کاتد** است.

دیوارهٔ متخلخل

در یک سلول گالوانی، به مرور زمان فلز به‌کاررفته در آند اکسایش پیدا کرده و کاتیون‌های حاصل از این فرایند، وارد الکترولیت آندی می‌شوند. با ادامهٔ این فرایند، کاتیون‌ها در الکترولیت آندی تجمع پیدا کرده و این محلول بار مثبت پیدا می‌کند. تجمع بار مثبت در این نیم‌سلول، الکترون‌ها را به سمت خود جذب کرده و از حرکت آن‌ها در مدار خارجی جلوگیری می‌کند.

در نیم‌سلول کاتدی نیز به مرور زمان غلظت کاتیون‌های موجود در محلول کاهش پیدا کرده و از تعداد آن‌ها کاسته می‌شود. با ادامهٔ این فرایند، تعداد آنیون‌های موجود در محلول کاتدی بیشتر از تعداد کاتیون‌های موجود در آن شده و این محلول بار منفی پیدا می‌کند. تجمع بار منفی در نیم‌سلول کاتدی، از تمایل این نیم‌سلول به جذب الکترون‌ها کاسته و از حرکت آن‌ها در مدار خارجی جلوگیری می‌کند.

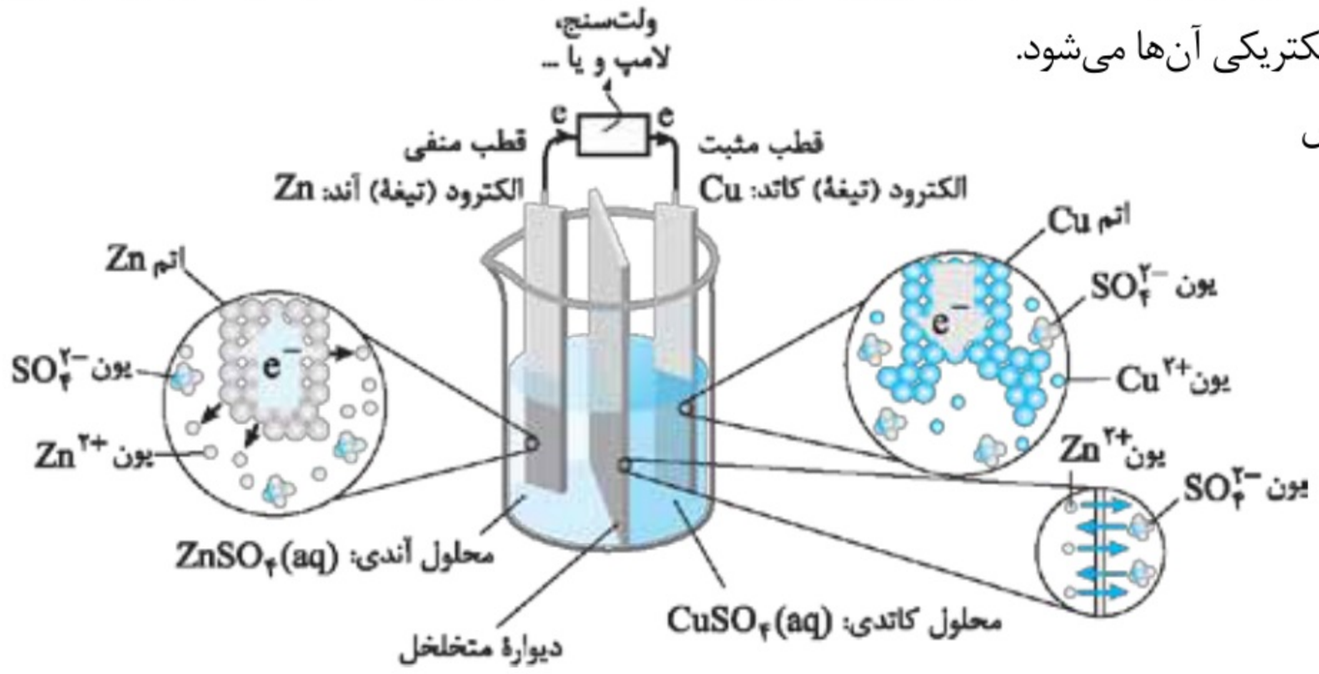
این‌جاست که دیوارهٔ متخلخل *وارد میدان شده* و مانع قطع‌شدن جریان الکتریکی در مدار خارجی می‌شود. وظایف دیوارهٔ متخلخل عبارت‌اند از:

۱ جلوگیری از مخلوط‌شدن سریع و مستقیم الکترولیت‌ها

۲ ایجاد توازن بار الکتریکی بین نیم‌سلول‌ها

در واقع، دیوارهٔ متخلخل به کاتیون‌های موجود در الکترولیت آندی اجازه می‌دهد به سمت الکترولیت کاتدی مهاجرت کنند و به آنیون‌های موجود در الکترولیت کاتدی نیز اجازه می‌دهد به سمت الکترولیت آندی مهاجرت کنند. به این ترتیب، دیوارهٔ متخلخل با به جریان انداختن گونه‌های باردار میان محلول‌های موجود در هر نیم‌سلول، سبب خنثی‌کردن بار الکتریکی آن‌ها می‌شود.

تصویر روبه‌رو، اجزای مختلف سلول گالوانی روی ـ مس را نشان می‌دهد:

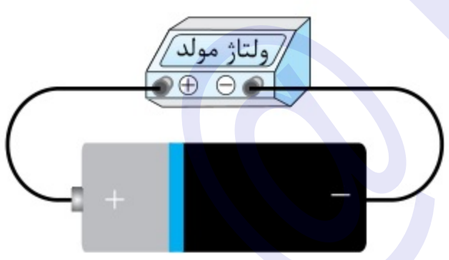


چندنکته

- در سلول‌های گالوانی، **الکترون‌ها در آند تولید شده و در کاتد مصرف می‌شوند** و به همین خاطر، آند سلول‌های گالوانی به عنوان قطب **منفی** و کاتد آن‌ها به عنوان قطب **مثبت** در نظر گرفته می‌شود. بدیهی است که در این سلول‌ها، همانند سایر مولدهای الکتریکی، الکترون‌ها از سمت قطب منفی به سمت قطب مثبت حرکت می‌کنند و جریان الکتریکی (I) نیز از سمت قطب مثبت به طرف قطب منفی برقرار می‌شود.
- در یک سلول گالوانی، الکترودی که تمایل بیشتری به از دست دادن الکترون دارد (کاهنده‌تر است)، به عنوان آند و الکترودی که تمایل کم‌تری به از دست دادن الکترون دارد (اکسنده‌تر است)، به عنوان کاتد ایفای نقش می‌کند.
- در سلول‌های گالوانی، فرایند کاهش در سمت کاتد انجام شده و **کاتیون‌ها** نیز از خلال دیوارهٔ متخلخل به سمت نیم‌سلول کاتد حرکت می‌کنند. در این سلول‌ها، فرایند اکسایش نیز در سمت آند انجام شده و **آنیون‌ها** نیز از طریق دیوارهٔ متخلخل به سمت نیم‌سلول آند حرکت می‌کنند. *دیدین چی شد؟ همهٔ (الف)ها توی نیم‌سلول آندی هستن و همهٔ (کاف)ها هم توی نیم‌سلول کاتدی، پس این‌جوری حفظش کنید:* آند، اکسایش، آنیون / کاتد، کاهش، کاتیون
- یکی از وظایف دیوارهٔ متخلخل، جلوگیری از مخلوط‌شدن سریع الکترولیت‌ها است. فرض کنید در سلول گالوانی روی ـ مس، دیوارهٔ متخلخل مابین محلول‌ها در یک لحظه برداشته شود. در این شرایط، محلول‌های آندی و کاتدی با یکدیگر مخلوط شده و یون‌های مس (II) در مجاورت با تیغهٔ روی (آند) قرار می‌گیرند و الکترون‌های تولیدشده توسط آند را مستقیماً به خود جذب می‌کنند. در این حالت، الکترون‌ها دیگر از مدار خارجی عبور نمی‌کنند و جریان الکتریکی در این مدار قطع می‌شود.

پتانسیل الکترودی استاندارد

در سلول‌های گالوانی، انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل شده و ساختار و ویژگی‌های این سلول‌ها مشابه ساختار و ویژگی‌های باتری‌ها است. یکی از ویژگی‌های مهم انواع باتری‌ها، ولتاژ خروجی از آن‌ها است. برای اندازه‌گیری ولتاژ یک باتری یا یک مولد الکتریکی، باید از وسیله‌ای به نام **ولت‌سنج** کمک بگیریم. به این منظور، قطب منفی باتری را به قطب منفی ولت‌سنج و قطب مثبت آن را نیز به قطب مثبت ولت‌سنج وصل می‌کنیم. در این حالت، عدد نشان‌داده‌شده بر روی صفحهٔ ولت‌سنج، نشان‌دهندهٔ پتانسیل الکتریکی یا ولتاژ مولد است.



در صورت اتصال قطب‌های ناهم‌نام باتری و ولت‌سنج به یکدیگر، عدد نشان داده شده توسط ولت‌سنج منفی شده و قرینهٔ ولتاژ آن مولد توسط ولت‌سنج نشان داده می‌شود.

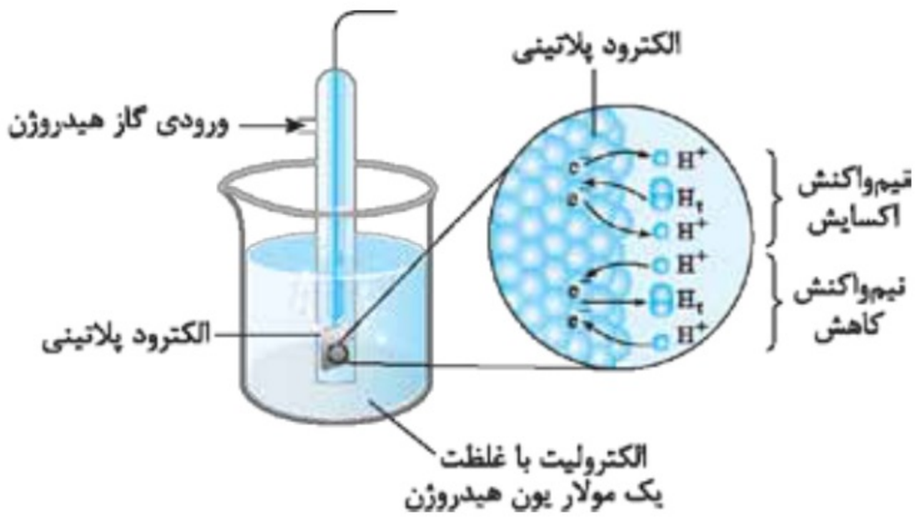
در یک سلول گالوانی مثل سلول روی ـ مس نیز آن‌چه که توسط ولت‌سنج اندازه‌گیری می‌شود، فقط اختلاف پتانسیل میان دو نیم‌سلول است، در حالی که مقدار مطلق پتانسیل هر نیم‌سلول و سهمی که هر نیم‌سلول در ایجاد پتانسیل الکتریکی کل سلول دارد را نمی‌توان به کمک این عدد مشخص کرد. از طرفی، اندازه‌گیری پتانسیل یک نیم‌سلول، به طور جداگانه ممکن نیست و این کمیت باید به طور نسبی اندازه‌گیری شود. در این شرایط، شیمی‌دان‌ها برای دستیابی به این هدف تصمیم گرفتند **نیم‌سلول استاندارد هیدروژن** (Standard hydrogen electrode یا همون SHE) را به عنوان یک مبنا برای مقایسهٔ پتانسیل الکترودی سایر نیم‌سلول‌ها انتخاب کرده و پتانسیل آن را برابر با صفر در نظر بگیرند.

الکترود استاندارد هیدروژن

الکترود یا نیم‌سلول استاندارد هیدروژن، شامل یک **الکترود فلزی از جنس پلاتین** (Pt) می‌شود که در محلولی با غلظت **یک مولار** از یون هیدروژن ($pH = 0$) در دمای ۲۵ °C (۲۹۸ K) فرو برده شده است و **گاز هیدروژن** با فشار ۱ atm (۶۰ mmHg) از روی آن عبور داده می‌شود.

اگر این نیم‌سلول در نقش کاتد یک سلول گالوانی قرار داده شود، نیم‌واکنش: $2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow H_2(g)$ در آن انجام شده و اگر در نقش آند یک سلول گالوانی قرار داده شود، نیم‌واکنش: $H_2(g) \rightarrow 2H^+(aq) + 2e^-$ در آن انجام می‌شود.

همان‌طور که گفتیم، پتانسیل الکتریکی این نیم‌سلول به طور قراردادی برابر با صفر ولت در نظر گرفته می‌شود.



چندنکته

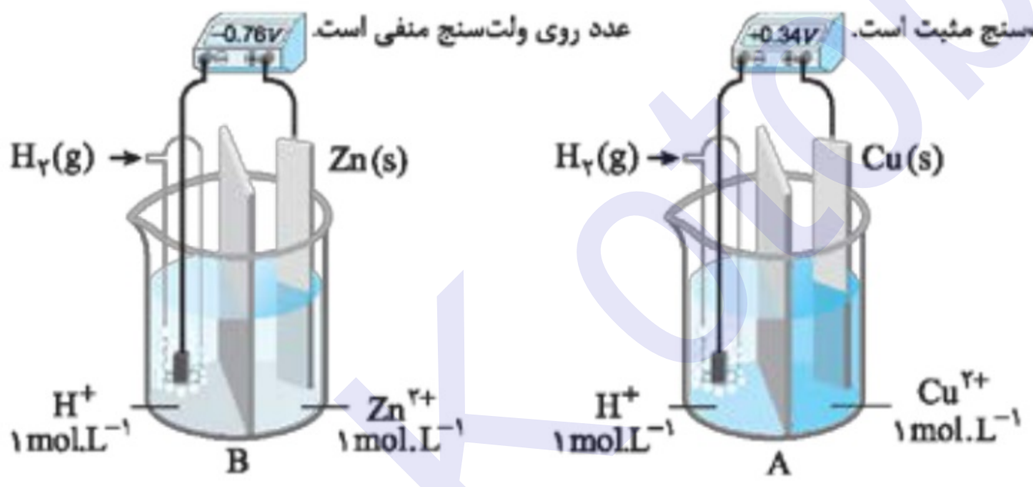
- محلول به کار رفته در SHE، یک محلول اسیدی با غلظت **یک مولار** یون هیدروژن است. pH این محلول برابر با صفر بوده و برای تهیهٔ آن می‌توان از محلول یک مولار اسیدهای قوی تک‌پروتون‌دار مثل هیدروکلریک اسید و نیتریک اسید استفاده کرد.
- الکترود به کار رفته در SHE از جنس پلاتین است. این عنصر فلزی در برابر اسیدها مقاوم بوده و به مرور زمان خورده نمی‌شود.

پتانسیل‌های الکترودی استاندارد

همان‌طور که گفتیم، شیمی‌دان‌ها برای به دست آوردن پتانسیل الکترودی یک نیم‌سلول، از مقایسهٔ آن نیم‌سلول با SHE استفاده می‌کنند. برای این منظور، آن‌ها الکترود موردنظر را به SHE وصل کرده و یک سلول گالوانی تشکیل می‌دهند. پس از آن، به کمک ولت‌سنج پتانسیل الکتریکی این سلول را اندازه‌گیری می‌کنند. از آن‌جا که پتانسیل الکتریکی SHE برابر صفر ولت در نظر گرفته می‌شود، مقدار پتانسیلی که ولت‌سنج نشان می‌دهد برابر با پتانسیل الکترودی استاندارد نیم‌سلول موردنظر است. البته توجه داریم که این اندازه‌گیری‌ها در **دمای $25\,^\circ C$، فشار $1\,atm$ و غلظت یک مولار برای محلول الکترولیت‌ها** انجام می‌شوند.

برای هماهنگی در منابع علمی معتبر و براساس پیشنهاد آیوپاک (IUPAK)، پتانسیل‌های الکترودی استاندارد به صورت پتانسیل‌های کاهش استاندارد گزارش می‌شوند. به عبارت دیگر، در نیم‌واکنش موردنظر گونهٔ اکسایش‌یافته (اکسنده) همواره در سمت چپ و گونهٔ کاهش‌یافته (کاهنده) همواره در سمت راست قرار می‌گیرند. $E^\circ = xV$ ؛ گونهٔ کاهنده $\rightarrow$ گونهٔ اکسنده $+ne^-$

برای محاسبهٔ پتانسیل الکترودی یک نیم‌سلول، باید نیم‌سلول موردنظر را به قطب مثبت ولت‌سنج و الکترود استاندارد هیدروژن را به قطب منفی ولت‌سنج متصل کنیم.



تصویر مقابل، اندازه‌گیری پتانسیل الکترودی استاندارد (E°) نیم‌سلول‌های مس (Cu) و روی (Zn) را نشان می‌دهد. در تصویر A، عدد نشان‌داده‌شده بر روی ولت‌سنج برابر $+0/34\,V$ بوده که این مقدار پتانسیل الکترودی استاندارد برای نیم‌واکنش کاهش $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$ را نشان می‌دهد. از آن‌جا که این ولت‌سنج یک عدد مثبت را نشان می‌دهد، نتیجه می‌گیریم که قطب‌های هم‌نام این سلول و ولت‌سنج به یکدیگر وصل شده است و الکترودهای مس و هیدروژن، به ترتیب قطب‌های مثبت (کاتد) و منفی (آند) سلول موردنظر را تشکیل می‌دهند. واکنش انجام‌شده در این سلول به صورت: $Cu^{2+}(aq) + H_2(g) \rightarrow Cu(s) + 2H^+(aq)$ است.

در تصویر B، عدد نشان‌داده‌شده بر روی ولت‌سنج برابر $-0/76\,V$ است که این مقدار، پتانسیل الکترودی استاندارد برای نیم‌واکنش کاهش $Zn^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Zn(s)$ را نشان می‌دهد. از آن‌جا که عدد نشان داده شده توسط ولت‌سنج منفی است، نتیجه می‌گیریم که قطب‌های ناهم‌نام این سلول و ولت‌سنج به یکدیگر متصل شده‌اند و الکترودهای روی و هیدروژن به ترتیب قطب‌های منفی (آند) و مثبت (کاتد) سلول موردنظر را تشکیل می‌دهند. واکنش کلی انجام‌شده در این سلول به صورت: $2H^+(aq) + Zn(s) \rightarrow H_2(g) + Zn^{2+}(aq)$ است.

سری الکتروشیمیایی

شیمی‌دان‌ها پس از آن که پتانسیل الکترودی استاندارد نیم‌سلول‌های مختلف را اندازه‌گیری کردند، مقادیر حاصل را در یک جدول *شیک و مرتب* قرار داده و نام آن را سری الکتروشیمیایی گذاشتند. در سری الکتروشیمیایی، هر چه پتانسیل الکترودی (E°) یک نیم‌سلول منفی‌تر باشد، نیم‌واکنش کاهشی انجام‌شده در آن نیم‌سلول در موقعیت پایین‌تری از جدول قرار می‌گیرد و هر چه پتانسیل الکترودی یک نیم‌سلول مثبت‌تر باشد، نیم‌واکنش کاهشی انجام‌شده در آن نیم‌سلول در موقعیت بالاتری از جدول قرار می‌گیرد.

تصویر زیر، بخش کوچکی از جدول سری الکتروشیمیایی را نشان می‌دهد:

E° (V)	نیم‌واکنش کاهش			
ولتاژ	گونهٔ کاهنده	الکترون		گونهٔ اکسنده
+۱/۵۰	$Au(s)$	$\rightarrow$	$+3e^-$	$Au^{3+}(aq)$
+۱/۲۰	$Pt(s)$	$\rightarrow$	$+2e^-$	$Pt^{2+}(aq)$
+۰/۸۰	$Ag(s)$	$\rightarrow$	$+e^-$	$Ag^{+}(aq)$
+۰/۳۴	$Cu(s)$	$\rightarrow$	$+2e^-$	$Cu^{2+}(aq)$
۰/۰۰	$H_2(g)$	$\rightarrow$	$+2e^-$	$2H^{+}(aq)$
−۰/۴۴	$Fe(s)$	$\rightarrow$	$+2e^-$	$Fe^{2+}(aq)$
−۰/۷۶	$Zn(s)$	$\rightarrow$	$+2e^-$	$Zn^{2+}(aq)$
−۱/۱۸	$Mn(s)$	$\rightarrow$	$+2e^-$	$Mn^{2+}(aq)$
−۱/۶۶	$Al(s)$	$\rightarrow$	$+3e^-$	$Al^{3+}(aq)$
−۲/۳۷	$Mg(s)$	$\rightarrow$	$+2e^-$	$Mg^{2+}(aq)$

کاهندهٔ قوی‌تر ↓ — اکسندهٔ قوی‌تر ↑

چندنکته

◄ در سری الکتروشیمیایی، نیم‌واکنشی که E° منفی‌تری دارد، در موقعیت **پایین‌تری** قرار خواهد گرفت و گونهٔ اکسندهٔ شرکت‌کننده در این نیم‌واکنش، تمایل **کم‌تری** برای به دست آوردن الکترون (اکسندگی) و گونهٔ کاهندهٔ شرکت‌کننده در آن نیز تمایل بیشتری به از دست دادن الکترون (کاهندگی) خواهد داشت.

◄ در سری الکتروشیمیایی، نیم‌واکنشی که E° مثبت‌تری دارد، در موقعیت **بالاتری** قرار می‌گیرد و گونهٔ اکسندهٔ شرکت‌کننده در این نیم‌واکنش، تمایل **بیشتری** برای به دست آوردن الکترون (اکسندگی) و گونهٔ کاهندهٔ شرکت‌کننده در آن نیز تمایل کم‌تری به از دست دادن الکترون (کاهندگی) خواهد داشت.

◄ هر چه‌قدر که E° یک نیم‌واکنش مثبت‌تر باشد، گونهٔ اکسنده (گونهٔ سمت چپ در نیم‌واکنش کاهش) شرکت‌کننده در آن، تمایل بیشتری برای به دست آوردن الکترون دارد و گونهٔ کاهندهٔ (گونهٔ سمت راست در نیم‌واکنش کاهش) شرکت‌کننده در آن نیز تمایل کم‌تری به از دست دادن الکترون دارد. *مثال زیر رو بخون تا دقیق‌تر متوجه شی.*

$$\left.\begin{aligned} Fe^{2+}(aq)+2e^- &\rightarrow Fe(s) \;;\; E^\circ=-0/44\ V \\ Zn^{2+}(aq)+2e^- &\rightarrow Zn(s) \;;\; E^\circ=-0/76\ V \end{aligned}\right\} \Rightarrow \begin{cases} \text{قدرت اکسندگی}: Fe^{2+} > Zn^{2+} \\ \text{قدرت کاهندگی}: Zn > Fe \end{cases}$$

برای این که سؤالات این بخش رو راحت‌تر حل کنید، می‌تونید مقدار E° برای یک نیم‌واکنش رو به عنوان مقیاسی برای سنجش میزان علاقهٔ گونهٔ سمت چپ اون نیم‌واکنش به جذب الکترون در نظر بگیرید. E° بالاتر، تمایل بیشتر برای به دست آوردن الکترون!

◄ پتانسیل کاهشی استاندارد برای یک نیم‌واکنش را به دو صورت زیر می‌توان نشان داد:

E° (گونهٔ کاهنده / گونهٔ اکسنده) $= xV$ یا $E^\circ = xV$ ؛ گونهٔ کاهنده $\rightarrow$ گونهٔ اکسنده $+ne^-$

◄ در سلول گالوانی تشکیل‌شده از دو الکترود A و B، الکترودی که E° بزرگ‌تری داشته و در سری الکتروشیمیایی نیز در موقعیت بالاتری است، نقش **کاتد** را دارد. در نقطهٔ مقابل، الکترودی که E° کوچک‌تری داشته و در سری الکتروشیمیایی نیز در موقعیت پایین‌تری قرار می‌گیرد، نقش **آند** را دارد. به عنوان مثال، در سلول گالوانی آلومینیم ـ روی، چون $E^\circ(Al^{3+}/Al) < E^\circ(Zn^{2+}/Zn)$ است، الکترود روی در نقش کاتد (قطب مثبت) و الکترود آلومینیم نیز در نقش آند (قطب منفی) ظاهر می‌شود.

◄ از میان عناصر فلزی، هر چه‌قدر که E° یک عنصر منفی‌تر باشد، اتم‌های آن عنصر تمایل بیشتری به از دست دادن الکترون داشته و در نتیجه، واکنش‌پذیری بیشتری خواهند داشت. به عنوان مثال، $E^\circ(Al^{3+}/Al)$ از $E^\circ(Fe^{2+}/Fe)$ کوچک‌تر (منفی‌تر) است؛ پس آلومینیم واکنش‌پذیری بیشتری نسبت به آهن خواهد داشت.

◄ مقدار E° برای شش عنصر فلزی **طلا، پلاتین، پالادیم، جیوه، نقره و مس**، بزرگ‌تر از صفر است. از میان این عناصر، مقدار E° برای عناصر طلا، پلاتین، نقره و مس در جدول پتانسیل کاهشی کتاب درسی مطرح شده است *و اکیداً توصیه می‌کنیم که* نام و ترتیب این چهار عنصر را به خاطر بسپارید.

از آن‌جا که مقدار E° این عناصر فلزی بزرگ‌تر از $E^\circ(H^+ / H_2)$ است، محلول‌های اسیدی بر این فلزها اثری نداشته و آن‌ها را دچار خوردگی نمی‌کنند. به‌جز این عناصر، مقدار E° برای سایر فلزها منفی بوده و به همین خاطر است که سایر عناصر فلزی در واکنش با اسیدها دچار خوردگی می‌شوند.

◄ یکی از چالش‌های جالب در آزمایشگاه‌ها، انتخاب ظرف مناسب برای نگه‌داری یک محلول خاص است. به منظور نگه‌داری یک محلول شیمیایی، جنس ظرف باید از فلزی انتخاب شود که E° آن بالاتر (مثبت‌تر) از E° کاتیون‌های موجود در محلول باشد. در این صورت، فلز سازندهٔ ظرف با کاتیون‌های موجود در محلول دچار واکنش نمی‌شود و محلول موردنظر را می‌توان در این ظرف نگه‌داری کرد. در نقطهٔ مقابل، اگر E° کاتیون‌های موجود در محلول بزرگ‌تر (مثبت‌تر) از E° فلز سازندهٔ ظرف محتوی آن محلول باشد، این کاتیون‌ها با اتم‌های فلزی ظرف وارد واکنش شده و آن‌ها را اکسید می‌کنند. ادامهٔ این فرایند، موجب خوردگی ظرف و در نهایت سوراخ‌شدن آن می‌شود.

تست **یک نمونه از محلول هیدروکلریک اسید با $pH = 0$ را در ظرف ساخته‌شده از کدام عنصر زیر می‌توان نگه‌داری کرد؟**

۱) آلومینیم ۲) نقره ۳) آهن ۴) روی

پاسخ **گزینهٔ «۲»** برای نگه‌داری محلول‌های اسیدی، باید از ظرفی استفاده کنیم که با محلول موردنظر واکنش ندهد. از میان عناصر داده‌شده، فقط E° نقره بزرگ‌تر از صفر است و با یون‌های هیدروژن موجود در محلول اسیدی واکنش نمی‌دهد.

تست **اگر فلز A در سری الکتروشیمیایی بالاتر از فلز B باشد، .....**

۱) اتم‌های فلز A واکنش‌پذیری بیشتری نسبت به اتم‌های عنصر B دارند.

۲) در سلول گالوانی تشکیل‌شده از الکترودهای A و B ، الکترود B در نقش آند ظاهر می‌شود.

۳) قدرت کاهندگی اتم‌های عنصر A بیشتر از قدرت کاهندگی اتم‌های عنصر B است.

۴) مقدار پتانسیل الکترودی کاهشی برای عنصر A ، کم‌تر از مقدار پتانسیل الکترودی کاهشی برای B است.

پاسخ **گزینهٔ «۲»** از آن‌جا که فلز A در سری الکتروشیمیایی بالاتر از B است، پس مقدار E° برای این عنصر بیشتر (مثبت‌تر) از مقدار E° برای فلز B است. با توجه به E° این عناصر، در سلول گالوانی تشکیل‌شده از آن‌ها الکترود B نقش آند را خواهد داشت.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) چون E° فلز B کوچک‌تر از فلز A است، تمایل اتم‌های این عنصر برای از دست دادن الکترون بیشتر از اتم‌های A بوده و این عنصر واکنش‌پذیری بیشتری نسبت به عنصر A دارد.

۳) همان‌طور که گفتیم، در سری الکتروشیمیایی با حرکت از پایین به بالا، قدرت کاهندگی گونهٔ کاهندهٔ شرکت‌کننده در نیم‌واکنش کاهش کم‌تر می‌شود.

۴) چون عنصر A در سری الکتروشیمیایی بالاتر از B قرار دارد، پس مقدار E° آن بیشتر از مقدار E° برای B خواهد بود.

نیروی الکتروموتوری

نیروی الکتروموتوری (emf) در یک سلول گالوانی، **حداکثر اختلاف پتانسیلی** است که یک سلول می‌تواند به وجود بیاورد. مقدار این اختلاف پتانسیل را با سلول E° نشان می‌دهند. برای پیداکردن مقدار emf یک سلول گالوانی، از روش‌های زیر می‌توان کمک گرفت:

۱) نیم‌سلول‌های سازندهٔ سلول را به یکدیگر متصل کرده و مقدار emf را به کمک ولت‌سنج اندازه‌گیری می‌کنیم.

۲) ابتدا آند و کاتد سلول گالوانی موردنظر را پیدا کرده و پس از آن E° آند (الکترودی که E° کوچک‌تری دارد) را از E° کاتد (الکترودی که E° بزرگ‌تری دارد) کم می‌کنیم.

$$emf = E^\circ_{\text{سلول}} = E^\circ_{(\text{کاتد})} - E^\circ_{(\text{آند})} = E^\circ_{(\text{بزرگ‌تر})} - E^\circ_{(\text{کوچک‌تر})}$$

چندنکته

◄ مقدار emf برای سلول‌های گالوانی همواره مقداری مثبت است. چنان‌چه ولت‌سنج مقدار E° یک سلول را با عددی منفی نشان داد و یا این‌که پس از محاسبهٔ emf سلول، یک عدد منفی به دست آوردید، فقط به این معناست که موقعیت آند و کاتد سلول را به اشتباه تشخیص داده و قطب‌های ناهم‌نام سلول گالوانی و ولت‌سنج را به یکدیگر وصل کرده‌اید.

◄ برای افزایش مقدار emf یک سلول گالوانی، باید از الکترودهایی استفاده کنیم که مقدار E° آن‌ها بیشترین مقدار تفاوت ممکن را با یکدیگر داشته باشد. در واقع هر چه‌قدر که E° کاتد سازندهٔ یک سلول گالوانی بیشتر و E° آند سازندهٔ آن کم‌تر باشد، مقدار emf آن سلول بیشتر می‌شود.

تست مقدار emf سلولی که واکنش: $3Mg(s) + 2Au^{3+}(aq) \rightarrow 3Mg^{2+}(aq) + 2Au(s)$ در آن انجام می‌شود، برابر چند ولت است؟

$E^\circ(Mg^{2+} / Mg) = -2/37\ V\ ,\ E^\circ(Au^{3+} / Au) = +1/50\ V$

۱) ۰/۲۴ ۲) ۳/۸۷ ۳) ۴/۱۱ ۴) ۰/۸۷

پاسخ **گزینهٔ «۲»** از آن‌جا که E° نیم‌سلول منیزیم کوچک‌تر از E° نیم‌سلول طلا است، پس الکترود منیزیم آند و الکترود طلا کاتد است.

$emf = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = +1/5 - (-2/37) = +3/87\ V$

بررسی انجام پذیری واکنش‌های اکسایش ـ کاهش

یکی از کاربردهای سری الکتروشیمیایی، بررسی انجام‌پذیر بودن یا نبودن واکنش‌های مختلف است. برای مثال، به یاد دارید که با واردکردن یک تیغه از جنس آلومینیم به محلولی از مس (II) سولفات، اتم‌های آلومینیم شروع به اکسیدشدن کرده و طی یک واکنش گرماده با محلول موردنظر واکنش می‌دهند. با انجام‌شدن این واکنش، اتم‌های آلومینیم به شکل یون‌های $Al^{3+}(aq)$ وارد محلول شده و دمای محلول نیز افزایش پیدا می‌کند. این در حالی است که با واردکردن یک تیغه از جنس طلا (Au) به محلولی از مس (II) سولفات، هیچ واکنشی انجام نشده و دمای محلول نیز تغییری نمی‌کند. براساس نتایج این دو آزمایش، واکنش‌های موردنظر به صورت زیر خواهند بود:

$2Al(s) + 3Cu^{2+}(aq) \rightarrow 2Al^{3+}(aq) + 3Cu(s) + Q$ $\qquad$ $Au(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow$ واکنش نمی‌دهد

علاوه بر آزمایش تجربی، به کمک E° گونه‌های شرکت‌کننده در واکنش نیز می‌توان انجام‌پذیر بودن یا نبودن یک واکنش را پیش‌بینی کرد. برای این منظور، کافی است گونه‌های اکسنده (کاهش‌یافته) و کاهنده (اکسایش‌یافته) را در واکنش موردنظر مشخص کنیم و پس از آن، مقدار E° واکنش را براساس رابطهٔ مقابل محاسبه کنیم: $E^\circ_{\text{واکنش}} = E^\circ(\text{گونهٔ اکسنده}) - E^\circ(\text{گونهٔ کاهنده}) = E^\circ(\text{گونهٔ کاهش‌یافته}) - E^\circ(\text{گونهٔ اکسایش‌یافته})$

اگر مقدار E° واکنش عددی **مثبت** شد، آن واکنش **انجام‌پذیر** بوده و در شرایط طبیعی انجام می‌شود، در حالی که اگر E° واکنش عددی **منفی** شد، آن واکنش **انجام‌پذیر نیست**.

چندنکته

- با معکوس‌کردن یک واکنش، مقدار E° آن قرینه می‌شود. به عنوان مثال، اگر E° واکنش $A + B \rightarrow C + D$ برابر V ولت باشد، E° واکنش $D + C \rightarrow A + B$ برابر $-V$ ولت می‌شود. بر این اساس، اگر واکنش رفت یک معادله انجام‌پذیر باشد، واکنش برگشت آن معادله انجام‌ناپذیر خواهد بود.
- در سری الکتروشیمیایی، گونهٔ اکسندهٔ بالاتر می‌تواند با گونهٔ کاهندهٔ پایین‌تر از خود واکنش بدهد، در حالی که گونهٔ اکسندهٔ پایین‌تر نمی‌تواند با گونهٔ کاهندهٔ بالاتر از خود واکنش بدهد. به عنوان مثال، نیم‌واکنش کاهش Cu در سری الکتروشیمیایی بالاتر از نیم‌واکنش کاهش Al است؛ پس یون‌های Cu^{2+} به عنوان گونهٔ اکسنده می‌توانند با اتم‌های Al به عنوان گونهٔ کاهنده وارد واکنش شده و آن‌ها را اکسید کنند.

تست مقدار E° واکنش: $2Fe^{3+}(aq) + Fe(s) \rightarrow 3Fe^{2+}(aq)$ برابر ..... ولت بوده و این واکنش در شرایط استاندارد به صورت طبیعی .....

$E^\circ(Fe^{3+} / Fe^{2+}) = +0/77\ V\ ,\ E^\circ(Fe^{2+} / Fe) = -0/44\ V$

۱) ۱/۲۱+، انجام نمی‌شود ۲) ۱/۲۱−، انجام نمی‌شود ۳) ۱/۲۱−، انجام می‌شود ۴) ۱/۲۱+، انجام می‌شود

پاسخ **گزینهٔ «۴»** گونه‌های کاهش‌یافته (اکسنده) و اکسایش‌یافته (کاهنده) در این واکنش، به ترتیب $Fe^{3+}(aq)$ و $Fe(s)$ هستند.

$E^\circ_{\text{واکنش}} = E^\circ(\text{گونهٔ کاهش‌یافته}) - E^\circ(\text{گونهٔ اکسایش‌یافته}) = +0/77 - (-0/44) = +1/21\ V$

از آن‌جا که مقدار E° مثبت است، واکنش موردنظر در شرایط استاندارد به صورت طبیعی انجام می‌شود.

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

سلول گالوانی

۳۲۶- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) هر سلول گالوانی، از اتصال دو نیم‌سلول مجزا که توسط یک سیم رابط به یکدیگر متصل شده‌اند تشکیل می‌شود.

ب) در سلول گالوانی روی ـ مس، نیم‌واکنش $Cu(s) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + 2e^-$ در نیم‌سلول مس انجام می‌شود.

پ) فراورده‌های تولیدشده در سلول‌های گالوانی، پایداری بیشتری نسبت به واکنش‌دهنده‌های مصرف‌شده در آن‌ها دارند.

ت) توسط سلول گالوانی، بخشی از انرژی آزادشده در واکنش‌های اکسایش ـ کاهش به شکل انرژی الکتریکی در دسترس تبدیل می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۲۷- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با سلول گالوانی روی ـ مس درست است؟

۱) با کارکردن این سلول گالوانی، به تدریج غلظت یون‌های $Zn^{2+}(aq)$ در محلول موجود در نیم‌سلول روی کاهش پیدا می‌کند.

۲) واکنش انجام‌شده در این سلول مشابه همان واکنشی است که با واردکردن یک تیغهٔ مسی به محلول روی سولفات انجام می‌شود.

۳) در این سلول گالوانی، الکترون‌های جداشده از گونهٔ کاهنده، از طریق مدار بیرونی به سمت گونهٔ اکسنده حرکت می‌کند.

۴) در این سلول گالوانی، با گذشت زمان از جرم تیغه‌ای که فلز سازندهٔ آن قدرت کاهندگی کم‌تری دارد، کاسته می‌شود.

۳۲۸- با واردکردن تیغه‌ای از جنس فلز روی در محلول آلومینیم سولفات، دمای محلول هیچ تغییری نکرده و واکنشی اتفاق نمی‌افتد. در این شرایط، کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با سلول گالوانی آلومینیم ـ روی درست است؟

۱) در واکنش انجام‌شده در این سلول، اتم‌های روی به عنوان گونهٔ اکسنده و اتم‌های آلومینیم به عنوان گونهٔ کاهنده شرکت می‌کنند.

۲) در سطح تیغهٔ آلومینیم، نیم‌واکنش اکسایش انجام شده و با گذشت زمان از جرم این تیغهٔ فلزی کاسته می‌شود.

۳) در مدار خارجی این سلول گالوانی، الکترون‌ها از سمت تیغهٔ روی به سمت تیغهٔ آلومینیم جریان پیدا می‌کنند.

۴) در این سلول، تعداد کاتیون‌های تولیدشده در نیم‌سلول آلومینیم با تعداد کاتیون‌های مصرف‌شده در نیم‌سلول روی برابر است.

۳۲۹- در سلول گالوانی آلومینیم ـ نقره، حجم محلول موجود در نیم‌سلول نقره ۱/۵ برابر حجم محلول موجود در نیم‌سلول آلومینیم است. در صورتی که قدرت کاهندگی اتم‌های آلومینیم، بیشتر از قدرت کاهندگی اتم‌های نقره باشد، در لحظه‌ای که غلظت مولی یون‌های نقره در نیم‌سلول نقره به اندازهٔ ۰/۳ مول بر لیتر نسبت به ابتدای کار ..... پیدا کرده است، غلظت مولی یون‌های آلومینیم، در نیم‌سلول آلومینیم به اندازهٔ ..... مول بر لیتر ..... پیدا کرده است.

۱) افزایش ـ ۰/۶ ـ کاهش ۲) کاهش ـ ۰/۶ ـ افزایش ۳) افزایش ـ ۰/۱۵ ـ کاهش ۴) کاهش ـ ۰/۱۵ ـ افزایش

اجزای سازندهٔ سلول‌های گالوانی

۳۳۰- چه تعداد از عبارت‌های زیر درست هستند؟

آ) دیوارهٔ متخلخل موجود در سلول گالوانی، از مخلوط‌شدن سریع و مستقیم دو محلول الکترولیت جلوگیری می‌کند.

ب) در سلول‌های گالوانی، الکترودی که از گونهٔ کاهنده ساخته شده است را کاتد سلول موردنظر می‌نامند.

پ) در سلول‌های گالوانی، جهت حرکت الکترون‌ها در مدار خارجی، مخالف جهت حرکت کاتیون‌ها در دیوارهٔ متخلخل است.

ت) در سمت آند سلول گالوانی روی ـ مس، اندازهٔ اتم‌های مس طی فرایند اکسایش، کاهش پیدا می‌کند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

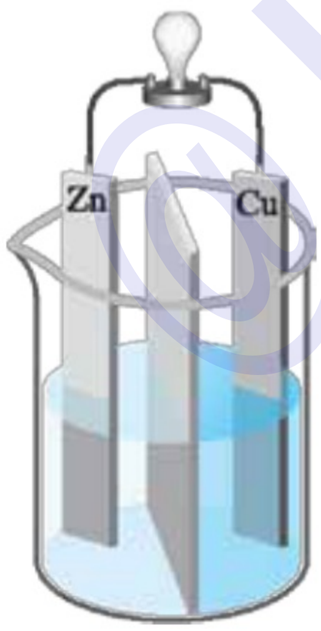
۳۳۱- کدام‌یک از مطالب زیر، در رابطه با سلول گالوانی روی ـ مس نادرست است؟ $(Zn = ۶۵ , Cu = ۶۴ : g.mol^{-1})$

۱) با گذشت زمان، از جرم تیغهٔ روی کاسته می‌شود و جرم تیغهٔ مسی افزایش پیدا می‌کند.

۲) در قطب منفی این سلول گالوانی، اتم‌های روی اکسایش پیدا می‌کنند و یون Zn^{2+} تولید می‌شود.

۳) در این سلول گالوانی، میزان تغییر جرم تیغهٔ موجود در کاتد، کم‌تر از میزان تغییر جرم تیغهٔ موجود در آند است.

۴) کاتیون‌های موجود در محلول کاتدی این سلول، از طریق دیوارهٔ متخلخل به سمت محلول آندی حرکت می‌کنند.



۳۳۲- اگر دیوارهٔ متخلخل موجود در سلول مقابل فقط به آنیون‌ها اجازهٔ عبور بدهد، .....

۱) رسانایی الکتریکی محلول موجود در قطب مثبت این سلول با گذشتن زمان تغییری نمی‌کند.

۲) آنیون‌های موجود در نیم‌سلول روی، به مرور زمان به سمت نیم‌سلول مس حرکت می‌کنند.

۳) به مرور زمان، رسانایی الکتریکی محلول موجود در سمت آند سلول افزایش پیدا می‌کند.

۴) جهت حرکت الکترون‌ها در مدار خارجی این سلول، هم‌جهت با حرکت آنیون‌ها در طول دیوارهٔ متخلخل است.

۳۳۳- اگر قدرت کاهندگی اتم‌های نیکل کم‌تر از آلومینیم باشد، در سلول گالوانی حاصل از اتصال نیم‌سلول‌های نیکل و آلومینیم به یکدیگر، .....

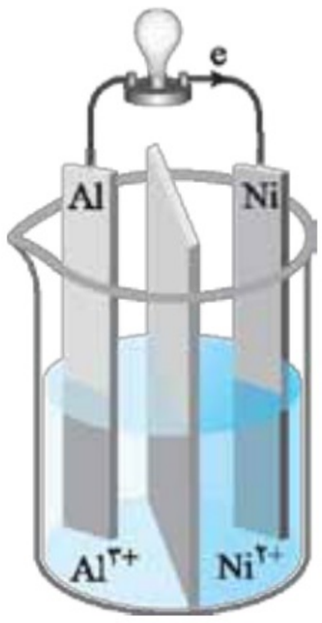
۱) به مرور زمان از جرم تیغهٔ ساخته‌شده از نیکل کاسته شده و به جرم تیغهٔ آلومینیمی افزوده می‌شود.

۲) تیغهٔ ساخته‌شده از نیکل، قطب مثبت این سلول گالوانی و تیغهٔ آلومینیم قطب منفی آن را تشکیل می‌دهد.

۳) کاتیون‌های موجود در نیم‌سلول نیکل، به مرور زمان از خلال دیوارهٔ متخلخل به سمت نیم‌سلول دیگر حرکت می‌کنند.

۴) تیغهٔ آلومینیمی، الکترود کاتدی و تیغهٔ ساخته‌شده از نیکل، الکترود آندی این سلول گالوانی را تشکیل می‌دهند.

Konkor



۳۳۴- با توجه به سلول گالوانی مقابل، چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟

آ) شمار کاتیون‌های مصرف‌شده در کاتد این سلول، ۱/۵ برابر شمار کاتیون‌های تولیدشده در آند آن است.

ب) با قطع‌کردن سیم رابط میان دو نیم‌سلول، واکنش‌های الکتروشیمیایی در این سلول گالوانی متوقف می‌شود.

پ) در این سلول الکتروشیمیایی، کاتیون‌ها به مرور زمان از سمت نیم‌سلول آلومینیم وارد نیم‌سلول نیکل می‌شود.

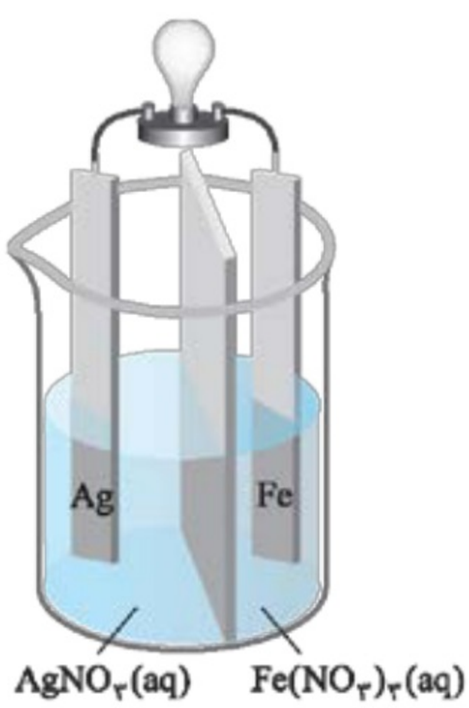
ت) یون‌های نیکل، نسبت به یون‌های آلومینیم، تمایل بیشتری به الکترون داشته و اکسندهٔ قوی‌تری به شمار می‌روند.

۱) ۱

۲) ۲

۳) ۳

۴) ۴



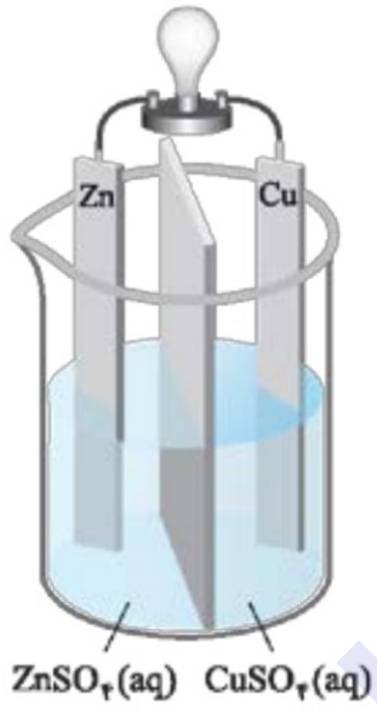
۳۳۵- اگر قدرت کاهندگی آهن بیشتر از نقره باشد، کدام‌یک از مطالب زیر، در رابطه با سلول گالوانی مقابل درست است؟ $(Ag = ۱۰۸, Fe = ۵۶ : g.mol^{-1})$

۱) با اضافه‌کردن مقدار اندکی نقره کلرید به محلول آندی، واکنش کلی سلول در سطح تیغهٔ آندی انجام می‌شود.

۲) اگر میلهٔ آهنی به طور مستقیم وارد محلول کاتدی شود، غلظت یون Ag^+ در این محلول افزایش می‌یابد.

۳) میزان تغییر جرم تیغهٔ آندی به کار رفته در این سلول، بیشتر از میزان تغییر جرم تیغهٔ کاتدی آن است.

۴) اگر حجم محلول کاتدی، ۳ برابر محلول آندی باشد، سرعت متوسط مصرف Ag^+ برحسب مول بر لیتر بر دقیقه با سرعت متوسط تولید یون آهن (III) برابر می‌شود.



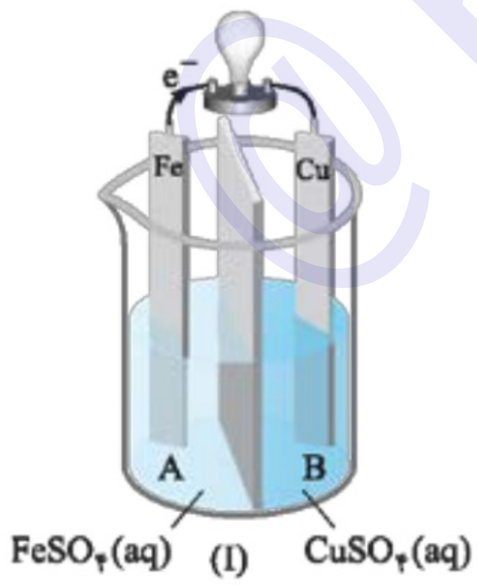
۳۳۶- در سلول گالوانی مقابل، جرم تیغهٔ به کار رفته در آند به اندازهٔ ۱۲/۹ گرم بیشتر از جرم تیغهٔ به کار رفته در کاتد است. اگر پس از گذشتن ۱۲۰ ثانیه از ابتدای واکنش، تفاوت جرم تیغه‌های به کار رفته در آند و کاتد این سلول به ۲۵/۸ برسد، سرعت متوسط واکنش انجام‌شده در این سلول برابر چند مول بر دقیقه است؟ $(Zn = ۶۵, Cu = ۶۴ : g.mol^{-1})$

۱) ۰/۳

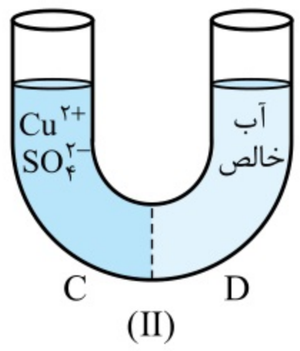
۲) ۰/۱۵

۳) ۰/۵

۴) ۰/۱



۳۳۷- اگر دیوارهٔ متخلخل به کار رفته در ظرف (I) فقط به آنیون‌ها و دیوارهٔ نیمه‌تراوای به کار رفته در ظرف (II) نیز به آنیون‌ها و مولکول‌های آب اجازهٔ عبور بدهد، .....



۱) شدت رنگ الکترولیت به کار رفته در قسمت B، برخلاف قسمت C، به مرور زمان کم‌تر می‌شود.

۲) رسانایی الکترولیت به کار رفته در قسمت B، همانند محلول موجود در قسمت C، به مرور زمان کاهش می‌یابد.

۳) فرایند انجام‌شده در ظرف (II)، برخلاف فرایند انجام‌شده در ظرف (I)، بدون نیاز به منبع انرژی بیرونی انجام می‌شود.

۴) غلظت کاتیون‌ها در الکترولیت موجود در قسمت A، همانند محلول موجود در قسمت C، در طول زمان افزایش پیدا می‌کند.

پتانسیل‌های الکترودی استاندارد

۳۳۸- چه تعداد از مطالب زیر درست است؟

آ) اندازه‌گیری پتانسیل یک نیم‌سلول به طور جداگانه ممکن نیست و باید این کمیت به طور نسبی اندازه‌گیری شود.

ب) در جدول پتانسیل کاهشی استاندارد عناصر، فلزهایی که E° کوچک‌تری دارند، در موقعیت بالاتری قرار می‌گیرند.

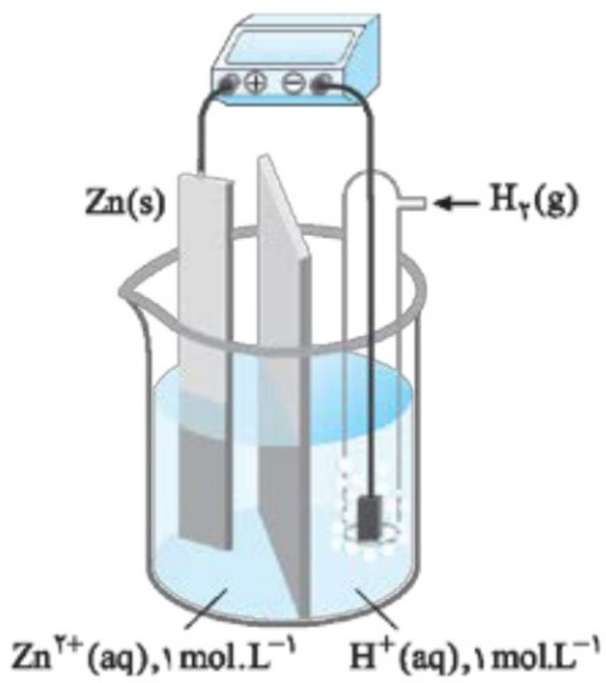
پ) در جدول پتانسیل‌های کاهشی استاندارد، نیم‌واکنش‌ها به صورت (گونهٔ اکسنده $\rightarrow$ گونهٔ کاهنده $+ne^-$) نوشته می‌شوند.

ت) با قراردادن یک قطعه کاغذ pH در الکترولیت به کار رفته در نیم‌سلول استاندارد هیدروژن، رنگ کاغذ موردنظر قرمز می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۳۹- با توجه به شکل روبه‌رو و E° الکترودها، کدام عبارت درست است؟ *(سراسری تجربی ۹۴)*

$$E^\circ[Zn^{2+}(aq)/Zn(s)] = -0/76\ V\ ;\ E^\circ[Pt^{2+}(aq)/Pt(s)] = +1/2\ V$$



۱) در این سلول، غلظت Zn^{2+} افزایش یافته و کاتیون‌ها از دیوارهٔ مختلخل به سوی الکترود روی حرکت می‌کنند.

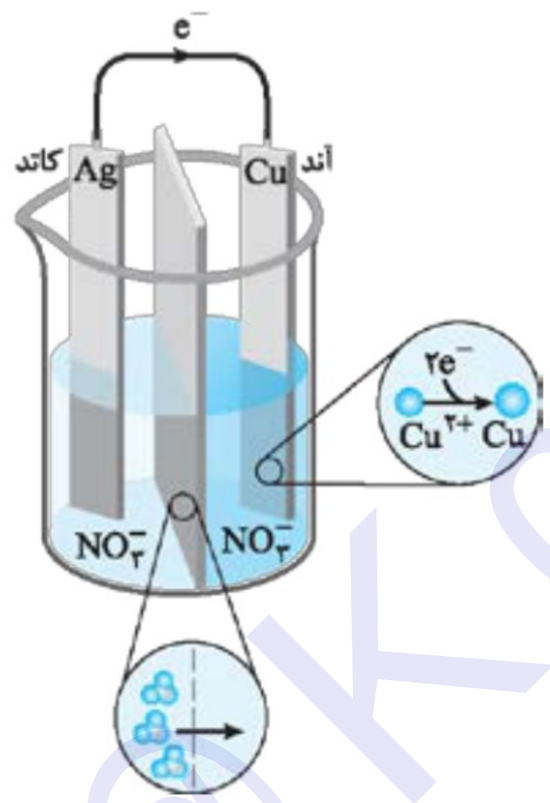
۲) ضمن انجام واکنش در این سلول، جرم تیغهٔ فلزی در کاتد، برخلاف جرم تیغهٔ فلزی در آند، ثابت می‌ماند.

۳) واکنش کلی انجام‌شده در این سلول به صورت $Zn(s) + Pt^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Pt(s)$ است.

۴) الکترود روی، در نقش آند است و قطب مثبت این سلول گالوانی را تشکیل می‌دهد.

۳۴۰- چند مورد از اطلاعات زیر، در سلول الکتروشیمیایی مقابل به صورت نادرست نشان داده شده است؟

$$(E^\circ[Cu^{2+}(aq)/Cu(s)] = +0/34\ V\ ,\ E^\circ[Ag^+(aq)/Ag(s)] = +0/8\ V)$$



- جهت حرکت الکترون‌ها در مدار خارجی
- نام قطب‌های سلول
- جهت حرکت آنیون‌ها در دیوارهٔ متخلخل
- اندازهٔ نسبی یون مس (II) نسبت به اتم مس
- نیم‌واکنش انجام‌شده بر روی تیغهٔ مس

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

۳۴۱- اگر قدرت اکسندگی یون Zn^{2+} بیشتر از یون Mg^{2+} باشد، در جدول پتانسیل کاهشی استاندارد، موقعیت روی ..... از موقعیت منیزیم قرار دارد و محلول منیزیم کلرید را ..... در ظروف ساخته‌شده از جنس روی نگه‌داری کرد و در سلول گالوانی منیزیم ـ روی الکترود ..... قطب منفی سلول را تشکیل می‌دهد.

۱) پایین‌تر ـ می‌توان ـ روی ۲) بالاتر ـ می‌توان ـ منیزیم ۳) بالاتر ـ نمی‌توان ـ منیزیم ۴) پایین‌تر ـ نمی‌توان ـ روی

۳۴۲- کدام گزینه با توجه به E° الکترودهای زیر، نادرست است؟ *(سراسری تجربی خارج از کشور ۹۳)*

$$(I)\ E^\circ[M^{2+}(aq)/M(s)] = -0/86\ V \qquad (II)\ E^\circ[A^{2+}(aq)/A(s)] = 0/34\ V \qquad (III)\ E^\circ[D^{2+}(aq)/D(s)] = -0/25\ V$$

۱) فلز M نسبت به دو فلز دیگر کاهنده‌تر است.

۲) کاتیون A^{2+} از دو کاتیون دیگر اکسنده‌تر است.

۳) در سلول گالوانی تشکیل‌شده از الکترودهای (II) و (III)، الکترود (II) نقش کاتد را دارد.

۴) فلز A با محلول حاوی یون‌های M^{2+} طی معادلهٔ $A(s) + M^{2+}(aq) \rightarrow A^{2+}(aq) + M(s)$ واکنش داده و انرژی آزاد می‌شود.

نیم‌واکنش کاهش
$Au^{3+}(aq) + 3e^- \rightarrow Au(s)$
$Ag^{+}(aq) + e^- \rightarrow Ag(s)$
$Fe^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Fe(s)$
$Al^{3+}(aq) + 3e^- \rightarrow Al(s)$

۳۴۳- با توجه به تصویر مقابل که بخشی از جدول پتانسیل کاهشی استاندارد را نشان می‌دهد، .....

۱) در بین گونه‌های شیمیایی موجود در این جدول، یون Al^{3+} اکسنده‌ترین گونه است.

۲) در سلول گالوانی تشکیل‌شده از نیم‌سلول‌های آهن و نقره، الکترود آهنی قطب مثبت است.

۳) از ظروف ساخته‌شده از آهن، می‌توان برای نگه‌داری محلول آلومینیم کلرید استفاده کرد.

۴) طی واکنش اجسام نقره‌ای با محلول هیدروکلریک اسید ۱ مولار، گاز H_2 تولید می‌شود.

۳۴۴- چه تعداد از عبارت‌های زیر در رابطه با الکترود استاندارد هیدروژن درست است؟ $(E^\circ(Mg^{2+}/Mg) = -2/38\ V)$

آ) نیم‌واکنش کاهش در این الکترود، به صورت $2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow H_2(g)$ است.

ب) مقدار E° برای الکترود فلزی به کار رفته در این نیم‌سلول، بزرگ‌تر از صفر است.

پ) از محلول ۱ مولار هیدروفلوئوریک اسید می‌توان به عنوان محلول اسیدی موجود در این نیم‌سلول استفاده کرد.

ت) در سلول گالوانی حاصل از اتصال این الکترود به نیم‌سلول منیزیم، تیغهٔ منیزیم قطب مثبت را می‌سازد.

ث) از این نیم‌سلول، به عنوان مبنایی برای مقایسهٔ کشش الکترونی سایر نیم‌سلول‌ها استفاده می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۴۵- اگر انجام‌شدن واکنش $2Fe(s) + 3M^{2+}(aq) \rightarrow 2Fe^{3+}(aq) + 3M(s)$ همراه با آزادشدن انرژی باشد، کدام مطلب نادرست است؟

۱) در جدول پتانسیل کاهشی استاندارد، فلز آهن بالاتر از عنصر M قرار دارد.

۲) قدرت کاهندگی عنصر M کم‌تر از آهن است و این عنصر می‌تواند معادل با مس باشد.

۳) در سلول گالوانی استاندارد حاصل از الکترودهای M و آهن، تیغهٔ آهن نقش آند دارد.

۴) محلول نمک‌های آهن مثل محلول آهن (III) کلرید را می‌توان در ظروف ساخته‌شده از عنصر M نگه‌داری کرد.

۳۴۶- چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟

آ) در سلول گالوانی روی ـ مس، الکترون‌ها به کمک دیوارهٔ متخلخل از نیم‌سلول مس به سمت نیم‌سلول روی حرکت می‌کنند.

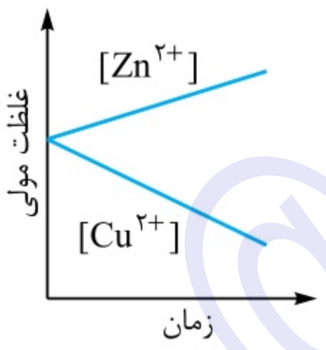
ب) اگر نیم‌سلول SHE در موقعیت آند یک سلول گالوانی باشد، غلظت یون OH^- در الکترولیت آن به تدریج افزایش می‌یابد.

پ) اگر $E^\circ(Ni^{2+}/Ni)$ برابر $-0/25\ V$ باشد، نتیجه می‌گیریم که اتم‌های نیکل کاهنده‌تر از مولکول‌های H_2 هستند.

ت) در نیم‌واکنش‌های موجود در سری الکتروشیمیایی، الکترون‌ها در سمت چپ و گونه‌های کاهش‌یافته در سمت راست قرار دارند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۴۷- در سلول گالوانی روی ـ مس، ..... (حجم الکترولیت موجود در هر نیم‌سلول برابر با ۱ لیتر بوده و $Zn = 65, Cu = 64 : g.mol^{-1}$)



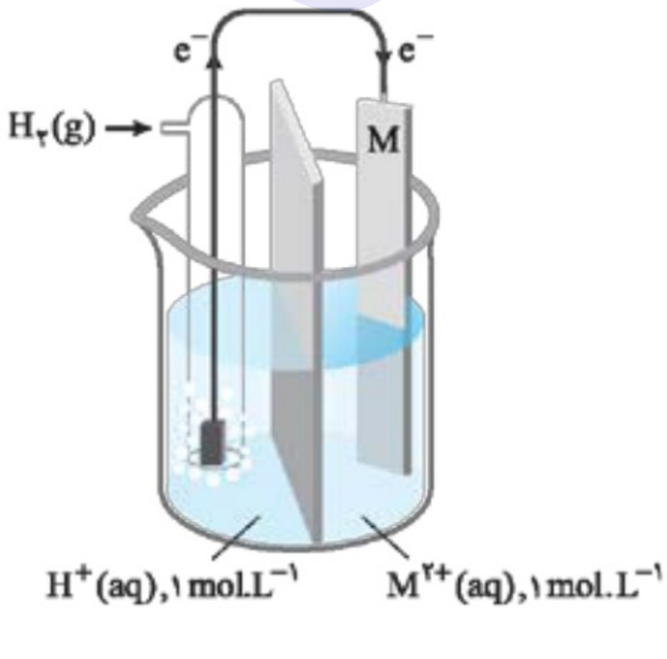
۱) در صورت استفاده از دیوارهٔ غیرمتخلخل، غلظت آنیون‌های موجود در محلول کاتدی به مرور افزایش می‌یابد.

۲) روند تغییر غلظت مولی کاتیون‌های موجود در الکترولیت‌ها در طول زمان، مطابق با نمودار مقابل است.

۳) با گذشت زمان، مجموع جرم تیغه‌های فلزی به کار رفته در آند و کاتد به تدریج کاهش پیدا می‌کند.

۴) برخلاف سلول روی ـ نقره، الکترون‌های موجود در مدار خارجی به سمت قطب منفی حرکت می‌کنند.

۳۴۸- با توجه به سلول گالوانی مقابل، چند مورد از مطالب زیر درست است؟



آ) در جدول پتانسیل کاهشی استاندارد، فلز M پایین‌تر از هیدروژن قرار می‌گیرد.

ب) به مرور زمان، کاتیون‌های M^{2+} به سمت نیم‌سلول SHE حرکت می‌کنند.

پ) نیم‌سلول SHE در این سلول الکتروشیمیایی، قطب منفی را تشکیل می‌دهد.

ت) آنیون‌های موجود در نیم‌سلول M، از طریق دیوارهٔ متخلخل به سمت محلول موجود در SHE حرکت می‌کنند.

۱) ۱

۲) ۲

۳) ۳

۴) ۴

۳۴۹- چه تعداد از عبارت‌های زیر درست هستند؟

آ) دیوارهٔ متخلخل موجود در سلول‌های گالوانی باعث می‌شود محلول موجود در هر نیم‌سلول از نظر بار الکتریکی خنثی بماند.

ب) هر چه‌قدر که E° یک نیم‌واکنش منفی‌تر باشد، تمایل گونهٔ اکسندهٔ موجود در آن نیم‌واکنش به گرفتن الکترون کم‌تر است.

پ) در هنگام کارکرد سلول گالوانی هیدروژن ـ مس، به ازای اکسایش هر اتم مس، یک مولکول هیدروژن تولید می‌شود.

ت) از آن‌جا که E° نقره بزرگ‌تر از صفر است، از ظروف نقره‌ای می‌توان برای نگه‌داری محلول یک مولار $HCl(aq)$ استفاده کرد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۵۰- اگر در سلول گالوانی تشکیل‌شده از الکترودهای فلزی A و B، الکترود A در نقش آند باشد و در سلول گالوانی تشکیل‌شده از الکترودهای فلزی B و C نیز الکترود C در نقش کاتد باشد، کدام گزینه همواره درست است؟

۱) ترتیب قدرت اکسندگی کاتیون‌های حاصل از این سه فلز به صورت: $A^{2+} > C^{2+} > B^{2+}$ است.

۲) واکنش $A(s) + C^{2+}(aq) \rightarrow A^{2+}(aq) + C(s)$، در شرایط استاندارد با آزادشدن انرژی همراه است.

۳) ترتیب قدرت کاهندگی اتم‌های این عناصر فلزی به صورت $C > A > B$ است.

۴) اگر $E^\circ(B^{2+} / B) = -0/2\ V$ باشد، در سلول گالوانی تشکیل‌شده از الکترودهای مس و فلز A، الکترود A نقش کاتد را دارد.

۳۵۱- اگر در سلول گالوانی حاصل از اتصال نیم‌سلول آلومینیم به الکترود استاندارد هیدروژن، جرم تیغهٔ آند به اندازهٔ ۱۰/۸ گرم کاهش پیدا کند، حجم گاز هیدروژن تولیدشده در این فرایند در شرایط استاندارد برابر چند لیتر است و در طول این واکنش، چند عدد الکترون در مدار خارجی جریان پیدا می‌کند؟ $(Pt = 195 , Al = 27 : g.mol^{-1})$

۱) $2/408\times10^{23}$ ـ ۱۳/۴۴ ۲) $2/408\times10^{23}$ ـ ۲۶/۸۸

۳) $7/224\times10^{23}$ ـ ۱۳/۴۴ ۴) $7/224\times10^{23}$ ـ ۲۶/۸۸

۳۵۲- اگر در واکنش $Zn(s) + 2AgNO_3(aq) \rightarrow Zn(NO_3)_2(aq) + 2Ag(s)$، که با واردکردن تیغهٔ فلز روی در ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۲ مولار نقره نیترات انجام گرفته و کامل شده است، ۲/۴۱۶ گرم بر جرم تیغهٔ روی افزوده شده باشد، بازده درصدی واکنش (براساس جرم ذرات نقرهٔ جانشین‌شده بر سطح تیغهٔ روی) کدام است؟ (حجم محلول ثابت فرض شود و $Ag = 108 , Zn = 65 : g.mol^{-1}$) *(سراسری ریاضی خارج از کشور ۹۵)*

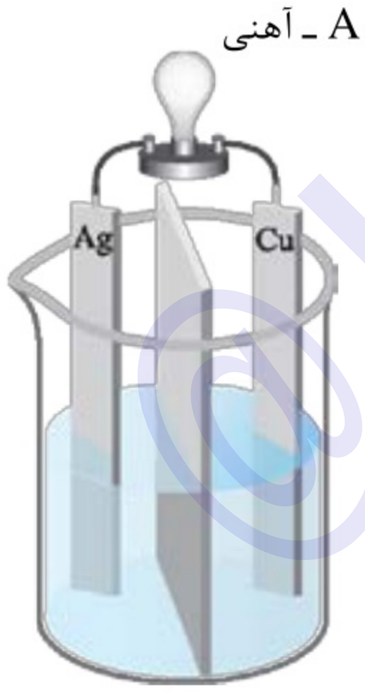
۱) ۶۰ ۲) ۶۵ ۳) ۸۰ ۴) ۸۵

۳۵۳- اگر فلز مس بتواند اتم‌های عنصر فلزی A را از محلول محتوی یون‌های این عنصر خارج کند، اما بر محلول نمک‌های حاصل از عنصر فلزی D بی‌اثر باشد، در سلول گالوانی تشکیل‌شده از عناصر A و D، الکترود ..... نقش کاتد را دارد و در مدار خارجی این سلول، الکترون‌ها به سمت الکترود ..... حرکت می‌کنند و در سلول گالوانی حاصل از عناصر A و آهن نیز الکترود ..... قطب مثبت سلول را تشکیل می‌دهد.

۱) A ـ A ـ A ۲) D ـ D ـ آهنی ۳) A ـ D ـ A ۴) D ـ A ـ آهنی

۳۵۴- در سلول گالوانی مقابل، جرم تیغه‌های به کار رفته در آند و کاتد با هم برابر است. پس از عبور $1/505\times10^{22}$ الکترون از مدار خارجی این سلول، تفاوت جرم تیغه‌ها به چند گرم می‌رسد؟ $(Ag = 108, Cu = 64 : g.mol^{-1})$

$E^\circ(Cu^{2+} / Cu) = +0/34\ V$, $E^\circ(Ag^+ / Ag) = +0/80\ V$



۱) ۸/۶

۲) ۳/۵

۳) ۷

۴) ۴/۳

۳۵۵- چند مورد از عبارت‌های زیر، در رابطه با سلول گالوانی منیزیم ـ نقره درست است؟

$(E^\circ(Mg^{2+} / Mg) = -2/38\ V , E^\circ(Ag^+ / Ag) = +0/80\ V , Ag = 108 , Mg = 24 : g.mol^{-1})$

آ) در طول زمان، تغییر جرم تیغهٔ کاتد موجود در این سلول، ۴/۵ برابر تغییر جرم آند موجود در آن است.

ب) الکترود نقره، در نقش کاتد است و قطب مثبت این سلول گالوانی را تشکیل می‌دهد.

پ) به ازای تولید هر مول کاتیون در سمت آند این سلول، یک مول الکترون در مدار بیرونی جریان پیدا می‌کند.

ت) در این سلول گالوانی، آنیون‌ها از طریق دیوارهٔ متخلخل به محلول موجود در نیم‌سلول نقره وارد می‌شوند.

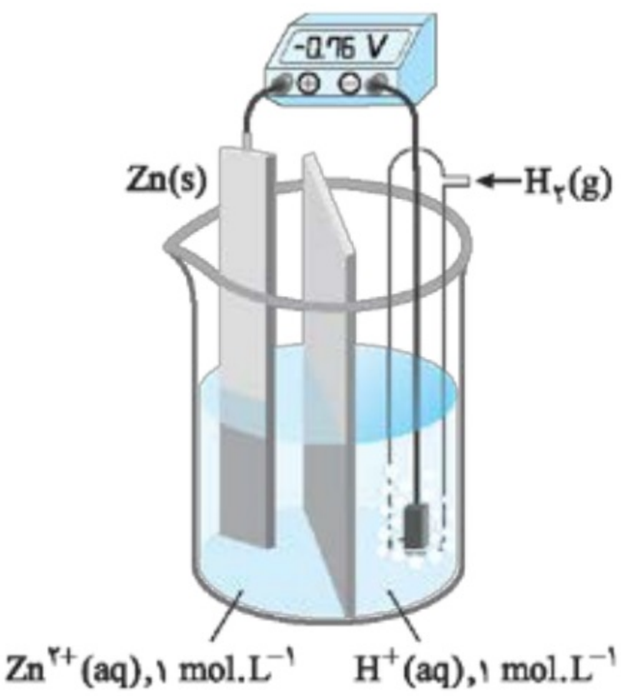
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۵۶- جرم الکترودهای فلزی به کار رفته در ساختار یک سلول گالوانی آلومینیم ـ نقره، با هم برابر است. اگر جرم کاتد به کار رفته در این سلول پس از مدتی به اندازهٔ ۶۰ درصد افزایش پیدا کند، جرم تیغهٔ آند چند درصد کاهش پیدا می‌کند؟ $(Al = ۲۷ , Ag = ۱۰۸ : g.mol^{-۱})$

$E^\circ(Al^{۳+} / Al) = -۱/۶۶\ V \quad , \quad E^\circ(Ag^{+} / Ag) = ۰/۸۰\ V$

۱) ۱۲ ۲) ۱۵ ۳) ۵ ۴) ۱۰

۳۵۷- با توجه به شکل روبه‌رو و کارکرد درست این سلول، چند مورد از مطالب زیر درست است؟ (حجم هر یک از محلول‌های کاتدی و آندی، یک لیتر است و $Zn = ۶۵\ g.mol^{-۱}$ **)** *(سراسری تجربی ۹۷)*



آ) گاز $H_۲$ کاهنده‌تر از فلز $Zn(s)$ است.

ب) علامت ΔH به هنگام کارکرد این سلول گالوانی منفی است.

پ) جهت حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی، از سوی الکترود Zn به سوی SHE است.

ت) با مصرف $۲۲/۴\ L$ گاز هیدروژن (در شرایط STP)، غلظت $Zn^{۲+}(aq)$، دو برابر می‌شود.

ث) پس‌از واکنش ۶/۵ گرم‌از $Zn(s)$ ، $[H^+]$ درالکترودهیدروژن، برابر $۱/۲\ mol.L^{-۱}$ خواهدشد.

۱) ۱

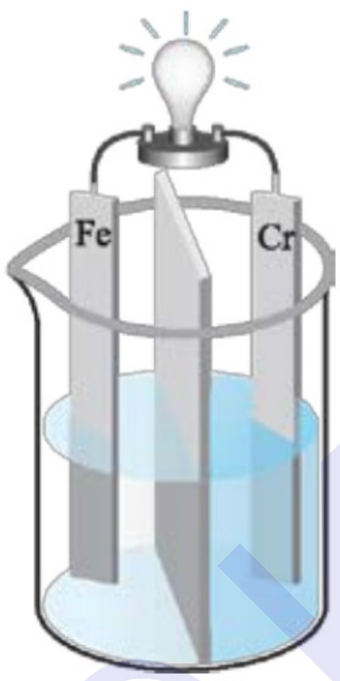
۲) ۲

۳) ۳

۴) ۴

۳۵۸- یک قطعه سیم مسی در $۲۰۰\ mL$ محلول ۰/۴ مولار نقره نیترات قرار داده شده است. اگر سرعت متوسط واکنش برابر $۰/۰۱۵\ mol.min^{-۱}$ باشد، چند ثانیه زمان لازم است تا غلظت مس (II) نیترات به ۰/۱ مول بر لیتر برسد و اگر $Ag(s)$ تنها بر روی قطعهٔ مس بنشیند، جرم این قطعه در این لحظه چند گرم تغییر می‌کند؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.) $(Ag = ۱۰۸ , Cu = ۶۴ : g.mol^{-۱})$ *(سراسری تجربی ۹۵)*

۱) ۸۰، ۳/۰۴ ۲) ۸۰، ۰/۸۸ ۳) ۴۰۰، ۳/۰۴ ۴) ۴۰۰، ۰/۸۸



۳۵۹- چنان‌چه در مدار بیرونی سلول الکتروشیمیایی مقابل، در مدت‌زمان ۵ دقیقه، ۳۶۱۲ کولن بار الکتریکی جریان پیدا کند، تغییر جرم ایجادشده در تیغهٔ کاتد این سلول در طول این بازهٔ زمانی، به اندازهٔ ..... گرم ..... از تیغهٔ آند است. $(Fe = ۵۶ , Cr = ۵۲ : g.mol^{-۱})$ **و بار هر الکترون برابر با $۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}$ کولن است.)** $E^\circ(Fe^{۲+} / Fe) = -۰/۴۴\ V , E^\circ(Cr^{۳+} / Cr) = -۰/۷۴\ V$

۱) ۰/۴ ـ کم‌تر

۲) ۴ ـ کم‌تر

۳) ۰/۴ ـ بیشتر

۴) ۴ ـ بیشتر

۳۶۰- یک سلول گالوانی از اتصال نیم‌سلول‌های استاندارد هیدروژن و آلومینیم به یکدیگر ساخته شده است. اگر حجم محلول موجود در هر نیم‌سلول برابر ۸۰۰ میلی‌لیتر باشد، تا لحظه‌ای که pH محلول موجود در نیم‌سلول هیدروژن به ۰/۱ می‌رسد، جرم تیغهٔ آلومینیمی به اندازهٔ ..... گرم ..... پیدا می‌کند. $(Al = ۲۷\ g.mol^{-۱})$ **و از تغییر حجم محلول‌ها صرف‌نظر کنید.)**

۱) ۱/۴۴ ـ افزایش ۲) ۰/۴۸ ـ افزایش ۳) ۱/۴۴ ـ کاهش ۴) ۰/۴۸ ـ کاهش

۳۶۱- چه تعداد از مطالب زیر در رابطه با سلول گالوانی آهن ـ نیکل درست است؟

$(E^\circ(^{۵۹}_{۲۸}Ni^{۲+} / ^{۵۹}_{۲۸}Ni) = -۰/۲۵\ V , E^\circ(^{۵۶}_{۲۶}Fe^{۲+} / ^{۵۶}_{۲۶}Fe) = -۰/۴۴\ V)$

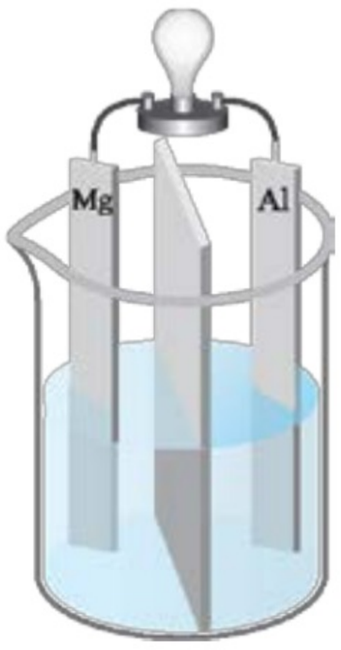
آ) فراوردهٔ حاصل از نیم‌واکنش کاهش انجام‌شده در این سلول، فراوان‌ترین عنصر موجود در سیارهٔ زمین است.

ب) در این سلول گالوانی، نیم‌واکنش اکسایش در سطح الکترودی انجام می‌شود که قدرت کاهندگی بیشتری دارد.

پ) آرایش الکترونی گونه‌های اکسنده و کاهندهٔ شرکت‌کننده در واکنش کلی این سلول گالوانی، مشابه هم است.

ت) با گذشت زمان، غلظت یون‌های آهن (II) در محلول موجود در اطراف الکترود آهنی این سلول افزایش پیدا می‌کند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴



۳۶۲- دیوارهٔ متخلخل موجود در سلول مقابل، فقط به آنیون‌ها اجازهٔ عبور می‌دهد. با گذشت زمان، غلظت کاتیون موجود در محلول آندی سلول گالوانی مقابل به اندازهٔ ۴۳۲ ppm افزایش پیدا می‌کند. در طول این بازهٔ زمانی، چه تعداد الکترون در مدار خارجی این سلول جاری شده است؟ (حجم محلول‌های آندی و کاتدی برابر با ۲ لیتر و چگالی آن‌ها برابر $1/25\ g.mL^{-1}$ است.) $(Al = 27, Mg = 24 : g.mol^{-1})$

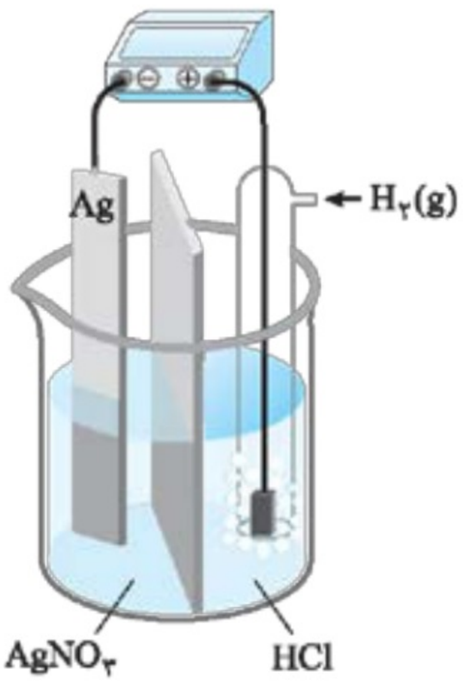
$E^\circ(Al^{3+} / Al) = -1/66\ V$ $\qquad$ $E^\circ(Mg^{2+} / Mg) = -2/38\ V$

۱) $2/709\times10^{22}$

۲) $5/418\times10^{22}$

۳) $2/709\times10^{19}$

۴) $5/418\times10^{19}$



۳۶۳- سلول مقابل، از اتصال نیم‌سلول‌های استاندارد نقره و هیدروژن به یکدیگر حاصل شده است. اگر پس از عبور $3/01\times10^{23}$ الکترون از مدار خارجی این سلول، دیوارهٔ متخلخل موجود در آن برداشته شود، چند گرم رسوب در کف ظرف ایجاد می‌شود؟ (حجم محلول‌های موجود در آند و کاتد به ترتیب برابر با ۲ و ۱ لیتر است.) $(Ag = 108, Cl = 35/5 : g.mol^{-1})$

۱) ۷۱/۷۵

۲) ۱۴۳/۵

۳) ۲۱۵/۲۵

۴) ۲۸۷

نیروی الکتروموتوری

۳۶۴- با توجه به جدول پتانسیل‌های کاهشی استاندارد که در آن فلز روی پایین‌تر از آهن و فلز نقره بالای هیدروژن جای دارد، کدام مطلب درست است؟ *(سراسری ریاضی خارج از کشور ۹۰)*

۱) محلول نمک‌های نقره را می‌توان در ظرفی از جنس فلز روی نگه‌داری کرد.

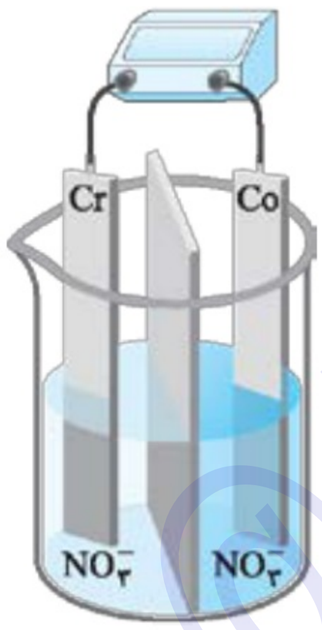
۲) اتم روی کاهنده‌تر از اتم آهن و یون $Ag^+(aq)$ اکسنده‌تر از یون $Fe^{2+}(aq)$ است.

۳) در شرایط استاندارد، پتانسیل الکتریکی سلول الکتروشیمیایی روی ـ آهن، از پتانسیل الکتریکی سلول الکتروشیمیایی روی ـ نقره بزرگ‌تر است.

۴) در سلول گالوانی آهن ـ نقره، الکترود نقره قطب منفی بوده و الکترود آهن، آند است و خورده می‌شود.

۳۶۵- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با سلول گالوانی مقابل نادرست است؟

$(E^\circ[Co^{2+} / Co] = -0/28\ V\ ,\ E^\circ[Cr^{3+} / Cr] = -0/74\ V)$



۱) به مرور زمان، غلظت یون نیترات در محلول آندی این سلول گالوانی افزایش پیدا می‌کند.

۲) به دلیل کم‌تربودن قدرت اکسندگی یون Co^{2+}، الکترون‌ها در مدار بیرونی به سمت الکترود کبالت جریان پیدا می‌کنند.

۳) در این سلول، نیم‌واکنش کاهش در سطح تیغهٔ کبالت و نیم‌واکنش اکسایش در سطح تیغهٔ کروم انجام می‌شود.

۴) ولتاژ این سلول الکتروشیمیایی در شرایط استاندارد، برابر با ۰/۴۶ ولت می‌شود.

۳۶۶- با توجه به مقدار E° نیم‌واکنش‌های داده‌شده، کدام مطلب درست است؟ *(سراسری ریاضی ۹۲)*

$E^\circ[Fe^{2+}(aq) / Fe(s)] = -0/44\ V$ $\qquad$ $E^\circ[Zn^{2+}(aq) / Zn(s)] = -0/76\ V$ $\qquad$ $E^\circ[Ni^{2+}(aq) / Ni(s)] = -0/25\ V$

۱) در شرایط استاندارد، فلز آهن با محلول نمک‌های روی واکنش می‌دهد.

۲) قدرت کاهندگی این سه فلز، به صورت $Ni > Fe > Zn$ است.

۳) قدرت اکسندگی این سه کاتیون به صورت $Zn^{2+}(aq) > Fe^{2+}(aq) > Ni^{2+}(aq)$ است.

۴) تفاوت emf سلول گالوانی آهن ـ نیکل با emf سلول گالوانی روی ـ نیکل برابر ۰/۳۲ ولت است.

۳۶۷- از اتصال کدام دو نیم‌سلول زیر، سلول الکتروشیمیایی به وجود آمده، دارای بالاترین E° است؟ *(سراسری تجربی ۹۱)*

a) $Mn^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Mn(s)$, $E^\circ = -1/18\ V$

b) $Zn^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Zn(s)$, $E^\circ = -0/76\ V$

c) $Ni^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Ni(s)$, $E^\circ = -0/25\ V$

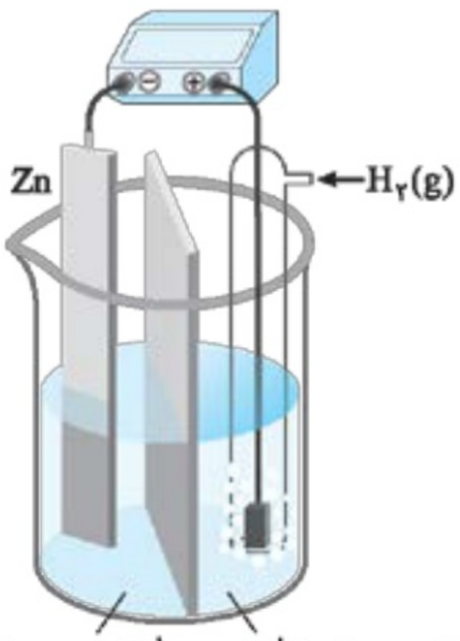
d) $Sn^{4+}(aq) + 2e^- \rightarrow Sn^{2+}(aq)$, $E^\circ = +0/15\ V$

۱) d و b

۲) c و b

۳) b و a

۴) d و a



۳۶۸- کدام‌یک از مطالب زیر، در رابطه با سلول مقابل درست است؟ (فشار محیط برابر ۱ atm است.)

۱) پتانسیل الکتریکی این سلول الکتروشیمیایی در دمای $25\ ^\circ C$، برابر با مقدار $E^\circ(Zn^{2+}/Zn)$ است.

۲) حجم گاز H_2 خارج‌شده از نیم‌سلول هیدروژن، کم‌تر از حجم گاز H_2 واردشده به این نیم‌سلول است.

۳) اگر جای الکترود روی را با الکترود مس عوض کنیم، علامت عدد موجود بر روی ولت‌سنج قرینه می‌شود.

۴) در قطب مثبت این سلول گالوانی، نیم‌واکنش $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$ در حال انجام‌شدن است.

۳۶۹- با توجه به این‌که در جدول پتانسیل کاهشی استاندارد، منگنز پایین‌تر از آهن و مس بالاتر از هیدروژن جای دارد، می‌توان دریافت که: *(سراسری ریاضی ۹۱)*

۱) محلول نمک‌های مس را می‌توان در ظرف آهنی نگه‌داری کرد.

۲) $Fe(s)$، کاهنده‌تر از $Mn(s)$ است.

۳) $Cu^{2+}(aq)$، اکسنده‌تر از $Mn^{2+}(aq)$ است.

۴) emf سلول گالوانی «منگنز ـ مس» از E° سلول گالوانی «منگنز ـ آهن» کوچک‌تر است.

۳۷۰- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟ $(E^\circ(Al^{3+}/Al) = -1/66\ V)$

۱) نیروی الکتروموتوری هر سلول گالوانی، نشان‌دهندهٔ اختلاف پتانسیل میان دو نیم‌سلول سازندهٔ آن سلول است.

۲) اگر مقدار emf سلول گالوانی آلومینیم ـ مس برابر ۲ ولت باشد، مقدار $E^\circ(Cu^{2+}/Cu)$ برابر $+0/34$ ولت می‌شود.

۳) با ایجاد تغییر در هر یک از اجزای سازندهٔ یک سلول گالوانی، ولتاژ ایجادشده توسط سلول موردنظر تغییر می‌کند.

۴) در جدول پتانسیل کاهشی استاندارد، E° فلزهایی که قدرت کاهندگی کم‌تری نسبت به هیدروژن دارند، منفی است.

۳۷۱- با توجه به داده‌های زیر، کدام مطلب دربارهٔ سلول گالوانی نیکل ـ نقره درست است؟ *(سراسری ریاضی خارج از کشور ۹۲)*

$$Ni^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Ni(s)\ ,\ E^\circ = -0/25\ V$$

$$Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag(s)\ ,\ E^\circ = +0/8\ V$$

۱) پتانسیل الکتریکی این سلول برابر $+0/55$ ولت است.

۲) ضمن واکنش سلول، مقدار $Ag(s)$ به تدریج افزایش می‌یابد.

۳) الکترود نقره قطب منفی و الکترود نیکل قطب مثبت آن است.

۴) ضمن واکنش سلول، آنیون‌ها از دیوارهٔ متخلخل به سوی الکترود نقره حرکت می‌کنند.

۳۷۲- اگر واکنش‌های $3Mn(s) + 2X^{3-}(aq) \rightarrow 3Mn^{2+}(aq) + 2X(s)$ و $Mn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Mn^{2+}(aq) + Cu(s)$ در دو سلول گالوانی مجزا در حال انجام‌شدن باشند و پتانسیل الکتریکی این سلول‌ها نیز به ترتیب برابر با ۰/۴۴ و ۱/۵۲ ولت باشد، مقدار پتانسیل کاهشی استاندارد برای فلز X کدام است؟ $(E^\circ(Cu^{2+}(aq)/Cu(s)) = +0/34\ V)$

۱) $-0/74$ ۲) $+1/42$ ۳) $-1/62$ ۴) $-1/18$

۳۷۳- اگر در سلول گالوانی استاندارد روی ـ جیوه، به جای الکترود استاندارد جیوه، الکترود استاندارد آهن قرار داده شود، کدام تغییر روی خواهد داد؟ (E° الکترودهای استاندارد روی، جیوه و آهن به ترتیب برابر $-0/76$، $+0/85$ و $-0/44$ ولت است.) *(سراسری ریاضی ۹۳)*

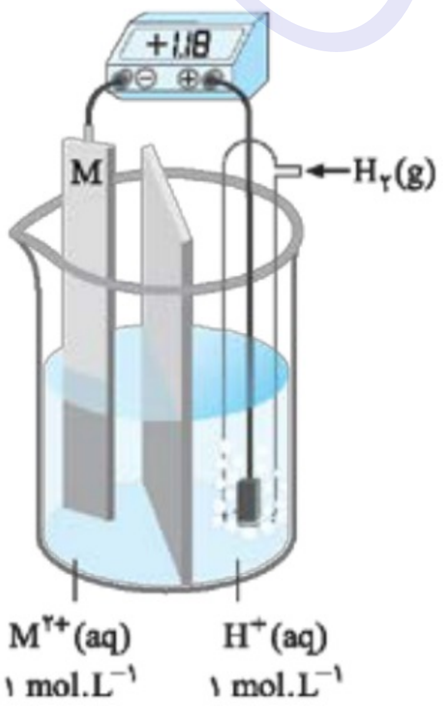
۱) emf سلول به اندازهٔ ۱/۲۹ ولت کاهش می‌یابد.

۲) الکترود روی از آند به کاتد تبدیل می‌شود.

۳) مقدار کاتیون $Zn^{2+}(aq)$ در محلول کاهش پیدا می‌کند.

۴) جهت جریان الکترون در مدار بیرونی عوض می‌شود.

۳۷۴- از سلول مقابل جهت به دست آوردن E° فلز M استفاده شده است. چند مورد از مطالب زیر در رابطه با این سلول درست است؟



آ) حجم هر مول از گاز هیدروژن واردشده به این سلول گالوانی برابر با ۲۲/۴ لیتر است.

ب) مقدار E° نیم‌واکنش $M^{2+} + 2e^- \rightarrow M$، در شرایط موردنظر برابر با $-1/18$ ولت است.

پ) در این سلول گالوانی تیغهٔ فلزی ساخته‌شده از عنصر M قطب منفی را تشکیل می‌دهد.

ت) آنیون‌های موجود در محلول آندی، از طریق دیوارهٔ متخلخل به سمت کاتد حرکت می‌کنند.

۱) ۱

۲) ۲

۳) ۳

۴) ۴

۳۷۵- با توجه به سلول‌های الکتروشیمیایی روبه‌رو، ولتاژ سلول گالوانی تشکیل‌شده از الکترودهای استاندارد آهن و روی برابر با چند ولت می‌شود و در واکنش کلی این سلول گالوانی، گونهٔ اکسنده کدام است؟



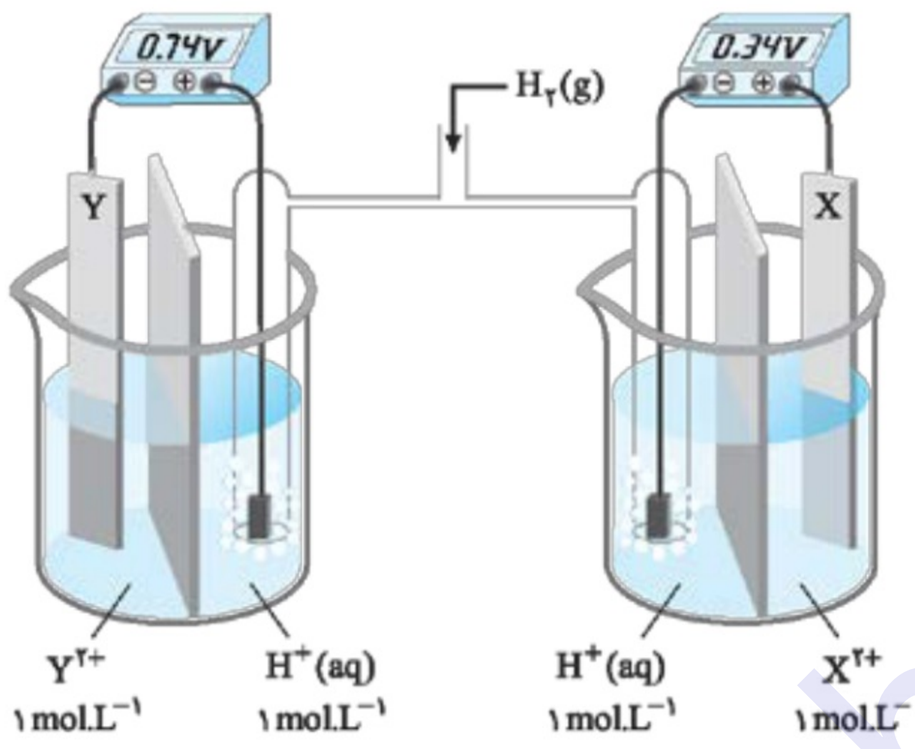
۱) ۰/۴ ـ یون Fe^{3+}

۲) ۲/۷۲ ـ یون Zn^{2+}

۳) ۰/۴ ـ یون Zn^{2+}

۴) ۲/۷۲ ـ یون Fe^{3+}

۳۷۶- با توجه به تصویر شماتیک سلول‌های الکتروشیمیایی مقابل، ولتاژ سلول گالوانی حاصل از اتصال الکترودهای استاندارد عناصر X و Y برابر با ..... ولت است که در این حالت، الکترود ..... قطب ..... سلول را تشکیل می‌دهد و در آن نیم‌واکنش ..... انجام می‌شود.



۱) ۰/۴ ـ Y ـ مثبت ـ کاهش

۲) ۱/۰۸ ـ X ـ مثبت ـ کاهش

۳) ۰/۴ ـ Y ـ منفی ـ اکسایش

۴) ۱/۰۸ ـ X ـ منفی ـ اکسایش

۳۷۷- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟ $(E^\circ(Ag^+/Ag) = +0/80\ V, E^\circ(Fe^{2+}/Fe) = -0/44\ V)$

۱) واکنش انجام‌شده در سلول گالوانی هیدروژن ـ مس، با ورود یک تیغهٔ مسی به محلول هیدروکلریک اسید نیز انجام می‌شود.

۲) اگر کاتد سلول گالوانی هیدروژن ـ نقره را با الکترود استاندارد آهن جایگزین کنیم، emf سلول به اندازهٔ ۱/۲۴ ولت کاهش پیدا می‌کند.

۳) غلظت یون هیدروکسید موجود در محلول به کار رفته در الکترود استاندارد هیدروژن برابر با 10^{-13} مول بر لیتر است.

۴) با واردکردن یک تیغهٔ فلزی از جنس روی به محلول ۱ مولار مس (II) سولفات، در میزان رسانایی الکتریکی محلول تغییری ایجاد نمی‌شود.

۳۷۸- با توجه به این‌که در جدول پتانسیل کاهشی استاندارد عناصر، آلومینیم پایین‌تر از روی قرار می‌گیرد، چند مورد از مطالب زیر در رابطه با سلول گالوانی آلومینیم ـ روی درست است؟

آ) ولتاژ این سلول الکتروشیمیایی، کم‌تر از ولتاژ سلول گالوانی آلومینیم ـ مس است.

ب) تمایل یون‌های آلومینیم به گرفتن الکترون، بیشتر از تمایل یون‌های روی به گرفتن الکترون است.

پ) در قطب منفی این سلول گالوانی، نیم‌واکنش $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e$ انجام می‌شود.

ت) ضمن انجام‌شدن واکنش در این سلول، غلظت یون آلومینیم در محلول آندی افزایش پیدا می‌کند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۷۹- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟ $(E^\circ(Cu^{2+}/Cu) = +0/33\ V, E^\circ(Ag^+/Ag) = +0/8\ V, E^\circ(Sn^{2+}/Sn) = -0/14\ V)$

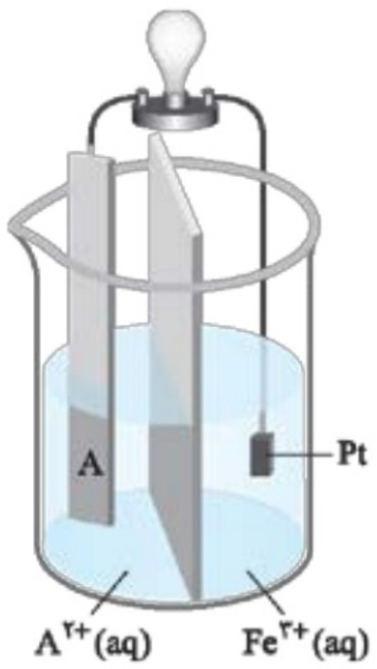
۱) در سلول گالوانی حاصل از عناصر مس و نقره، اگر به جای الکترود نقره از الکترود قلع استفاده کنیم، مقدار emf سلول موردنظر قرینه می‌شود.

۲) پتانسیل الکتریکی سلول گالوانی حاصل از اتصال الکترودهای نقره و قلع در شرایط استاندارد، دو برابر پتانسیل الکتریکی سلول حاصل از قلع و مس است.

۳) در سلول گالوانی حاصل از اتصال الکترودهای استاندارد قلع و مس، جهت حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی به سمت تیغهٔ مس است.

۴) در سلول گالوانی حاصل از اتصال الکترودهای نقره و مس، به تدریج از جرم آند کاسته شده و به شدت رنگ محلول موجود در سمت آند افزوده می‌شود.

۳۸۰- از سلول گالوانی زیر، جهت تبدیل یون آهن (III) به یون آهن (II) استفاده می‌شود. چه تعداد از عبارت‌های زیر، در رابطه با این سلول درست است؟ $E^\circ(Zn^{2+}(aq)/Zn(s)) = -0/74\ V$, $E^\circ(Hg^{2+}(aq)/Hg(l)) = +0/85\ V$, $E^\circ(Fe^{3+}(aq)/Fe^{2+}(aq)) = +0/77\ V$



آ) با گذشت زمان، جرم تیغهٔ به کار رفته در آند، برخلاف جرم تیغهٔ به کار رفته در کاتد تغییری نمی‌کند.

ب) برای تشخیص بار کاتیون‌های موجود در محلول کاتدی، می‌توان از محلول سدیم هیدروکسید کمک گرفت.

پ) از عنصر جیوه برخلاف عنصر روی، نمی‌توانیم به عنوان آند این سلول الکتروشیمیایی استفاده کنیم.

ت) مجموع ضرایب واکنش‌دهنده‌ها در معادلهٔ واکنش کلی انجام‌شده در این سلول، برابر ۵ می‌شود.

ث) در مدار خارجی این سلول، الکترون‌ها از سمت الکترود پلاتینی به سمت تیغهٔ A حرکت می‌کنند.

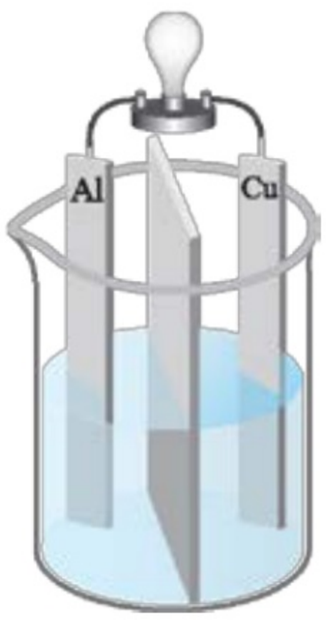
۱) ۱

۲) ۲

۳) ۳

۴) ۴

۳۸۱- سلول گالوانی مقابل از اتصال نیم‌سلول‌های استاندارد آلومینیم و مس تشکیل شده است. مقدار emf این سلول برابر ..... ولت است و پس از گذشتن $1/505\times10^{24}$ الکترون از مدار خارجی این سلول، درصد جرمی یون‌های مس در محلول اطراف الکترود مس به ..... می‌رسد. ($Cu = 64\ g.mol^{-1}$ و حجم محلول‌های آندی و کاتدی برابر ۴ لیتر و چگالی آن‌ها برابر $1/12\ g.mL^{-1}$ است.)



$E^\circ(Al^{3+}/Al) = -1/66\ V$

$E^\circ(Cu^{2+}/Cu) = +0/34\ V$

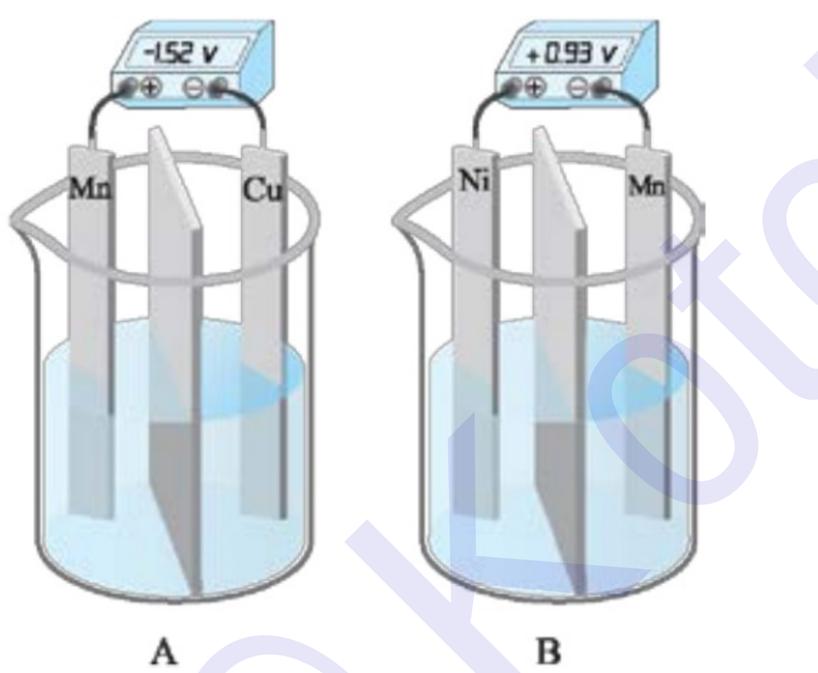
۱) ۱/۳۲ ـ ۴

۲) ۲ ـ ۴

۳) ۲ ـ ۷/۳

۴) ۱/۳۲ ـ ۷/۳

۳۸۲- چه تعداد از عبارت‌های داده‌شده با توجه به سلول‌های گالوانی مقابل درست است؟



آ) قدرت کاهندگی اتم‌های نیکل، بیشتر از اتم‌های منگنز است.

ب) مقدار emf سلول گالوانی نیکل ـ مس برابر با ۰/۵۹+ ولت است.

پ) قدرت اکسندگی یون‌های Cu^{2+} بیشتر از یون‌های Ni^{2+} است.

ت) در سلول گالوانی منگنز ـ نیکل، الکترود منگنز کاتد سلول را تشکیل می‌دهد.

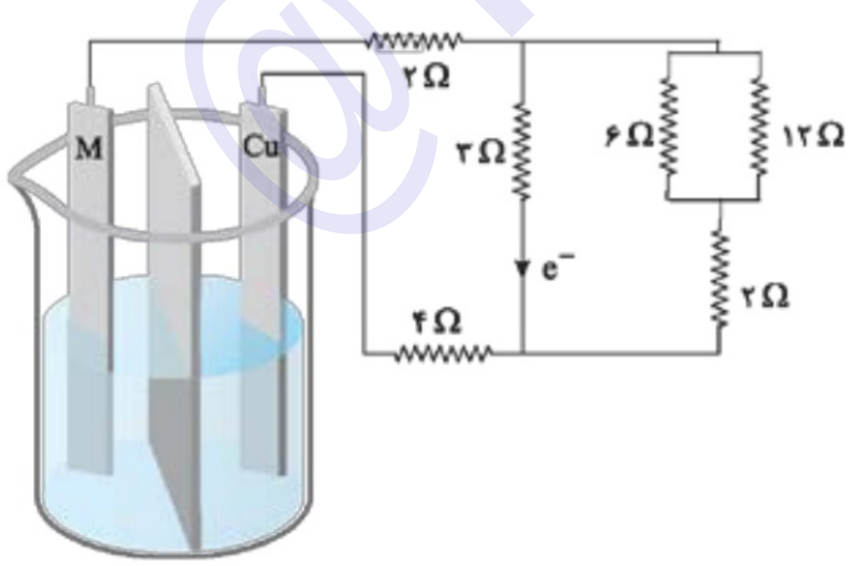
۱) ۱

۲) ۲

۳) ۳

۴) ۴

۳۸۳- در مدار مقابل، اگر جریان عبوری از مقاومت ۴ اهمی برابر ۰/۲۵ آمپر باشد، پتانسیل الکترودی استاندارد فلز M برابر چند ولت است؟ (نیم‌سلول‌ها در شرایط استاندارد قرار دارند و $E^\circ(Cu^{2+}/Cu) = +0/34\ V$)



۱) +۲/۳۴

۲) +۱/۰۹

۳) −۱/۶۶

۴) −۱/۱۶

انجام‌پذیری واکنش‌های اکسایش ـ کاهش

۳۸۴- با توجه به پتانسیل کاهشی استاندارد مواد زیر، می‌توان دریافت که ..... کاهنده‌تر از ..... است و واکنش ..... با آزادشدن انرژی همراه است. $E^\circ(Ni^{2+}/Ni) = -0/23\ V$, $E^\circ(Fe^{2+}/Fe) = -0/44\ V$, $E^\circ(Hg^{2+}/Hg) = +0/85\ V$, $E^\circ(Cu^{2+}/Cu) = +0/34\ V$

۱) $Ni^{2+} + Cu \rightarrow Ni + Cu^{2+}$ ،Ni ،Fe

۲) $Ni + Hg^{2+} \rightarrow Ni^{2+} + Hg$ ،Fe ،Cu

۳) $Fe + Cu^{2+} \rightarrow Fe^{2+} + Cu$ ،Hg ،Ni

۴) $Hg + Cu^{2+} \rightarrow Hg^{2+} + Cu$ ،Hg ،Cu

۳۸۵- چند مورد از مطالب زیر، با در نظر گرفتن واکنش نشان داده شده درست است؟ *(سراسری تجربی ۹۷)*

$$Mg(s) + Sn^{2+}(aq) \rightarrow Mg^{2+}(aq) + Sn(s)$$

$$E^\circ[Sn^{2+}(aq)/Sn(s)] = -0/14\ V$$

$$E^\circ[Mg^{2+}(aq)/Mg(s)] = -2/38\ V$$

آ) در شرایط استاندارد به طور طبیعی انجام می‌شود.

ب) emf سلولی که این واکنش در آن انجام می‌شود، برابر ۲/۵۲ ولت است.

پ) قدرت اکسندگی $Mg^{2+}(aq)$ از $Sn^{2+}(aq)$ بیشتر است.

ت) در جدول پتانسیل‌های کاهشی استاندارد، منیزیم بالاتر از قلع جای دارد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۸۶- اگر فلز M براساس معادلهٔ $2Ag^{+}(aq) + M(s) \rightarrow 2Ag(s) + M^{2+}(aq)$ با محلول حاوی یون‌های نقره واکنش بدهد، M معادل با کدام فلز می‌تواند باشد و به ازای مصرف ۰/۰۱ مول فلز M، چند گرم نقره آزاد می‌شود؟ $(Ag = 108\ g.mol^{-1})$ *(سراسری ریاضی ۸۷)*

$$E^\circ(Ag^{+}/Ag) = 0/80\ V\ ,\ E^\circ(Cu^{2+}/Cu) = 0/34\ V\ ,\ E^\circ(Hg^{2+}/Hg) = 0/85\ V$$

۱) مس ـ ۱/۰۸ ۲) جیوه ـ ۱/۰۸ ۳) جیوه ـ ۲/۱۶ ۴) مس ـ ۲/۱۶

۳۸۷- اگر E° واکنش $A(s) + B^{2+}(aq) \rightarrow A^{2+}(aq) + B(s)$، منفی و E° واکنش $B(s) + D^{2+}(aq) \rightarrow B^{2+}(aq) + D(s)$ مثبت باشد، کدام گزینه همواره درست است؟ *(سراسری ریاضی ۹۳)*

۱) ترتیب کاهندگی این فلزها به صورت $D > A > B$ است.

۲) ترتیب اکسندگی کاتیون‌های سه فلز به صورت $A^{2+} > D^{2+} > B^{2+}$ است.

۳) انجام‌شدن واکنش $A(s) + D^{2+}(aq) \rightarrow A^{2+}(aq) + D(s)$، در شرایط استاندارد، با آزادشدن انرژی همراه است.

۴) اگر پتانسیل کاهشی استاندارد الکترود D، برابر ۰/۳۳+ ولت باشد، فلز A قطعاً با محلول هیدروکلریک اسید واکنش می‌دهد.

۳۸۸- با توجه به نیم‌واکنش‌های زیر، قوی‌ترین اکسنده و قوی‌ترین کاهنده، به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند و طی واکنش کدام دو گونهٔ شیمیایی با هم، در شرایط استاندارد انرژی آزاد می‌شود؟ *(سراسری تجربی خارج از کشور ۹۶)*

$$Fe^{3+}(aq) + 3e^{-} \rightarrow Fe(s)\ ,\ E^\circ = -0/04\ V$$

$$Au^{+}(aq) + e^{-} \rightarrow Au(s)\ ,\ E^\circ = +1/68\ V$$

$$Sn^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow Sn(s)\ ,\ E^\circ = -0/14\ V$$

$$Hg^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow Hg(l)\ ,\ E^\circ = +0/85\ V$$

۱) $Sn(s)$ با $Au^{+}(aq)$، $Fe(s)$، $Hg^{2+}(aq)$

۲) $Cl_2(g)$ با $Au(s)$، $Fe(s)$، $Hg^{2+}(aq)$

۳) $Sn(s)$ با $Hg^{2+}(aq)$، $Sn(s)$، $Au^{+}(aq)$

۴) $Au(s)$ با $Hg^{2+}(aq)$، $Sn(s)$، $Au^{+}(aq)$

۳۸۹- با توجه به موقعیت نسبی ۵ عنصر نشان داده شده در جدول پتانسیل کاهشی استاندارد، کدام واکنش‌های زیر، به طور طبیعی انجام‌پذیر هستند؟ *(سراسری تجربی خارج از کشور ۹۷)*

جدول پتانسیل‌های کاهشی
Cl
Br
Ag
Fe
Zn

آ) $Zn(s) + Fe^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Fe(s)$

ب) $2Ag(s) + Fe^{2+}(aq) \rightarrow 2Ag^{+}(aq) + Fe(s)$

پ) $Zn(s) + 2Ag^{+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2Ag(s)$

ت) $Br_2(aq) + 2KCl(aq) \rightarrow Cl_2(g) + 2KBr(aq)$

۱) آ ـ پ ۲) پ ـ ت

۳) آ ـ ب ـ ت ۴) ب ـ پ ـ ت

۳۹۰- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟ $(E^\circ[Hg^{2+}(aq)/Hg(l)] = +0/85\ V\ ,\ E^\circ[Pb^{2+}(aq)/Pb(s)] = -0/13\ V)$

۱) در جدول سری الکتروشیمیایی، نیم‌واکنش کاهش عنصر سرب پایین‌تر از نیم‌واکنش کاهش عنصر جیوه قرار می‌گیرد.

۲) واکنش انجام‌شده در سلول گالوانی تشکیل‌شده از الکترود استاندارد مس و SHE، به صورت $H_2(g) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow 2H^{+}(aq) + Cu(s)$ است.

۳) در سلول‌های گالوانی حاصل از اتصال الکترودهای مختلف به یکدیگر، جرم تیغهٔ به کار رفته در آند سلول در طول واکنش همواره کاهش می‌یابد.

۴) انجام‌شدن واکنش $Hg^{2+}(aq) + Pb(s) \rightarrow Hg(l) + Pb^{2+}(aq)$ در یک سلول الکتروشیمیایی، با آزادشدن انرژی همراه است.

۳۹۱- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟ $(E^\circ(Ni^{2+}/Ni) = -0/25\ V\ ,\ E^\circ(Fe^{3+}/Fe) = -0/04\ V\ ,\ E^\circ(Fe^{2+}/Fe) = -0/44\ V)$

۱) مقایسهٔ قدرت اکسندگی یون Fe^{2+} نسبت به یون Fe^{3+} به صورت $Fe^{3+} < Fe^{2+}$ است.

۲) یک قطعه فلز نیکل، با محلول یک مولار آهن (II) کلرید برخلاف محلول آهن (III) کلرید، واکنش نمی‌دهد.

۳) در سلول گالوانی حاصل از اتصال الکترود نیکل به SHE، تیغهٔ نیکلی، کاتد سلول به شمار می‌رود.

۴) با ریختن یک مول $Fe(OH)_3$ در ۱ لیتر آب، محلولی به دست می‌آید که می‌توان از آن برای ساختن نیم‌سلول استاندارد Fe^{3+}/Fe استفاده کرد.

بخش ۳ انواع باتری‌ها

باتری‌ها

یکی از کاربردهای واکنش‌های **اکسایش ـ کاهش**، استفاده از آن‌ها در ساختن انواع **باتری‌ها** است. ساختار و ویژگی‌های هر باتری متناسب با کارکرد ویژه‌ای است که آن باتری دارد. با رشد و پیشرفت صنایع گوناگون، نیاز و تقاضا برای ساختن باتری‌هایی با ویژگی‌های گوناگون و کاربرد معین افزایش پیدا کرده است. شیمی‌دان‌ها در پی پاسخ به این نیازها و طی پژوهش‌های *شبانه‌روزی خود*، توانستند به فناوری ساخت باتری‌های جدید دست یابند.

باتری‌های لیتیمی

برای ساختن بسیاری از باتری‌های امروزی از جمله **باتری‌های دگمه‌ای و باتری‌های به کار رفته در ساختار تلفن‌ها و رایانه‌های همراه** از فلز **لیتیم** استفاده می‌شود. مزایای استفاده از فلز لیتیم نسبت به سایر عناصر فلزی به شرح زیر هستند:

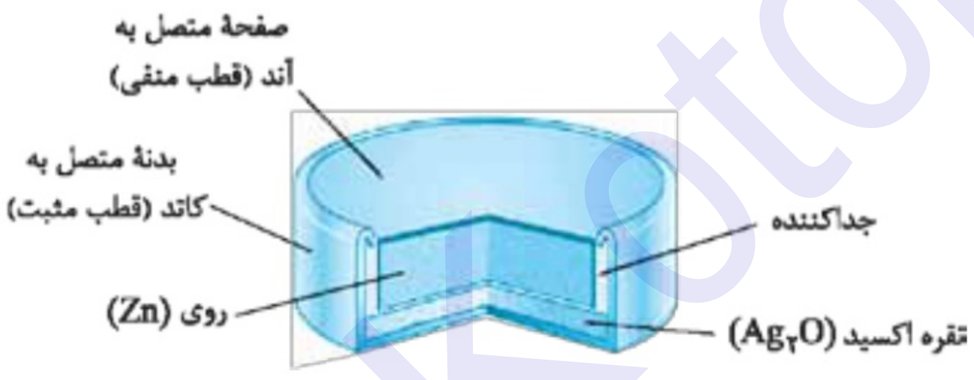
۱ چگالی فلز لیتیم نسبت به چگالی سایر فلزها کم‌تر است. ۲ از میان عناصر فلزی، لیتیم کم‌ترین مقدار E° را دارد.

این ویژگی‌های لیتیم سبب شد تا از آن برای ساختن باتری‌های سبک‌تر و کوچک‌تر (به خاطر چگالی کم لیتیم) و با توانایی ذخیرهٔ بیشتر انرژی (به خاطر E° کم‌تر لیتیم) استفاده شود. مثلاً *باتری‌های لیتیم یونی با نماد* $Li-ion$ *مشخص می‌شن.*

با افزایش تقاضا برای باتری‌های لیتیمی، این فلز جایگاه ممتازی را در تأمین انرژی جهان پیدا کرده است، به طوری که سالانه از میلیاردها باتری لیتیمی برای ساختن دستگاه‌های الکترونیکی استفاده می‌شود. این دستگاه‌ها سرانجام به همراه باتری‌های به کار رفته در ساختار آن‌ها دور ریخته می‌شوند و به این ترتیب، حجم بزرگی از پسماندهای الکترونیکی تولید می‌شود. این پسماندها به دلیل داشتن مواد شیمیایی گوناگون، سمی بوده و رهاکردن آن‌ها در طبیعت موجب آلودگی محیط زیست می‌شود. از طرف دیگر، در برخی از این پسماندها مقدار قابل توجهی از مواد و فلزهای ارزشمند و گران‌قیمت وجود دارد که آن‌ها را به منبع مناسبی برای بازیافت تبدیل می‌کند.

باتری‌های روی ـ نقره

نوع دیگری از باتری‌های دگمه‌ای هستند که در آن‌ها از فلز **روی و نقره اکسید** به ترتیب به عنوان **آند و کاتد** استفاده می‌شود. ساختار درونی این باتری‌ها و واکنش‌های انجام‌شده در آن‌ها به صورت زیر است:



واکنش کلی: $Zn(s) + Ag_2O(s) \rightarrow ZnO(s) + 2Ag(s)$

نیم‌واکنش آندی: $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(s) + 2e^-$

نیم‌واکنش کاتدی: $Ag^+(s) + e^- \rightarrow Ag(s)$

محاسبهٔ emf باتری: $E^\circ_{\text{سلول}} = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}}$

همان‌طور که مشخص است، اتم‌های روی به عنوان گونهٔ کاهنده و نقره اکسید به عنوان مادهٔ اکسنده در این باتری‌ها حضور دارند.

عدد اکسایش

تا به این‌جای کار، با واکنش‌های اکسایش ـ کاهشی آشنا شدیم که با انتقال کلی بار الکتریکی بین گونه‌های اکسنده و کاهنده همراه بودند. به عنوان مثال، در واکنش: $Cu^{2+}(aq) + Zn(s) \rightarrow Cu(s) + Zn^{2+}(aq)$ اتم‌های روی الکترون‌های موجود در زیرلایهٔ 4s خود را از دست داده و این الکترون‌ها به یون‌های مس (II) منتقل می‌شوند. در کنار این واکنش‌ها، گروه دیگری از واکنش‌های اکسایش ـ کاهش نیز وجود دارند که در آن‌ها بار الکتریکی (الکترون) به طور جزئی بین گونه‌های اکسنده و کاهنده انتقال پیدا می‌کند. به عنوان مثال، در واکنش: $2CO(g) + O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g)$ هیچ تغییری در تعداد الکترون‌های متعلق به هر یک از اتم‌های شرکت‌کننده در واکنش ایجاد نشده است، در حالی که واکنش موردنظر، یک واکنش اکسایش ـ کاهش محسوب می‌شود. *مجدداً!* شیمی‌دان‌ها برای غلبه بر این مشکل و امکان ردیابی الکترون‌های جابه‌جاشده بین گونه‌های اکسنده و کاهنده، مفهومی به نام **عدد اکسایش** را معرفی کردند.

عدد اکسایش

عدد اکسایش یک اتم، بار الکتریکی مثبت یا منفی است که به طور واقعی یا ظاهری به آن اتم نسبت داده می‌شود. به عنوان مثال، سدیم کلرید جامد از کنار هم قرارگرفتن تعداد زیادی از یون‌های مثبت (Na^+) و یون‌های منفی (Cl^-) تشکیل شده است. عدد اکسایش هر یک از یون‌های سازندهٔ این ترکیب، برابر با بار واقعی آن‌ها است. به عبارتی، در سدیم کلرید عدد اکسایش یون سدیم برابر $(+1)$ و عدد اکسایش یون کلرید نیز برابر (-1) است.

در نقطهٔ مقابل، یک ترکیب مولکولی مانند هیدروژن فلوئورید (HF) را در نظر بگیرید. ساختار لوویس این ماده به صورت مقابل است: $H-\ddot{F}:$ از آن‌جا که خاصیت نافلزی اتم فلوئور بیشتر از خاصیت نافلزی اتم هیدروژن است، اتم‌های این عنصر تمایل بیشتری به جذب الکترون‌ها داشته و الکترون‌های پیوندی موجود در مولکول HF را به مقدار بیشتری به سمت خود جذب می‌کنند. بر این اساس، در مولکول HF اتم فلوئور دارای بار الکتریکی جزئی منفی (δ^-) و اتم هیدروژن دارای بار الکتریکی جزئی مثبت (δ^+) می‌شود. بنابر تعریف عدد اکسایش، پیوندهای کووالانسی موجود در این گونه مواد را یونی فرض کرده و انتقال الکترون‌های پیوندی به اتم‌های عنصری که خاصیت نافلزی بیشتری دارد را نیز به طور کامل در نظر می‌گیریم. *این‌جاست که* بار الکتریکی ظاهری فلوئور را برابر (-1) و بار الکتریکی ظاهری هیدروژن را برابر $(+1)$ در نظر می‌گیریم.

پیدا کردن عدد اکسایش اتم‌ها

برای به دست آوردن عدد اکسایش هر یک از اتم‌های سازندهٔ یک ترکیب شیمیایی، می‌توانیم از ساختار لوویس آن ترکیب شیمیایی و یا فرمول شیمیایی ترکیب موردنظر استفاده کنیم:

تعیین عدد اکسایش اتم‌ها با استفاده از ساختار لوویس: برای این منظور، طبق مراحل زیر عدد اکسایش هر اتم را تعیین می‌کنیم.

۱ ساختار لوویس (الکترون ـ نقطه‌ای) مولکول یا یون موردنظر را رسم می‌کنیم.

۲ از آن‌جا که تمایل اتم‌های یکسان به جذب الکترون‌های پیوندی میان آن‌ها یکسان است، به ازای هر جفت‌الکترون پیوندی موجود میان دو اتم یکسان، یک الکترون را به هر اتم نسبت می‌دهیم.

۳ از آن‌جا که تمایل اتم‌های عناصر مختلف به جذب جفت‌الکترون‌های پیوندی با یکدیگر متفاوت است، همهٔ الکترون‌های پیوندی موجود میان دو اتم متفاوت را به اتمی که خاصیت نافلزی بیشتری دارد نسبت می‌دهیم.

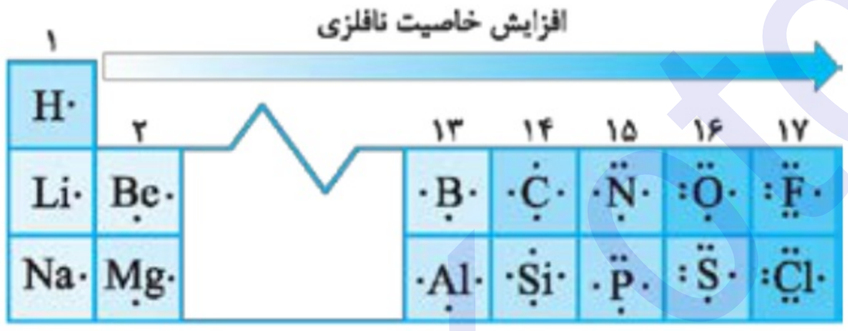
۴ همهٔ الکترون‌های ناپیوندی موجود بر روی هر اتم را به همان اتم نسبت می‌دهیم.

۵ در این مرحله، با مقایسهٔ تعداد الکترون‌های نسبت‌داده‌شده به هر اتم با تعداد الکترون‌های ظرفیتی آن اتم، عدد اکسایش اتم موردنظر را به دست می‌آوریم. برای این منظور، از رابطهٔ زیر استفاده می‌کنیم:

مجموع تعداد الکترون‌های نسبت‌داده‌شده به اتم موردنظر − تعداد الکترون‌های ظرفیتی اتم موردنظر = عدد اکسایش اتم

تعداد الکترون‌های ظرفیتی برای عناصر گروه‌های ۱ و ۲، برابر باشمارهٔ گروه همان عنصر و برای عناصر موجود در گروه‌های ۱۳ تا ۱۸ نیز برابر با رقم یکان شمارهٔ گروه عنصر موردنظر است.

جدول زیر، ساختار الکترون ـ نقطه‌ای عناصر مختلف و تمایل اتم‌های این عناصر به جذب الکترون‌های پیوندی *یا همون خاصیت نافلزی* را نشان می‌دهد.



حتماً متوجه شدید که هر عنصری که خانهٔ پررنگ‌تری داشته باشد، تمایل بیشتری به جذب الکترون‌های پیوندی خواهد داشت.

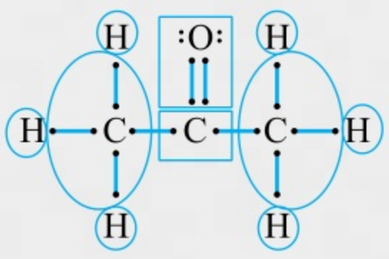
به عبارت دیگر، در هر تناوب از جدول دوره‌ای با حرکت از سمت چپ به راست و در هر گروه از این جدول، با حرکت از پایین به سمت بالا، خاصیت نافلزی عناصر افزایش یافته و تمایل آن‌ها به جذب الکترون بیشتر می‌شود.

در این بخش، با ساختار لوویس بسیاری از ترکیب‌های مطرح‌شده در کتاب‌های درسی سروکار داریم؛ *پس لازمه که حتماً* یک مرور ساده بر روی ساختار ترکیبات مختلف و روش رسم ساختار لوویس آن‌ها داشته باشید.

تست **عدد اکسایش چه تعداد از اتم‌های شرکت‌کننده در ساختار استون، بزرگ‌تر از صفر است؟**

۱) ۵ ۲) ۶ ۳) ۷ ۴) ۸

پاسخ **گزینهٔ «۳»** ابتدا ساختار لوویس استون را رسم می‌کنیم و پس از آن، تعدادی الکترون‌های نسبت‌داده‌شده به هر اتم را مشخص می‌کنیم.



عدد اکسایش اتم‌های هیدروژن $= 1 - 0 = +1$

عدد اکسایش اتم اکسیژن $= 6 - 8 = -2$

عدد اکسایش کربن‌های کناری $= 4 - 7 = -3$

عدد اکسایش اتم کربن وسط $= 4 - 2 = +2$

همان‌طور که مشخص است، عدد اکسایش همهٔ اتم‌های هیدروژن و اتم کربن قرارگرفته در وسط مولکول بزرگ‌تر از صفر می‌شود.

تعیین عدد اکسایش اتم‌ها با استفاده از فرمول شیمیایی: از آن‌جا که تعیین عدد اکسایش اتم‌ها به کمک ساختار لوویس کمی وقت‌گیر است، در بسیاری از موارد می‌توانیم عدد اکسایش اتم‌ها را به کمک فرمول شیمیایی یک ترکیب و بدون نیاز به رسم ساختار لوویس آن‌ها به دست بیاوریم.

برای این منظور، باید از قواعد زیر استفاده کنیم:

۱ عدد اکسایش هر اتم در مولکول‌های دو اتمی جورهسته (مولکول‌هایی که هر دو اتم سازندهٔ آن‌ها یکسان است)، برابر صفر است. به عنوان مثال، عدد اکسایش هر اتم اکسیژن در مولکول O_2 برابر صفر است.

۲ عدد اکسایش یون‌های تک‌اتمی برابر با بار یون است. مثلاً عدد اکسایش کلر در یون کلرید (Cl^-) برابر (-1) است.

۳ عدد اکسایش هیدروژن در ترکیب با عناصر فلزی گروه‌های ۱ و ۲ برابر (-1) و در ترکیب با سایر عناصر برابر $(+1)$ است. به طور مثال، عدد اکسایش اتم‌های هیدروژن در HCl برابر $(+1)$ و در سدیم هیدرید (NaH) برابر (-1) است.

۴ فلوئور نافلزترین عنصر جدول تناوبی است و عدد اکسایش آن در ترکیب با سایر عناصر برابر (-1) می‌شود.

۵ بعد از فلوئور، اکسیژن نافلزترین عنصر جدول تناوبی است؛ پس به‌جز فلوئور، عدد اکسایش اتم‌های اکسیژن در ترکیب با سایر عناصر برابر (-2) است. جدول زیر، موارد استثنای عدد اکسایش اتم‌های اکسیژن را نشان می‌دهد.

گونهٔ شیمیایی	OF_2	O_2F_2	HOF	O_2^-	O_2^{2-}	H_2O_2
عدد اکسایش O	+۲	+۱	۰	−۰/۵	−۱	−۱

۶ عدد اکسایش اتم‌های نافلزی گروه ۱۷ (F ، Cl ، Br و I) در ترکیب با عناصر فلزی، برابر (-1) است.

۷ جمع جبری عدد اکسایش همهٔ اتم‌های سازندهٔ یک ترکیب خنثی برابر صفر و جمع جبری عدد اکسایش همهٔ اتم‌های سازندهٔ یک یون چنداتمی برابر با بار آن یون است. با توجه به این قاعده، اگر عدد اکسایش یک اتم در یک ترکیب یا یون چنداتمی مجهول باشد، می‌توانیم با تشکیل یک معادله عدد اکسایش آن اتم را حساب کنیم.

تست **عدد اکسایش اتم نیتروژن در کدام‌یک از ترکیب‌های زیر، برابر با عدد اکسایش اتم کلر در $HClO_3$ است؟**

۱) HNO_2 ۲) N_2O_5 ۳) NO ۴) N_2O

پاسخ **گزینهٔ «۲»** ابتدا با توجه به فرمول شیمیایی $HClO_3$، عدد اکسایش اتم Cl را به دست می‌آوریم:

$$HClO_3 : \text{بار الکتریکی} = 1\times H + 1\times Cl + 3\times O \text{ عدد اکسایش} + \text{عدد اکسایش} \Rightarrow 0 = 1\times1 + 1\times x + 3\times(-2) \Rightarrow x = +5$$

در مرحلهٔ بعد، عدد اکسایش N را در هر یک از گونه‌های داده‌شده به دست می‌آوریم:

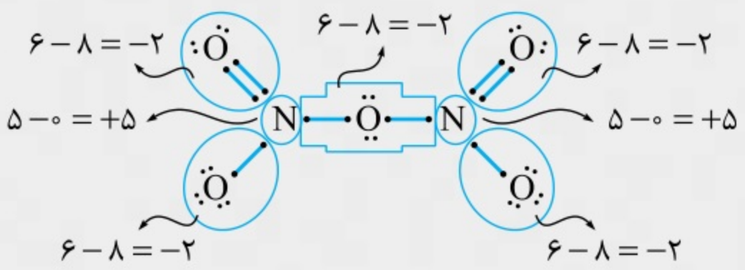
$$NO : 0 = x + (-2) \Rightarrow x = +2$$

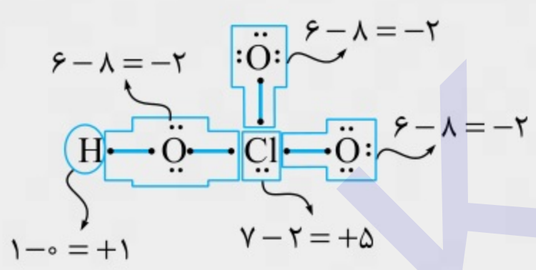
$$N_2O : 0 = 2x + (-2) \Rightarrow x = +1$$

$$HNO_2 : 0 = 1\times1 + 1\times x + 2\times(-2) \Rightarrow x = +3$$

$$N_2O_5 : 0 = 2\times x + 5\times(-2) \Rightarrow x = +5$$

به راه دیگه: عدد اکسایش اتم‌ها در N_2O_5 و $HClO_3$ را به کمک ساختار لوویس این ترکیبات هم می‌توان به دست آورد.





برای پیداکردن عدد اکسایش اتم‌های سازندهٔ یون‌های چنداتمی موجود در ساختار یک ترکیب یونی، ابتدا یون چنداتمی موردنظر را از فرمول شیمیایی ترکیب یونی جدا کنید و پس از آن، عدد اکسایش اتم‌های موجود در آن را محاسبه کنید.

تست **تفاوت حداقل و حداکثر عدد اکسایش اتم‌های نیتروژن در بلور آمونیوم نیترات، چند واحد است؟**

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۶ ۴) ۸

پاسخ **گزینهٔ «۴»** آمونیوم نیترات، از کنار هم قرارگرفتن یون‌های چنداتمی آمونیوم و نیترات تشکیل شده است.

$$NO_3^- : -1 = 1\times x + 3\times(-2) \Rightarrow x = +5$$

$$NH_4^+ : +1 = 1\times x + 4\times1 \Rightarrow x = -3$$

همان‌طور که مشخص است، عدد اکسایش اتم‌های نیتروژن در یون NO_3^- به اندازهٔ ۸ درجه بیشتر از عدد اکسایش آن‌ها در یون آمونیوم است.

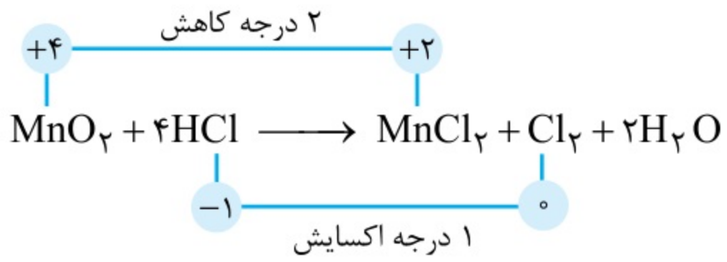
اگر فرمول شیمیایی آمونیوم نیترات را به یون‌های سازندهٔ آن تفکیک نمی‌کردیم، میانگین عدد اکسایش اتم‌های نیتروژن موجود در بلور این ترکیب یونی به دست می‌آمد.

$$NH_4NO_3 : 0 = 2x + 4\times1 + 3\times(-2) \Rightarrow x = +1$$

تغییرات عدد اکسایش

می‌دانیم که در واکنش‌های اکسایش ـ کاهش، عدد اکسایش برخی از اتم‌های شرکت‌کننده در واکنش تغییر می‌کند. در این شرایط، هر عنصری که عدد اکسایش آن افزایش پیدا کند، اکسایش یافته و هر عنصری که عدد اکسایش آن کم‌تر شود نیز کاهش یافته است.

به واکنش شیمیایی مقابل توجه کنید:



همان‌طور که مشخص است، عدد اکسایش اتم‌های Mn در این واکنش ۲ درجه کاهش پیدا کرده است، پس MnO_2 اکسنده است. از طرفی، عدد اکسایش اتم‌های کلر نیز یک درجه افزایش پیدا کرده است، پس HCl در این واکنش گونهٔ کاهنده است.

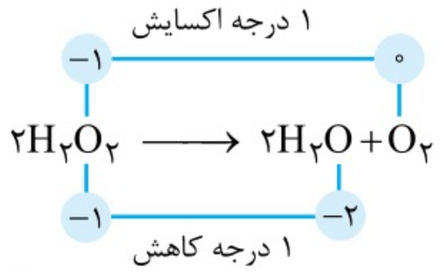
عدد اکسایش اتم‌های هر عنصر، در یک دامنهٔ خاص تغییر می‌کند. جدول زیر، دامنهٔ تغییرات عدد اکسایش عناصر موجود در برخی از گروه‌های جدول تناوبی را نشان می‌دهد:

شمارهٔ گروه	۱	۲	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	عناصر استثنا			عناصر واسطه مهم			
							اکسیژن	فلوئور	هیدروژن	آهن	مس	منگنز	نقره
کم‌ترین عدد اکسایش	۰	۰	−۴	−۳	−۲	−۱	−۲	−۱	−۱	۰	۰	۰	۰
بالاترین عدد اکسایش	+۱	+۲	+۴	+۵	+۶	+۷	+۲	۰	+۱	+۳	+۲	+۷	+۱

براساس داده‌های موجود در این جدول، گونه‌های شیمیایی در بالاترین حالت اکسایش خود، فقط می‌توانند گیرندهٔ الکترون باشند و دیگر توانایی از دست دادن الکترون را نخواهند داشت؛ بنابراین در بالاترین حالت اکسایش خود همیشه اکسنده هستند. در نقطهٔ مقابل، گونه‌های شیمیایی در پایین‌ترین حالت اکسایش خود، فقط می‌توانند دهندهٔ الکترون باشند و دیگر توانایی جذب الکترون را ندارند؛ بنابراین در پایین‌ترین حالت اکسایش خود همیشه کاهنده هستند.

به عنوان مثال، در H_2S عدد اکسایش اتم گوگرد برابر ۲− (پایین‌ترین عدد اکسایش ممکن برای گوگرد) است؛ پس این ماده همیشه کاهنده خواهد بود، در حالی که در SO_3 عدد اکسایش اتم گوگرد برابر ۶+ (بالاترین عدد اکسایش ممکن برای گوگرد) است و این ماده همیشه اکسنده خواهد بود.

رنگنه در برخی از انواع واکنش‌های اکسایش ـ کاهش، اتم‌های اکسایش‌یافته و کاهش‌یافته متعلق به یک عنصر هستند. به واکنش مقابل توجه کنید:



سلول‌های سوختی

با وجود پیشرفت‌های ایجادشده در زمینهٔ تأمین انرژی، **سوخت‌های فسیلی** هم‌چنان مناسب‌ترین سوخت برای استفاده در **خودروها و نیروگاه‌ها** به شمار می‌روند. در رابطه با مصرف این سوخت‌ها، دو چالش عمده وجود دارد:

- استخراج و مصرف بی‌رویهٔ این سوخت‌ها سبب کاهش ذخایر آن‌ها شده است.
- افزایش استفاده از این سوخت‌ها سبب گسترش روزافزون آلودگی جهان شده است.

برای تبدیل انرژی شیمیایی ذخیره‌شده در سوخت‌ها به انرژی الکتریکی، از روش‌های زیر استفاده می‌شود:

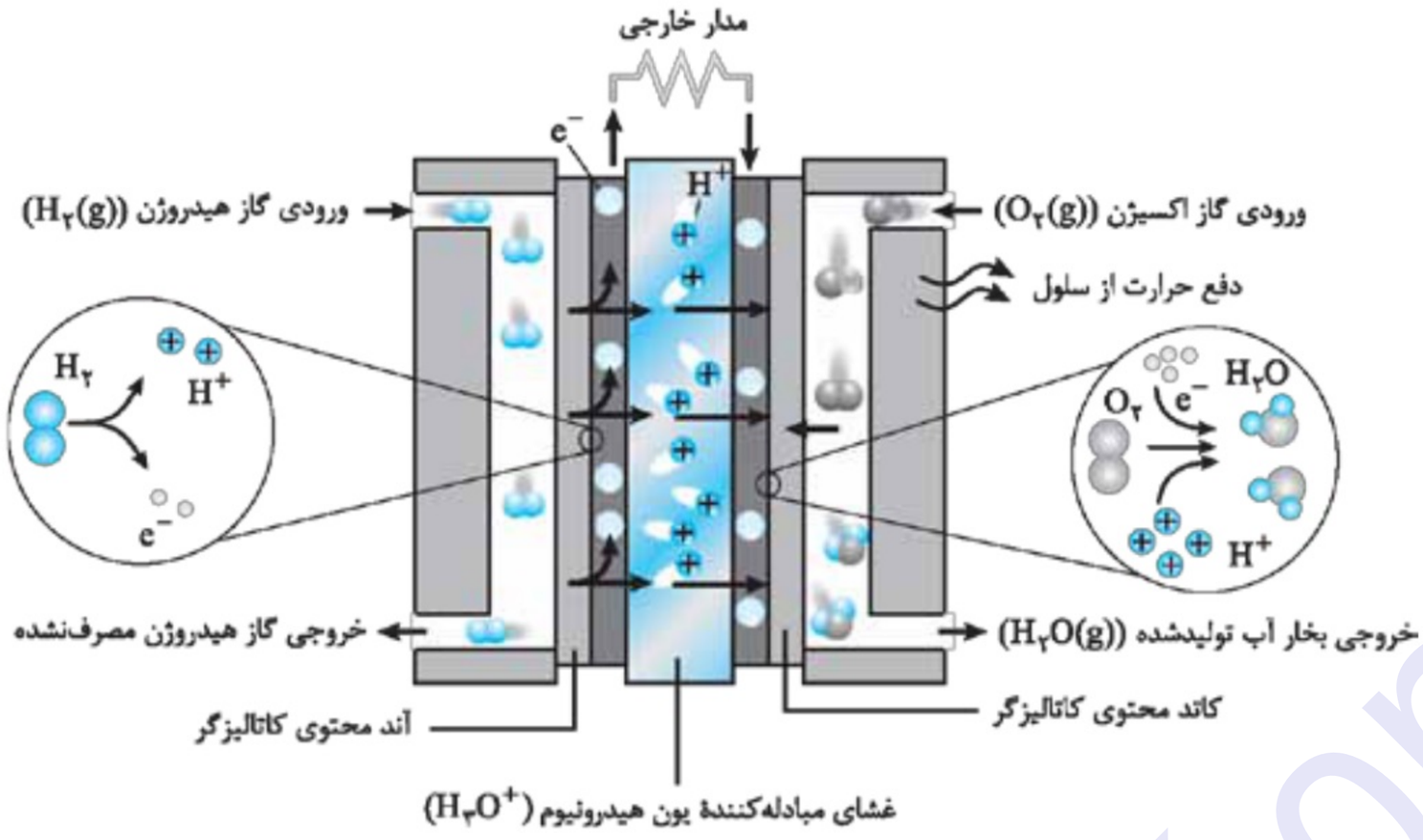


در روش اول، **انرژی شیمیایی** موجود در سوخت موردنظر پس از سوختن به **انرژی گرمایی** تبدیل شده و با تبخیر آب، سبب تولید بخار می‌شود. پس از آن، بخار تولیدشده سبب راه‌اندازی **توربین** شده و انرژی گرمایی به انرژی مکانیکی تبدیل می‌شود. انرژی مکانیکی تولیدشده توسط توربین نیز توسط ژنراتور (دینام) به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.

در روش دوم، سوخت موردنظر به طور مستقیم وارد سلول‌های سوختی شده و **انرژی شیمیایی** ذخیره‌شده در آن، **مستقیماً** به **انرژی الکتریکی** تبدیل می‌شود. از آن‌جا که در سلول‌های سوختی، انرژی شیمیایی سوخت‌ها به طور مستقیم به انرژی الکتریکی تبدیل شده و برخلاف نیروگاه‌ها، در این روش چند مرحلهٔ متوالی از تبدیل انرژی صورت نمی‌گیرد، **اتلاف انرژی به صورت گرما کم‌تر است** و درصد بیشتری از انرژی شیمیایی ذخیره‌شده در سوخت موردنظر به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.

کارکردهای سلول سوختی

سلول سوختی، نوعی سلول **گالوانی** است که توسط شیمی‌دان‌ها و برای گذر از تنگنای تولید انرژی و کاهش آلودگی محیط زیست پیشنهاد می‌شود. **رایج‌ترین** سلول سوختی، سلول هیدروژن ـ اکسیژن است که در آن گاز هیدروژن (H_2) به آرامی و تحت یک شرایط کنترل‌شده با گاز اکسیژن وارد واکنش شده و اکسید می‌شود.



طی این فرایند، **بخش زیادی** از انرژی شیمیایی ذخیره‌شده در مولکول‌های هیدروژن به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.

هر سلول سوختی از سه جزء تشکیل شده است که شامل **یک غشا، الکترود آند و الکترود کاتد** می‌شود. الکترودهای آندی و کاتدی به‌کاررفته در این سلول، دارای کاتالیزگرهایی هستند که به نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش سرعت می‌دهند.

در بخش آندی سلول‌های سوختی، مولکول‌های هیدروژن براساس نیم‌واکنش: $H_2(g) \rightarrow 2H^+(aq) + 2e^-$ اکسایش پیدا کرده و الکترون‌های حاصل از این نیم‌واکنش از طریق مدار خارجی به سمت بخش کاتدی جریان پیدا می‌کنند. یون‌های هیدروژن تولیدشده در این نیم‌واکنش نیز از طریق غشای مبادله‌کنندهٔ یون هیدرونیوم به سمت بخش کاتدی حرکت می‌کنند.

در بخش کاتدی سلول‌های سوختی، مولکول‌های اکسیژن با الکترون‌هایی که از سمت آند آمده و یون‌های هیدروژنی که از طریق غشای مبادله‌کنندهٔ یون هیدرونیوم رسیده‌اند، براساس نیم‌واکنش: $O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2O(g)$ واکنش داده و بخار آب را تولید می‌کنند.

واکنش کلی انجام‌شده در سلول‌های سوختی به صورت مقابل است: $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g)$

چندنکته

- در سلول‌های سوختی، **غشای مبادله‌کنندهٔ یون هیدرونیوم** فقط به یون‌های H^+ اجازهٔ عبور می‌دهد. این غشا، معادل با الکترولیت به کار رفته در سایر سلول‌های گالوانی بوده و همانند الکترولیت سایر سلول‌های گالوانی، یون‌های مثبت موجود در آن از سمت آند به سمت کاتد حرکت می‌کنند.
- در سلول‌های سوختی، همانند سایر سلول‌های گالوانی، الکترون‌ها در مدار خارجی از سمت آند به سمت کاتد جاری می‌شوند.
- به ازای مصرف یک مقدار مشخص از سوخت، سلول‌های سوختی انرژی الکتریکی بیشتری نسبت به نیروگاه‌های حرارتی تولید می‌کنند؛ پس می‌توان گفت که کارایی سلول‌های سوختی بیشتر از نیروگاه‌های حرارتی است.
- ولتاژ خروجی (emf) سلول‌های سوختی به طریق زیر قابل محاسبه است:

$$\left.\begin{array}{ll} \text{نیم‌واکنش کاهش: } O_2(g)+4H^+(aq)+4e^- \rightarrow 2H_2O(g) & E^\circ = +1/2\,V \\ \text{نیم‌واکنش اکسایش: } H_2(g) \rightarrow 2H^+(aq)+2e^- & E^\circ = 0/0\,V \end{array}\right\} \Rightarrow emf = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = 1/2 - 0 = 1/2\,V$$

- بازدهی سلول‌های سوختی از بازدهی موتورهای درون‌سوز، *مثل موتور خودروها*، بیشتر است به نحوی که سوزاندن گاز H_2 در موتور درون‌سوز بازدهی نزدیک به ۲۰ درصد دارد، در حالی که بازدهی فرایند اکسایش این گاز در سلول‌های سوختی نزدیک به ۶۰ درصد است.
- در سلول‌های سوختی تا زمانی که جریان ورود سوخت گازی برقرار باشد، تولید برق ادامه پیدا می‌کند اما به محض توقف جریان سوخت، تولید برق نیز متوقف می‌شود. به بیان دیگر، سلول‌های سوختی **توانایی ذخیرهٔ انرژی شیمیایی** را ندارند و کارکرد آن‌ها وابسته به تداوم جریان ورود سوخت است، در حالی که انواع باتری‌ها از جمله باتری‌های دگمه‌ای می‌توانند انرژی شیمیایی موجود در گونه‌های کاهنده و اکسنده را در خود ذخیره کنند.
- یکی از چالش‌های موجود در زمینهٔ کارکرد سلول‌های سوختی هیدروژن ـ اکسیژن، تأمین سوخت این سلول‌ها است. برقکافت آب (تجزیهٔ آب به عناصر هیدروژن و اکسیژن، به کمک جریان برق)، از جمله راه‌های موجود برای تأمین سوخت سلول‌های سوختی است.
- با پیشرفت علم و فناوری، سلول‌های سوختی تازه‌ای طراحی شده‌اند که در آن‌ها به جای گاز خطرناک هیدروژن، گاز متان مصرف می‌شود. در این نوع از سلول‌های گالوانی، گاز CH_4 به عنوان گونهٔ کاهنده در سمت آند اکسایش یافته و گاز O_2 نیز به عنوان گونهٔ اکسنده در سمت کاتد، کاهش پیدا می‌کند. واکنش کلی انجام‌شده در این سلول‌ها به صورت: $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g) + CO_2(g)$ است.

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

باتری‌ها

۳۹۲- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست هستند؟

۱) سلول‌های گالوانی، مشابه باتری‌ها بوده و از آن‌ها به عنوان منبع انرژی الکتریکی استفاده می‌شود.

۲) خاصیت کاهندگی اتم‌های سازندهٔ لیتیم، از خاصیت کاهندگی اتم‌های سازندهٔ سایر عناصر فلزی بیشتر است.

۳) در همهٔ باتری‌ها با انجام‌شدن نیم‌واکنش‌های آندی و کاتدی، جریان الکتریکی در مدار بیرونی برقرار می‌شود.

۴) باتری‌های روی ـ نقره، از جمله باتری‌های دگمه‌ای هستند که در آن‌ها فلز روی، قطب مثبت را تشکیل می‌دهد.

۳۹۳- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) در باتری‌های روی ـ نقره، مادهٔ کاهنده به حالت جامد (s) و مادهٔ اکسنده به حالت محلول در آب (aq) وجود دارد.

ب) باتری‌های دگمه‌ای از جمله باتری‌های لیتیمی هستند که در شکل‌ها و اندازه‌های گوناگون به کار می‌روند.

پ) با یک تیغهٔ مسی و تیغه‌ای دیگر مانند روی و با میوه‌ای مانند لیمو می‌توان یک باتری لیمویی ساخت.

ت) از عنصر لیتیم برای ساختن باتری‌های سبک‌تر، کوچک‌تر و با توانایی ذخیرهٔ بیشتر انرژی استفاده می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۹۴- همهٔ عبارت‌های زیر درست هستند، به‌جز:

۱) باتری‌هایی که در تلفن‌ها و رایانه‌های همراه به کار می‌روند، قابل شارژ بوده و در دستهٔ باتری‌های لیتیمی قرار دارند.

۲) در سری الکتروشیمیایی عنصرها، نیم‌واکنش کاهش یون‌های لیتیم در بالاترین نقطهٔ جدول قرار گرفته است.

۳) پسماندهای الکترونیکی به دلیل داشتن مواد شیمیایی گوناگون، سمی بوده و نباید در طبیعت رها یا دفن شوند.

۴) در صورت جایگزین‌کردن آند باتری‌های روی ـ نقره با فلز لیتیم، مقدار emf این باتری‌ها افزایش پیدا می‌کند.

۳۹۵- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) در باتری‌های روی ـ نقره، الکترون‌های تولیدشده در بخش آند از طریق مدار خارجی به سمت کاتد جاری می‌شوند.

ب) برخی از پسماندهای الکترونیکی به دلیل داشتن مقدار قابل توجهی از فلزهای ارزشمند، منبعی برای بازیافت این مواد هستند.

پ) برای محاسبهٔ emf باتری‌های روی ـ نقره باید E° نیم‌واکنش کاهش نقره را از E° نیم‌واکنش کاهش فلز روی کم کنیم.

ت) باتری، مولدی است که در آن واکنش‌های شیمیایی رخ می‌دهد تا کل انرژی شیمیایی موجود در مواد، به انرژی الکتریکی تبدیل شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۹۶- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) در باتری‌های روی ـ نقره، همانند سلول‌های گالوانی روی ـ هیدروژن، از فلز روی به عنوان گونهٔ کاهنده استفاده می‌شود.

۲) اگر قدرت اکسندگی یون Zn^{2+} بیشتر از یون Al^{3+} باشد، قدرت کاهندگی اتم‌های Zn بیشتر از اتم‌های Al خواهد بود.

۳) چگالی فلز لیتیم نسبت به سایر عناصر فلزی کم‌تر بوده و مقدار E° آن بیشتر از سایر عناصر فلزی است.

۴) اگر واکنش $A^{2+} + B \rightarrow A + B^{2+}$ به طور طبیعی انجام شود، فلز A در سری الکتروشیمیایی پایین‌تر از B قرار می‌گیرد.

عدد اکسایش

۳۹۷- جمع جبری عدد اکسایش اتم‌های کربن در مولکول بنزوئیک اسید با عدد اکسایش کدام عنصر در ترکیب داده‌شده برابر است؟ *(سراسری ریاضی ۹۴)*

۱) اتم S در پتاسیم سولفید ۲) اتم C در CH_2O ۳) اتم N در HNO_3 ۴) اتم Cl در $KClO_3$

۳۹۸- عدد اکسایش اتم کربن در اولین عنصر از خانوادهٔ کربوکسیلیک اسیدها، با عدد اکسایش کربن در کدام ترکیب برابر است؟

۱) MgC_2 ۲) $CaCO_3$ ۳) CF_4 ۴) KCN

۳۹۹- در واکنش سوختن کامل استون، مجموع تغییر عددهای اکسایش اتم‌های کربن کدام است؟ *(سراسری ریاضی ۹۵)*

۱) ۱۲ ۲) ۱۴ ۳) ۱۶ ۴) ۱۸

۴۰۰- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) عدد اکسایش همهٔ اتم‌های کربن موجود در ساختار مولکول‌های بنزن با هم برابر است.

۲) عدد اکسایش اتم‌های نیتروژن در یون نیترات، مشابه عدد اکسایش اتم‌های این عنصر در دی‌نیتروژن پنتااکسید است.

۳) عدد اکسایش اتم‌های کلر موجود در $Mg(ClO_3)_2$ از عدد اکسایش اتم‌های کلر موجود در ClF_3 کم‌تر است.

۴) در واکنش سوختن کامل متان، تغییرات عدد اکسایش اتم‌های کربن، ۴ برابر تغییرات عدد اکسایش اتم اکسیژن است.

۴۰۱- در تبدیل مولکول‌های HCN به مولکول‌های HOCN ، عدد اکسایش نیتروژن، ..... و عدد اکسایش کربن، ..... .

(سراسری ریاضی خارج از کشور ۹۶)

۱) تغییر نمی‌کند ـ دو واحد افزایش می‌یابد
۲) دو واحد افزایش می‌یابد ـ ثابت باقی می‌ماند
۳) تغییر نمی‌کند ـ یک واحد کاهش می‌یابد
۴) یک واحد افزایش می‌یابد ـ ثابت باقی می‌ماند

۴۰۲- چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟

آ) تفاوت بین بیشترین و کم‌ترین عدد اکسایش اتم‌های کربن در مولکول استون، برابر ۵ واحد است.
ب) در واکنش تجزیهٔ هیدروژن پراکسید، عدد اکسایش نیمی از اتم‌های اکسیژن موجود کاهش پیدا می‌کند.
پ) عدد اکسایش هیچ‌کدام از اتم‌های کربن موجود در ساختار مولکول پروپن، مشابه یکدیگر نیست.
ت) عدد اکسایش اتم‌های گوگرد موجود در $Na_2S_2O_7$ با عدد اکسایش اتم‌های منگنز در $CaMnO_4$ برابر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴۰۳- تغییر عدد اکسایش یک اتم کربن در واکنش سوختن کامل کدام دو ماده، با هم برابر است؟ *(سراسری تجربی ۹۴)*

۱) اتان و اتین ۲) اتان و بنزن ۳) اتین و اتن ۴) اتین و بنزن

۴۰۴- همهٔ عبارت‌های زیر درست‌اند، به‌جز:

۱) واکنش تجزیهٔ کلسیم کربنات به کلسیم اکسید و گاز کربن دی‌اکسید، نمونه‌ای از واکنش‌های اکسایش ـ کاهش است.
۲) در معادلهٔ $2Na_2O_2(s) \rightarrow 2Na_2O(s) + O_2(g)$ ، نیمی از اتم‌های اکسیژن موجود در واکنش، کاهش پیدا می‌کنند.
۳) اختلاف عدد اکسایش اتم‌های کربن موجود در ساختار هر یک از مولکول‌های اتانول برابر با ۲ واحد است.
۴) عدد اکسایش اتم‌های هیدروژن در ترکیب NaH برخلاف عدد اکسایش اتم‌های این عنصر در هیدروژن سولفید، برابر ۱− است.

۴۰۵- در کدام دو ترکیب، عدد اکسایش اتم مرکزی نابرابر است؟ *(سراسری تجربی خارج از کشور ۹۲)*

۱) SO_3 و $Na_2S_2O_7$ ۲) CrO_3 و $K_2Cr_2O_7$ ۳) Cl_2O_7 و $NaClO_4$ ۴) P_4O_6 و H_3PO_4

۴۰۶- چه تعداد از مطالب زیر نادرست است؟

آ) عدد اکسایش عناصر فلزی در ترکیب با عناصر مختلف، می‌تواند مقادیر مثبت، صفر و یا منفی را به خود اختصاص بدهد.
ب) طی واکنش شیمیایی $2KClO_3(s) \rightarrow 2KCl(s) + 3O_2(g)$ ، همهٔ اتم‌های اکسیژن موجود اکسایش پیدا می‌کنند.
پ) واکنش شیمیایی $NH_3(g) + O_2(g) \rightarrow NO(g) + H_2O(g)$ در دستهٔ واکنش‌های اکسایش ـ کاهش قرار دارد.
ت) در فرایند سوختن گاز کربن مونوکسید، عدد اکسایش هر اتم کربن شرکت‌کننده در واکنش، ۲ واحد افزایش پیدا می‌کند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴۰۷- در کدام‌یک از ترکیبات شیمیایی زیر، تفاوت بین حداکثر و حداقل عدد اکسایش اتم‌های کربن، بیشتر از سایر موارد است؟

۱) منتول ۲) بنزآلدهید ۳) بوتانوئیک اسید ۴) پروپیل متانوات

۴۰۸- چه تعداد از عبارت‌های داده‌شده درست هستند؟

آ) در واکنش بسپارش اتن، عدد اکسایش هر یک از اتم‌های کربن به اندازهٔ ۱ واحد کاهش پیدا می‌کند.
ب) قدرت اکسندگی یون‌های لیتیم، نسبت به قدرت اکسندگی یون‌های آهن (II) و مس (II) بیشتر است.
پ) حداکثر عدد اکسایش اتم‌های کربن موجود در ساختار هر یک از مولکول‌های استیرن، برابر صفر است.
ت) واکنش سوختن منیزیم همراه با تولید نور بوده و در آن عدد اکسایش اتم‌های اکسیژن به اندازهٔ ۲ واحد کاهش می‌یابد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴۰۹- برای ترکیبی با فرمول مولکولی $C_5H_{10}O$ ، چند ساختار متفاوت می‌توان رسم کرد که در آن‌ها عدد اکسایش اتم کربن متصل به اکسیژن برابر با ۱+ باشد؟

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۵ ۴) ۶

۴۱۰- چند مورد از مطالب زیر درست‌اند؟

آ) عدد اکسایش اتم‌های فسفر در فسفر پنتاکلرید، برابر ۵+ است.
ب) عدد اکسایش اتم کربن موجود در گروه عاملی در همهٔ انواع کربوکسیلیک اسیدها، مشابه هم است.
پ) تفاوت عدد اکسایش اتم نیتروژن در یون آمونیوم و یون نیترات، برابر با ۲ واحد است.
ت) تفاوت بین بیشترین و کم‌ترین عدد اکسایش اتم‌های کربن در مولکول ۲ـ هپتانون، برابر ۴ واحد است.
ث) عدد اکسایش اتم‌های نیتروژن در دی‌نیتروژن پنتااکسید، مشابه عدد اکسایش اتم کلر در ترکیب $NaClO_4$ است.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۴۱۱- در کدام‌یک از ترکیب‌های شیمیایی زیر، شمار اتم‌هایی از عنصر کربن که عدد اکسایش منفی دارند، نسبت به سایر ترکیبات متفاوت است؟

۱) بنزوئیک اسید ۲) ۲ ـ هپتانون ۳) بنزآلدهید ۴) بوتیل اتانوات

۴۱۲- کدام‌یک از عبارت‌های داده‌شده درست است؟

۱) واکنش شیمیایی $CaCl_2(aq) + KF(aq) \rightarrow KCl(aq) + CaF_2(s)$ نمونه‌ای از واکنش‌های اکسایش ـ کاهش است.

۲) در واکنش سوختن سدیم در حضور اکسیژن، به ازای مصرف هر مول گاز اکسیژن، دو مول الکترون بین اتم‌ها مبادله می‌شود.

۳) در واکنش اغلب عناصر فلزی با نافلزها، اتم‌های فلزی یک یا چند الکترون از دست می‌دهند و اکسایش پیدا می‌کنند.

۴) مولکول‌های اکسیژن در واکنش $4HCl + O_2 \rightarrow 2Cl_2 + 2H_2O$، به عنوان گونهٔ کاهنده شرکت می‌کنند.

۴۱۳- تفاوت عدد اکسایش اتم مرکزی در گونه‌های موجود در کدام گزینه بیشتر است؟

۱) نیتروژن تری‌کلرید و یون فسفات ۲) یون کربنات و گوگرد تری‌اکسید

۳) دی‌نیتروژن مونوکسید و یون سولفات ۴) گوگرد هگزافلوئورید و نیتروژن دی‌اکسید

۴۱۴- کدام موارد از عبارت‌های زیر درست هستند؟

آ) در فرایند انجام‌شده طی واردکردن گاز اتن به مخلوطی از آب و اسید، میانگین عدد اکسایش اتم‌های کربن تغییری نمی‌کند.

ب) همهٔ اتم‌های کربن موجود در ساختار مولکول‌های نفتالن، دارای عدد اکسایش منفی هستند.

پ) در معادلهٔ $CaO(s) + SO_2(g) \rightarrow CaSO_3(s)$، اتم‌های گوگرد شرکت‌کننده در واکنش، اکسایش پیدا می‌کنند.

ت) عدد اکسایش اتم نیتروژن در یون آمونیوم، با عدد اکسایش اتم‌های این عنصر در دی‌نیتروژن تری‌اکسید برابر است.

۱) آ و ت ۲) ب و ت ۳) آ و ب و پ ۴) فقط آ

۴۱۵- کدام‌یک از مطالب زیر، در رابطه با فرایند استخراج آهن از آهن (III) اکسید به کمک کربن، درست است؟

۱) طی این واکنش شیمیایی، عدد اکسایش اتم‌های اکسیژن افزایش پیدا می‌کند.

۲) این واکنش، همانند واکنش گاز اتن با برم مایع، در دستهٔ واکنش‌های اکسایش ـ کاهش قرار می‌گیرد.

۳) تغییرات عدد اکسایش اتم‌های کربن در این واکنش، مشابه واکنش $CO_2(g) + H_2(g) \rightarrow CO(g) + H_2O(g)$ است.

۴) در معادلهٔ موازنه‌شدهٔ این واکنش، مجموع ضرایب واکنش‌دهنده‌ها با مجموع ضرایب فراورده‌ها برابر است.

۴۱۶- کدام موارد از مطالب زیر درست است؟

آ) مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن موجود در ساختار یک آلکین n کربنه، برابر با $2n - 2$ است.

ب) واکنش میان مقداری کلسیم کربنات جامد با محلول هیدروکلریک اسید، از نوع اکسایش ـ کاهش است.

پ) میانگین عدد اکسایش اتم‌های کربن در گلوکز، با میانگین عدد اکسایش اتم‌های این عنصر در مالتوز برابر است.

ت) مولکول‌های هیدروژن سولفید، ناقطبی بوده و فقط می‌توانند در نقش یک عامل کاهنده در واکنش‌ها شرکت کنند.

۱) (ب) و (ت) ۲) (آ) و (پ) ۳) (ب) و (پ) ۴) (آ) و (ت)

۴۱۷- اگر فرمول شیمیای استرانسیم فسفات به صورت $Sr_3(PO_4)_2$ باشد، عدد اکسایش اتم‌های فسفر در این ترکیب شیمیایی با عدد اکسایش کدام عنصر در ترکیبات داده‌شده برابر است؟

۱) اتم کلر در $NaClO_4$ ۲) اتم کروم در $K_2Cr_2O_7$ ۳) اتم گوگرد در $Na_2S_2O_6$ ۴) اتم منگنز در K_2MnO_4

۴۱۸- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با ترکیبات آلی نادرست است؟

۱) بیشترین عدد اکسایش اتم‌های کربن در ترکیب استری موجود در موز، همانند مولکول‌های اتیل بوتانوات، برابر ۳+ است.

۲) بنزوئیک اسید، یکی از ترکیب‌های آلی موجود در بادام می‌باشد که بیشترین عدد اکسایش اتم‌های کربن در آن، برابر ۳+ است.

۳) متیل آمین، یکی از عوامل ایجادکنندهٔ بوی ماهی می‌باشد که عدد اکسایش اتم کربن موجود در آن برابر با ۲− است.

۴) ویتامین (ث)، یکی از ویتامین‌های محلول در آب می‌باشد که عدد اکسایش همهٔ اتم‌های اکسیژن سازندهٔ آن برابر ۲− است.

۴۱۹- مجموع ضرایب a، b، c، d و f در نیم‌واکنش زیر، پس از موازنه کدام است؟ *(سراسری تجربی ۹۴)*

$$a\,Mn^{2+}(aq) + b\,H_2O(g) \rightarrow c\,MnO_2(s) + d\,H^+(aq) + f\,e^-$$

۱) ۱۰ ۲) ۱۱ ۳) ۱۲ ۴) ۱۳

۴۲۰- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با واکنش میان گازهای هیدروژن و کلر نادرست است؟

۱) مولکول‌های هیدروژن به عنوان گونهٔ کاهنده و مولکول‌های کلر به عنوان گونهٔ اکسنده در آن شرکت می‌کنند.

۲) واکنش بین این گازها، برخلاف واکنش میان مولکول‌های برم و هیدروژن، در دمای اتاق به آرامی انجام می‌شود.

۳) عدد اکسایش اتم‌های هیدروژن در فراوردهٔ این واکنش، همانند مولکول‌های هیدروژن پراکسید، برابر با ۱+ است.

۴) عدد اکسایش اتم‌های کلر در فراوردهٔ این واکنش، مشابه عدد اکسایش اتم کلر در مولکول‌های HClO است.

۴۲۱- پس از موازنهٔ معادلهٔ واکنش‌های زیر، ضریب آب در واکنش (I) چند برابر ضریب آب در واکنش (II) می‌شود؟

I) $ClO_3^- + Cl^- + H^+ \rightarrow Cl_2 + H_2O$

II) $PbO_2 + HSO_4^- + H^+ + e^- \rightarrow PbSO_4 + H_2O$

۱) ۱ ۲) ۰/۵ ۳) ۱/۵ ۴) ۲

۴۲۲- کدام موارد از مطالب زیر درست هستند؟

آ) تفاوت عدد اکسایش اتم‌های کلر در Cl_2O_5 و یون ClO_4^-، مشابه به تفاوت عدد اکسایش منگنز در MnO_2 و یون MnO_4^{2-} است.

ب) در واکنش‌های اکسایش ـ کاهش، تعداد کاتیون‌های موجود در دو سمت معادلهٔ شیمیایی باید با هم برابر باشد.

پ) عدد اکسایش اتم‌های نیتروژن در $Ca(NO_2)_2$، مشابه عدد اکسایش اتم‌های این عنصر در پتاسیم نیترید است.

ت) اگر ترکیب X یک هیدروکربن حلقوی و سیرشده باشد، عدد اکسایش همهٔ اتم‌های کربن موجود در آن، با هم برابر است.

۱) ب، پ و ت ۲) آ و ت ۳) آ و پ ۴) فقط آ

۴۲۳- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) برای نوشتن نیم‌واکنش اکسایش در فرایند ترمیت، یون Fe^{3+} در سمت چپ معادله قرار می‌گیرد.

۲) در واکنش سوختن فورمیک اسید، تغییرات عدد اکسایش عناصر کاهنده و اکسندهٔ موجود در واکنش با هم برابر است.

۳) با ورود یک تیغهٔ مسی به محلول روی سولفات، اتم‌های مس به عنوان عامل کاهنده، اکسایش پیدا می‌کنند.

۴) در واکنش $2Cu_2S + 3O_2 \rightarrow 2Cu_2O + 2SO_2$، فقط نیمی از اتم‌های اکسیژن شرکت‌کننده در واکنش نقش اکسنده دارند.

۴۲۴- به ازای تولید هر مول یون آمونیوم براساس معادلهٔ موازنه‌نشدهٔ $NO_2^- + H_2O + H_2S + H^+ \rightarrow NH_4^+ + HSO_4^-$، چند لیتر گاز هیدروژن سولفید در شرایط استاندارد مصرف می‌شود؟

۱) ۲۲/۴ ۲) ۱۶/۸ ۳) ۲۸ ۴) ۱۴

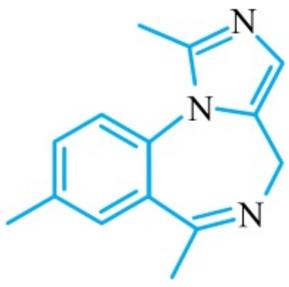
۴۲۵- با توجه به واکنش مقابل، کدام گزینه درست است؟ $MnO_4^-(aq) + H_2C_2O_4(aq) + H^+(aq) \rightarrow MnO_2(s) + H_2O(l) + CO_2(g)$ *(سراسری تجربی ۹۶)*

۱) انجام این واکنش، سبب کاهش pH محلول می‌شود.

۲) عدد اکسایش هر اتم منگنز در این واکنش، سه درجه کاهش می‌یابد.

۳) در این واکنش شیمیایی، اتم‌های اکسیژن نقش اکسنده دارند.

۴) با مصرف ۰/۱ مول $H_2C_2O_4(aq)$ در این واکنش، ۰/۱ مول الکترون مبادله می‌شود.



۴۲۶- ترکیب مقابل، دارای ..... پیوند اشتراکی در ساختار خود بوده و عدد اکسایش ..... مورد از اتم‌های کربن موجود در ساختار آن با میانگین عدد اکسایش اتم‌های کربن موجود در سیانواتن برابر است.

۱) ۴۰ ـ ۳ ۲) ۴۲ ـ ۳

۳) ۴۰ ـ ۴ ۴) ۴۲ ـ ۴

۴۲۷- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) عدد اکسایش همهٔ اتم‌های اکسیژن موجود در ساختار مولکول‌های اوزون یکسان است.

۲) الکترون‌های مورد نیاز برای انجام‌شدن نیم‌واکنش کاهش، توسط یک گونهٔ کاهنده تأمین می‌شوند.

۳) عدد اکسایش اتم‌های نیتروژن در منیزیم نیترات، مشابه عدد اکسایش اتم‌های این عنصر در نیتروژن دی‌اکسید است.

۴) واکنش گاز اتن با گاز هیدروژن کلرید، همانند واکنش استری‌شدن بین اتانول و اتانوئیک اسید، از نوع اکسایش ـ کاهش نیست.

۴۲۸- واکنش موازنه‌نشدهٔ $NH_3 + O_2 \rightarrow NO + H_2O$، ..... واکنش $Al_2O_3 + 12HF + 6NaOH \rightarrow 2Na_3AlF_6 + 9H_2O$، در دستهٔ واکنش‌های اکسایش ـ کاهش قرار می‌گیرد که در آن، گونهٔ ..... نقش ..... را دارد و به ازای مصرف هر مول اکسیژن طی این واکنش، ..... مول گاز نیتروژن مونوکسید تولید می‌شود.

۱) همانند ـ O_2 ـ اکسنده ـ ۱/۲۵ ۲) برخلاف ـ O_2 ـ اکسنده ـ ۱/۲۵

۳) برخلاف ـ NH_3 ـ کاهنده ـ ۰/۸ ۴) همانند ـ NH_3 ـ اکسنده ـ ۰/۸

۴۲۹- در معادلهٔ واکنش‌های زیر، پس از موازنه، نسبت میان مجموع ضرایب فراورده‌ها در واکنش (II) به مجموع ضرایب فراورده‌ها در واکنش (I) کدام است؟

I) $MnO_4^- + H_2S + H^+ \rightarrow Mn^{2+} + S + H_2O$

II) $Cr_2O_7^{2-} + Sn^{2+} + H^+ \rightarrow Sn^{4+} + Cr^{3+} + H_2O$

۱) ۰/۸ ۲) ۰/۷۵ ۳) ۱/۲۵ ۴) ۱/۵

۴۳۰- چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟ (E° الکترود استاندارد روی و نقره به ترتیب برابر ۰/۷۶− و ۰/۸+ ولت است.)

آ) در نیم‌واکنش تبدیل یون $S_2O_7^{2-}(aq)$ به یون سولفید، هشت الکترون در سمت چپ معادله وجود دارند.

ب) در سلول الکتروشیمیایی روی ـ نقره، در شرایط استاندارد اختلاف پتانسیل الکتریکی بین آند و کاتد برابر ۱/۵۶ ولت است.

پ) قدرت اکسندگی یون‌های روی و نقره در مقابل یون هیدروژن، به صورت $Zn^{2+} < H^+ < Ag^+$ است.

ت) در سلول گالوانی حاصل از اتصال SHE به الکترود استاندارد نقره، تیغهٔ نقره قطب مثبت سلول را تشکیل می‌دهد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴۳۱- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) برای انجام‌شدن واکنش‌های اکسایش ـ کاهش، وجود هر دو گونهٔ اکسنده و کاهنده لازم است.

۲) در واکنش سوختن متان، اتم‌های عنصر اکسنده با اکسایش گونهٔ کاهنده، کاهش پیدا می‌کنند.

۳) در سری الکتروشیمیایی، E° فلزهایی که قدرت کاهندگی بیشتری نسبت به مولکول‌های هیدروژن دارند، مثبت است.

۴) با ورود تیغهٔ روی به محلول مس (II) سولفات، یون‌های مس (II) کاهش پیدا کرده و رنگ محلول به مرور زمان کم‌رنگ‌تر می‌شود.

۴۳۲- نیم‌واکنش $HCN + 2OH^- \rightarrow HOCN + 2H_2O + 2e^-$ ، نشان‌دهندهٔ نیم‌واکنش ..... است که در آن گونهٔ CN نقش ..... دارد و عدد اکسایش اتم ..... طی این فرایند شیمیایی ..... .

۱) اکسایش ـ کاهنده ـ اکسیژن ـ دو واحد کاهش می‌یابد

۲) کاهش ـ اکسنده ـ نیتروژن ـ تغییری نمی‌کند

۳) کاهش ـ اکسنده ـ نیتروژن ـ دو واحد افزایش می‌یابد

۴) اکسایش ـ کاهنده ـ کربن ـ دو واحد افزایش می‌یابد

۴۳۳- پس از موازنهٔ واکنش $MnO_4^- + H_2SO_3 + H^+ \rightarrow Mn^{2+} + HSO_4^- + H_2O$ ، ضریب H_2O در معادلهٔ این واکنش، ..... برابر ضریب آب در معادلهٔ موازنه‌شدهٔ سوختن کامل ..... است.

۱) ۱/۵ ـ بوتین ۲) ۰/۴ ـ سیکلوپنتان ۳) ۰/۷۵ ـ پروپان ۴) ۲ ـ اتن

۴۳۴- کدام عبارت در رابطه با واکنش‌های موازنه‌نشدهٔ مقابل درست است؟

$$I)\ Al(s) + HCl(aq) \rightarrow AlCl_3(aq) + H_2(g)$$

$$II)\ Fe_2O_3(s) + CO(g) \rightarrow Fe(s) + CO_2(g)$$

۱) به ازای تولید هر مول گاز هیدروژن طی واکنش (I)، یک مول الکترون بین اتم‌ها مبادله می‌شود.

۲) پس از موازنه، شمار الکترون‌های مبادله‌شده در واکنش (I) با شمار این الکترون‌ها در واکنش (II) برابر است.

۳) عدد اکسایش برخی از اتم‌های اکسیژن موجود در واکنش‌دهنده‌ها در طول واکنش (II)، تغییر می‌کند.

۴) طی واکنش $2CH_3OH + O_2 \rightarrow 2CH_2O + 2H_2O$، برخلاف واکنش (II)، عدد اکسایش اتم‌های کربن افزایش می‌یابد.

۴۳۵- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

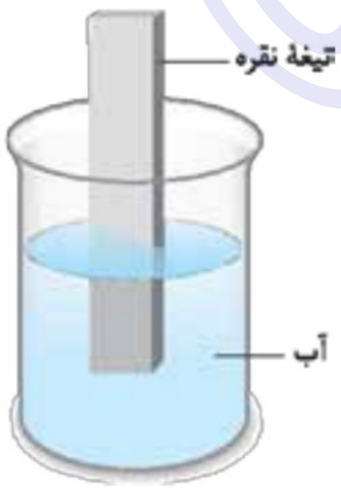
۱) با قراردادن یک تیغهٔ مسی در محلولی از روی سولفات، اتم‌های مس اکسایش یافته و دمای محلول افزایش پیدا می‌کند.

۲) در واکنش شیمیایی $4KClO_3(s) \rightarrow 3KClO_4(s) + KCl(s)$، ۷۵ درصد از اتم‌های کلر شرکت‌کننده در واکنش کاهش پیدا می‌کنند.

۳) در سلول‌های گالوانی، الکترون‌ها در مدار خارجی از سمت تیغه‌ای که E° کم‌تری دارد، به سمت تیغه‌ای با E° بیشتر حرکت می‌کنند.

۴) در سمت چپ نیم‌واکنش کاهش، گونهٔ کاهنده به همراه الکترون‌های مبادله‌شده در فرایند موردنظر دیده می‌شوند.

۴۳۶- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟



۱) در تصویر مقابل، اگر حجم آب برابر ۲ L باشد، با ریختن ۲ مول AgCl در آن، نیم‌سلول استاندارد نقره حاصل می‌شود.

۲) در واکنش $CH_2O + O_2 \rightarrow H_2CO_3$، نسبت تغییر عدد اکسایش عنصر کاهنده به عنصر اکسنده برابر با ۰/۵ است.

۳) عدد اکسایش اتم اکسیژن در مولکول‌های OF_2، همانند برخی از گونه‌های شیمیایی موجود در اتمسفر زمین، مثبت است.

۴) در واکنشی که منجر به تولید گاز اوزون در لایهٔ تروپوسفر می‌شود، عدد اکسایش اتم‌های نیتروژن افزایش پیدا می‌کند.

۴۳۷- کدام عبارت در رابطه با واکنش $NaH(s) + H_2O(l) \rightarrow NaOH(aq) + H_2(g)$ درست است؟ *(سراسری تجربی خارج از کشور ۹۲)*

۱) عنصر اکسنده و کاهنده در آن، یکی است.

۲) اتم اکسیژن، اکسنده و اتم هیدروژن، کاهنده است.

۳) نیم‌واکنش کاهش در آن $O + 2e^- \rightarrow O^{2-}$ است.

۴) عدد اکسایش همهٔ عنصرهای شرکت‌کننده در این واکنش تغییر می‌کند.

۴۳۸- با توجه به معادلهٔ موازنه‌نشدهٔ واکنش زیر، کدام عبارت درست است؟ *(سراسری تجربی خارج از کشور ۹۳)*

$$MnO_4^-(aq) + H^+(aq) + I^-(aq) \rightarrow Mn^{2+}(aq) + I_2(s) + H_2O(l)$$

۱) در این واکنش، یون یدید، گونهٔ اکسنده بوده و کاهش می‌یابد.

۲) به ازای مصرف هر یون MnO_4^- در این واکنش، پنج الکترون مبادله می‌شود.

۳) به ازای مصرف هر مول یون MnO_4^- در این واکنش، پنج مول $I_2(s)$ تولید می‌شود.

۴) در سلول گالوانی تشکیل‌شده برای این واکنش، کاتیون‌ها از دیوارهٔ متخلخل به سوی آند حرکت می‌کنند.

۴۳۹- چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟ $(E^\circ(Na^+/Na) = -2/71\,V \quad , \quad E^\circ(K^+/K) = -2/92\,V)$

آ) فلز سدیم می‌تواند عنصر پتاسیم را از محلول نمک‌های پتاسیم‌دار خارج کند، اما بر محلول نمک‌های حاوی یون‌های نقره اثری ندارد.

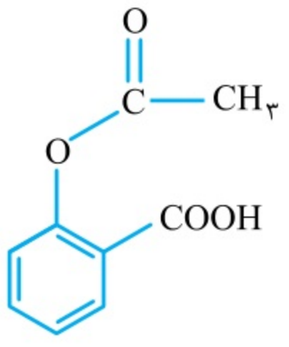
ب) در نیم‌واکنش تبدیل Mn_2O_3 به یون MnO_4^{2-} در محیط قلیایی، به ازای تولید هر مول MnO_4^{2-}، ۳ مول الکترون مبادله می‌شود.

پ) در جدول پتانسیل کاهشی استاندارد، در هر نیم‌واکنش الکترون‌ها در سمت چپ و گونهٔ کاهش‌یافته در سمت راست قرار می‌گیرد.

ت) برای تهیهٔ نیم‌سلول استاندارد باریم، می‌توانیم یک قطعه از این فلز را به همراه یک مول باریم سولفات، وارد یک لیتر آب خالص کنیم.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴۴۰- چند مورد از مطالب زیر درست است؟



آ) حداکثر عدد اکسایش اتم‌های C در ترکیب مقابل با حداکثر عدد اکسایش اتم‌های C در بنزوئیک اسید برابر است.

ب) در سلول گالوانی حاصل از اتصال SHE به نیم‌سلول استاندارد نقره، تیغهٔ نقره قطب منفی سلول را تشکیل می‌دهد.

پ) در هر یک از مولکول‌های سازندهٔ یک نمونه از پلی‌اتن سبک، عدد اکسایش همهٔ اتم‌های کربن با هم برابر است.

ت) پس واردکردن یک تیغهٔ فلزی از جنس طلا در محلولی از روی سولفات، دمای محلول افزایش پیدا می‌کند.

ث) مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن در اتیلن گلیکول، نصف مجموع عدد اکسایش اتم‌های اکسیژن در آن است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴۴۱- در کدام‌یک از واکنش‌های موازنه‌نشدهٔ زیر، به ازای تولیدشدن یک مولکول آب، شمار الکترون‌های بیشتری بین گونه‌های اکسنده و کاهنده مبادله می‌شود؟

۱) $HSO_4^- + Fe^{2+} + H_3O^+ \rightarrow Fe^{3+} + SO_2 + H_2O$

۲) $Cl_2 + NaOH \rightarrow NaCl + NaClO_3 + H_2O$

۳) $NO + HNO_3 \rightarrow NO_2 + H_2O$

۴) $H_2S + O_2 \rightarrow H_2O + SO_2$

۴۴۲- چه تعداد از مطالب زیر درست است؟

آ) تغییر عدد اکسایش اتم‌های کربن در واکنش سوختن کامل همهٔ اعضای خانوادهٔ سیکلوآلکان‌ها با هم برابر است.

ب) در واکنش $2C + 2H_2O \rightarrow CH_4 + CO_2$، به ازای تولید هر مول متان، ۸ مول الکترون بین اتم‌ها مبادله می‌شود.

پ) واکنش شیمیایی بین سدیم اکسید و آب که منجر به تولید سدیم هیدروکسید می‌شود، از نوع اکسایش ـ کاهش است.

ت) عدد اکسایش اتم مرکزی در یون نیترات، دو برابر عدد اکسایش اتم مرکزی در مولکول‌های PCl_3 است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

سلول‌های سوختی

۴۴۳- چه تعداد از مطالب زیر درست است؟

آ) نیم‌واکنش آندی سلول‌های سوختی هیدروژن ـ اکسیژن، مشابه نیم‌واکنش کاتدی در سلول گالوانی روی ـ هیدروژن است.

ب) مراحل مورد نیاز برای تبدیل انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی، در نیروگاه‌های حرارتی طولانی‌تر از سلول‌های سوختی است.

پ) در نیروگاه‌های حرارتی، فراورده‌های تولیدشده بر اثر سوزاندن سوخت، به طور مستقیم توربین را به حرکت درمی‌آورند.

ت) در نیروگاه‌های حرارتی، از انرژی گرمایی تولیدشده بر اثر سوزاندن سوخت، برای تبخیر آب استفاده می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴۴۴- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) هر سلول سوختی از کنار هم قرارگرفتن سه جزء اصلی که شامل یک غشا، الکترود آند و الکترود کاتد می‌شوند، تشکیل شده است.

۲) بازده تولید انرژی در فرایند اکسایش گاز H_2 در سلول‌های سوختی، ۳ برابر بازدهی سوزاندن این گاز در موتورهای درون‌سوز است.

۳) مقدار نیروی الکتروموتوری سلول‌های سوختی هیدروژن ـ اکسیژن، برابر با قرینهٔ E° نیم‌واکنش کاتدی انجام‌شده در این سلول‌ها است.

۴) در سلول‌های سوختی هیدروژن ـ اکسیژن، شمار الکترون‌های جاری‌شده در مدار خارجی با شمار پروتون‌های منتقل‌شده توسط غشا برابر است.

۴۴۵- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) در سلول سوختی هیدروژن ـ اکسیژن، همانند سلول گالوانی روی ـ مس، نیم‌واکنش کاهش در سطح کاتد انجام می‌شود.

ب) در نیروگاه‌های حرارتی، نسبت به سلول‌های سوختی مقدار بیشتری از انرژی حاصل از سوزاندن سوخت به شکل گرما تلف می‌شود.

پ) در حال حاضر، سوخت‌های فسیلی هم‌چنان مناسب‌ترین سوخت برای خودروها و نیروگاه‌ها به شمار می‌روند.

ت) یکی از چالش‌هایی که در کاربرد سلول‌های سوختی هیدروژن ـ اکسیژن خودنمایی می‌کند، تأمین سوخت این سلول‌ها است.

ث) سلول‌های سوختی متان ـ اکسیژن، رایج‌ترین نوع سلول‌های سوختی هستند و در آن‌ها گاز متان وارد آند سلول می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴۴۶- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با سلول‌های سوختی هیدروژن ـ اکسیژن درست است؟

۱) کارایی این سلول‌ها در تولید انرژی الکتریکی، از کارایی نیروگاه‌های حرارتی در تولید انرژی الکتریکی کم‌تر است.

۲) یون‌های هیدروژن و الکترون‌های مورد نیاز برای انجام‌شدن نیم‌واکنش کاهش این سلول‌ها، توسط نیم‌واکنش آندی تأمین می‌شوند.

۳) ضریب استوکیومتری الکترون در نیم‌واکنش‌های کاهش و اکسایش انجام‌شده در این سلول‌ها، با یکدیگر برابر است.

۴) در این سلول‌های گالوانی به ازای مصرف‌شدن هر مول اکسیژن در کاتد، $۱/۲۰۴\times۱۰^{۲۴}$ الکترون در مدار خارجی جریان پیدا می‌کند.

۴۴۷- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) در معادلهٔ $CaH_۲ + ۲H_۲O \rightarrow Ca(OH)_۲ + ۲H_۲$، اتم‌های اکسیژن با گرفتن الکترون در نیم‌واکنش کاهش شرکت می‌کنند.

ب) با استفاده از سلول‌های سوختی هیدروژن ـ اکسیژن، می‌توان ردپای کربن دی‌اکسید تولیدشده را کاهش داد.

پ) ولتاژ سلول گالوانی که در آن واکنش $Ca(s) + ۲H^+(aq) \rightarrow Ca^{۲+}(aq) + H_۲(g)$ انجام می‌شود، برابر $-E^\circ(Ca^{۲+}/Ca)$ است.

ت) در واکنش‌های شیمیایی از نوع اکسایش ـ کاهش، انتقال الکترون از گونهٔ اکسنده به گونهٔ کاهنده صورت می‌گیرد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴۴۸- اگر در یک سلول سوختی، از متانول به عنوان سوخت استفاده شود، مجموع مقادیر x، y و z در نیم‌واکنش $aCH_۳OH(l) + bH_۲O(l) \rightarrow xCO_۲(g) + yH^+(aq) + ze^-$، پس از موازنه کدام است؟ *(سراسری ریاضی ۹۷)*

۱) ۶ ۲) ۷ ۳) ۱۲ ۴) ۱۳

۴۴۹- کدام موارد از عبارت‌های زیر، جملهٔ داده‌شده را به درستی تکمیل می‌کند؟ $(Al = ۲۷ , Mg = ۲۴ : g.mol^{-۱})$

«در سلول‌های گالوانی $Mg - H_۲$، ..... »

آ) اگر تغییر جرم تیغهٔ آندی، ۱/۳۳ برابر تغییر جرم تیغهٔ آندی سلول $Al - H_۲$ باشد، حجم گاز $H_۲$ تولیدشده در این دو سلول برابر می‌شود.

ب) مقدار نیروی الکتروموتوری بیشتر از نیروی الکتروموتوری سلول گالوانی حاصل از اتصال نیم‌سلول‌های SHE و سدیم به یکدیگر است.

پ) برخلاف سلول سوختی هیدروژن ـ اکسیژن، مقدار گاز $H_۲$ واردشده به سلول، کم‌تر از مقدار گاز $H_۲$ خارج‌شده از آن است.

ت) پتانسیل کاهشی فلز موجود در محلول کاتدی، کم‌تر از پتانسیل کاهشی تیغهٔ فلزی موجود در محلول آندی است.

۱) (آ) و (ت) ۲) (ب) و (ت) ۳) (آ) و (پ) ۴) (ب) و (پ)

۴۵۰- کدام‌یک از عبارت‌های داده‌شده در رابطه با سلول سوختی هیدروژن ـ اکسیژن نادرست است؟

۱) برای محاسبهٔ emf این سلول‌ها، باید E° نیم‌واکنش $H_۲(g) \rightarrow ۲H^+(aq) + ۲e^-$ را از E° نیم واکنش کاتدی کم کنیم.

۲) در این سلول‌ها، آند و کاتد دارای کاتالیزگرهایی هستند که به نیم‌واکنش اکسایش و کاهش انجام‌شده در آن‌ها سرعت می‌بخشند.

۳) در این سلول‌ها، سوخت مورد نیاز در داخل سلول ذخیره نشده است و توسط یک منبع خارجی به سلول موردنظر وارد می‌شود.

۴) به ازای مصرف یک مقدار مشخص از سوخت، این سلول‌ها مقدار انرژی الکتریکی کم‌تری نسبت به نیروگاه‌های حرارتی تولید می‌کنند.

۴۵۱- کدام موارد از مطالب زیر در رابطه با سلول سوختی هیدروژن ـ اکسیژن درست است؟

آ) تغییر آنتالپی واکنش شیمیایی انجام‌شده در این سلول، برابر با تغییر آنتالپی واکنش سوختن گاز هیدروژن است.

ب) غشای مبادله‌کنندهٔ به کار رفته در آن، محتوی کاتالیزگر بوده و سرعت نیم‌واکنش‌های انجام‌شده را افزایش می‌دهد.

پ) در سلول سوختی هیدروژن ـ اکسیژن، الکترون‌ها به سمت الکترودی می‌روند که مولکول‌های $H_۲O$ در آن تولید می‌شوند.

ت) به ازای مصرف ۳۳/۶ لیتر گاز $O_۲$ در شرایط استاندارد، $۱/۸۰۶\times۱۰^{۲۴}$ یون $H_۳O^+$ از غشای مبادله‌کنندهٔ آن عبور می‌کند.

۱) (ب) و (پ) ۲) (آ) و (پ) ۳) (آ) و (ت) ۴) (ب) و (ت)

۴۵۲- در یک نمونه از سلول‌های سوختی هیدروژن ـ اکسیژن، $۳/۰۱\times۱۰^{۲۲}$ الکترون در طول مدت ۵ دقیقه در مدار خارجی جریان پیدا می‌کند. در طول این بازهٔ زمانی، سرعت متوسط تولید بخار آب برابر با چند مول بر ساعت است؟

۱) ۰/۶ ۲) ۰/۴۵ ۳) ۰/۳ ۴) ۰/۱۵

۴۵۳- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با سلول‌های سوختی هیدروژن ـ اکسیژن درست است؟ $(O=۱۶, H=۱: g.mol^{-۱})$

۱) در این سلول‌های سوختی، همانند سلول گالوانی روی ـ مس، به هنگام کارکرد سلول، به تدریج از جرم آند کاسته می‌شود.

۲) در باتری‌های روی ـ نقره، برخلاف این سلول‌های سوختی، نیم‌واکنشی که E° کوچک‌تری دارد، در سمت آند انجام می‌شود.

۳) در شرایط یکسان از نظر دما و فشار، چگالی گاز واردشده به آند این سلول‌های سوختی، ۱۶ برابر چگالی گاز واردشده به کاتد است.

۴) در این سلول‌های سوختی، گونهٔ کاهنده در مجاورت با آند و گونهٔ اکسنده نیز در مجاورت با کاتد مصرف می‌شوند.

۴۵۴- جرم‌های برابری از گازهای هیدروژن و اکسیژن را وارد یک سلول سوختی هیدروژن ـ اکسیژن می‌کنیم. اگر کل گاز اکسیژن واردشده به این سلول مصرف شده و ۵۴ گرم بخار آب نیز تولید شود، طی این فرایند ..... الکترون در مدار خارجی سلول سوختی جریان پیدا کرده است و در انتها نیز ..... گرم گاز هیدروژن به صورت دست‌نخورده از سلول خارج می‌شود. $(O=۱۶, H=۱: g.mol^{-۱})$

۱) $۳/۶۱۲\times۱۰^{۲۴}$ ـ ۴۲ ۲) $۱/۸۰۶\times۱۰^{۲۴}$ ـ ۴۲ ۳) $۱/۸۰۶\times۱۰^{۲۴}$ ـ ۳۶ ۴) $۳/۶۱۲\times۱۰^{۲۴}$ ـ ۳۶

۴۵۵- چه تعداد از عبارت‌های زیر در رابطه با سلول سوختی هیدروژن ـ اکسیژن درست هستند؟

آ) نوعی سلول گالوانی بوده و نیم‌واکنش $O_۲ + ۴H^+ + ۴e^- \rightarrow ۲H_۲O$ در مجاورت کاتد آن انجام می‌شود.

ب) در طول غشای مبادله‌کنندهٔ موجود در این سلول‌ها، کاتیون‌ها به سمت کاتد و آنیون‌ها به سمت آند حرکت می‌کنند.

پ) سلول سوختی نوعی سلول گالوانی است که برای گذر از تنگنای تأمین انرژی و کاهش آلودگی محیط زیست پیشنهاد شده است.

ت) در این سلول گالوانی، مولکول‌های بخار آب در سمت الکترودی که قطب منفی سلول را تشکیل می‌دهد، تولید می‌شوند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴۵۶- اگر در یک سلول سوختی به‌جای گاز هیدروژن از یک سوخت کم‌خطرتر مثل متان استفاده شود، ..... . $(C=۱۲, H=۱: g.mol^{-۱})$

۱) برای عبور همان شمار الکترون ناشی از مصرف یک مول گاز هیدروژن، باید ۴ گرم گاز متان در این سلول اکسید شود.

۲) تغییر عدد اکسایش گونهٔ کاهنده در این سلول، ۲ برابر تغییر عدد اکسایش گونهٔ اکسندهٔ شرکت‌کننده در آن می‌شود.

۳) برای ثابت‌ماندن مقدار گاز اکسیژن مصرف‌شده، حجم گاز متان اکسیدشده باید ۰/۵ برابر حجم گاز $H_۲$ اکسیدشده باشد.

۴) فراورده‌های حاصل از این سلول، آلایندگی کم‌تری نسبت به فراورده‌های حاصل از سلول‌های سوختی هیدروژن ـ اکسیژن دارند.

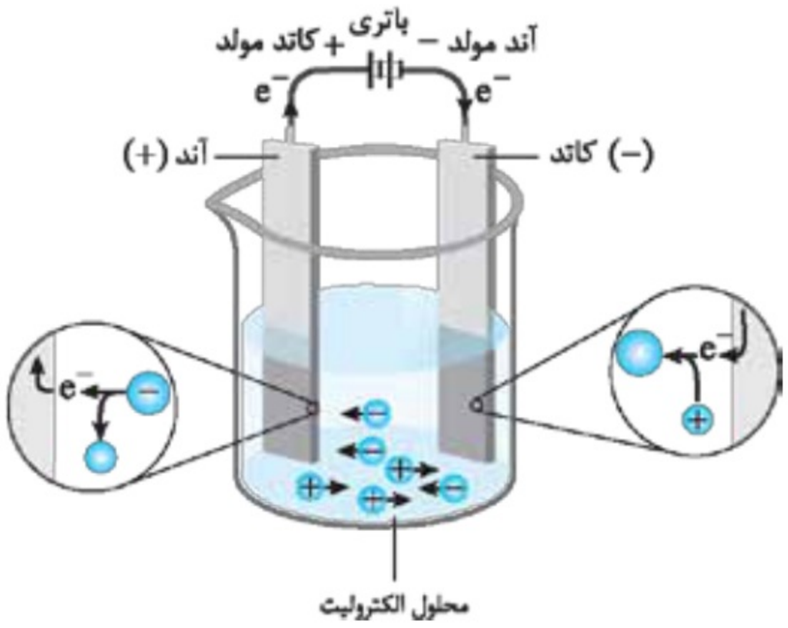
@Kotob_Konkor

بخش ۴ سلول‌های الکترولیتی

سلول‌های الکترولیتی

در سلول‌های گالوانی، یک واکنش شیمیایی طبیعی انجام شده و انرژی **شیمیایی** ذخیره‌شده در مواد واکنش‌دهنده به انرژی **الکتریکی** تبدیل می‌شود، در حالی که در سلول‌های الکترولیتی با اعمال یک ولتاژ خارجی توسط یک منبع جریان مثل باتری، یک واکنش شیمیایی با صرف **انرژی خارجی در خلاف جهت طبیعی** انجام شده و انرژی الکتریکی در آن‌ها به انرژی شیمیایی تبدیل می‌شود.

هر سلول الکترولیتی، شامل یک جفت الکترود می‌شود که از یک سو در محلول الکترولیت فرو رفته‌اند و از سوی دیگر به یک منبع جریان الکتریکی مثل باتری متصل شده‌اند. این الکترودها **در اغلب موارد** بی‌اثر بوده و در واکنش شیمیایی موردنظر شرکت نمی‌کنند و از جنس گرافیت یا پلاتین ساخته شده‌اند. در این سلول‌ها آند به قطب مثبت باتری و کاتد به قطب منفی باتری متصل شده است و الکترولیت موجود در آن‌ها نیز می‌تواند یک ترکیب یونی مذاب یا محلول یک مادهٔ یونی باشد. در هنگام اعمال یک ولتاژ خارجی به این سلول‌ها، یون‌های موجود در محلول تحت تأثیر جریان الکتریکی قرار گرفته و به سمت قطب‌های ناهم‌نام خود حرکت می‌کنند. در این شرایط، کاتیون‌ها به سمت کاتد (قطب منفی) و آنیون‌ها به سمت آند (قطب مثبت) حرکت می‌کنند تا به سطح الکترودها برسند و در نیم‌واکنش‌های کاهش و اکسایش شرکت کنند.



به عنوان مثال، تصویر مقابل نمونه‌ای از سلول‌های الکترولیتی را نشان می‌دهد:

چندنکته

- برقکافت (*یا هموِن الکترولیز*)، عبارت است از تجزیهٔ یک ترکیب یونی (مثل سدیم کلرید) و یا یک ترکیب مولکولی (مثل آب) به عناصر سازندهٔ آن به کمک جریان برق.
- در سلول‌های الکترولیتی، الکترون‌ها از طریق قطب منفی باتری به سمت کاتد جاری شده و در سطح کاتد، موجب کاهش کاتیون‌ها می‌شوند. از آن‌جا که در این نوع سلول‌ها کاتد الکترون‌ها را به سلول وارد می‌کند، پس کاتد به عنوان قطب منفی در نظر گرفته می‌شود.
- در سلول‌های الکترولیتی، نیم‌واکنش اکسایش در سطح آند انجام شده و الکترون‌های حاصل از این نیم‌واکنش، توسط تیغهٔ آند به سمت قطب مثبت باتری جاری می‌شوند. از آن‌جا که در این نوع سلول‌ها، آند الکترون‌ها را از سلول خارج می‌کند، پس آند به عنوان قطب مثبت در نظر گرفته می‌شود.
- در سلول‌های الکترولیتی، کاتیون‌ها به سمت کاتد رفته و در آن‌جا کاهش پیدا می‌کنند و آنیون‌ها نیز به سمت آند حرکت کرده و در آن‌جا اکسایش پیدا می‌کنند. *دیدین چی شد؟ این‌جا هم همهٔ (کاف)ها توی کاتد و همهٔ (الف)ها توی آند دارن انجام می‌شن.*
- اگر در یک سلول الکترولیتی، بیشتر از یک نوع گونهٔ کاهنده (گونه‌ای که قابل اکسیدشدن باشد، مثل آنیون‌های موجود در محلول) وجود داشته باشد، میان گونه‌های کاهندهٔ موجود در محلول برای از دست دادن الکترون رقابت ایجاد می‌شود. به رقابت موردنظر، به اصطلاح رقابت آندی گفته می‌شود و در آن گونه‌ای برنده می‌شود که تمایل بیشتری برای از دست دادن الکترون داشته باشد. به عبارت دیگر، گونه‌ای که E° کوچک‌تری داشته باشد و موقعیت آن در جدول پتانسیل‌های کاهش پایین‌تر باشد، در رقابت آندی پیروز شده و الکترون از دست می‌دهد.
- اگر در یک سلول الکترولیتی، بیشتر از یک نوع گونهٔ اکسنده (گونه‌ای که قابل کاهیده‌شدن باشد، مثل کاتیون‌های موجود در محلول) وجود داشته باشد، میان گونه‌های اکسندهٔ موجود در محلول برای به دست آوردن الکترون رقابت ایجاد می‌شود. به رقابت موردنظر، به اصطلاح رقابت کاتدی گفته می‌شود و در آن گونه‌ای برنده می‌شود که تمایل بیشتری برای گرفتن الکترون داشته باشد. به عبارت دیگر، گونه‌ای که E° بزرگ‌تری داشته باشد و موقعیت آن در سری الکتروشیمیایی بالاتر باشد، در رقابت کاتدی پیروز شده و الکترون به دست می‌آورد.

تست **نمونه‌ای از کلسیم کلرید مذاب، در یک سلول الکترولیتی در حال تجزیه‌شدن به عناصر سازندهٔ خود است. گاز کلر در مجاورت با تیغهٔ ..... این سلول تولید شده و به ازای اکسایش هر مول یون کلرید در این سلول، ..... مول یون کلسیم کاهش پیدا می‌کند.**

۱) آند ـ ۰/۵ ۲) آند ـ ۲ ۳) کاتد ـ ۰/۵ ۴) کاتد ـ ۲

پاسخ **گزینهٔ «۱»** واکنش کلی انجام‌شده در این سلول به صورت مقابل است: $2Cl^-(l) + Ca^{2+}(l) \rightarrow Cl_2(g) + Ca(l)$

گاز کلر، طی نیم‌واکنش اکسایش یون‌های کلرید و در مجاورت با تیغهٔ آند (قطب مثبت) تولید می‌شود. با توجه به معادلهٔ موازنه‌شدهٔ این واکنش، در ازای اکسایش یک مول یون کلرید، نیم مول یون کلسیم نیز کاهش پیدا می‌کند.

تست مقداری آلومینیم کلرید و سدیم یدید را به حالت مذاب درآورده و مخلوط موردنظر را برقکافت می‌کنیم. فراورده‌های حاصل از این فرایند کدام است؟

$E^\circ(Na^+ / Na) = -2/71\ V \quad E^\circ(Al^{3+} / Al) = -1/66\ V \quad E^\circ(I_2 / I^-) = 0/54\ V \quad E^\circ(Cl_2 / Cl^-) = 1/36\ V$

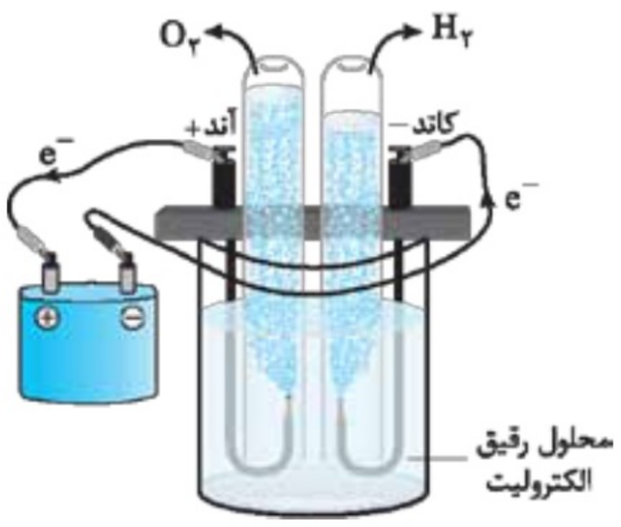
۱) سدیم و ید ۲) سدیم و کلر ۳) آلومینیم و ید ۴) آلومینیم و کلر

پاسخ **گزینهٔ «۳»** همان‌طور که گفتیم، در رقابت کاتدی (بین کاتیون‌ها) گونه‌ای با E° بیشتر و در رقابت آندی (بین آنیون‌ها) گونه‌ای با E° کم‌تر پیروز می‌شوند. گونه‌های برنده در آند و کاتد این سلول الکترولیتی به صورت زیر هستند:

رقابت آندی: $I^- \Rightarrow$ برنده $\Rightarrow 2I^- \rightarrow I_2 + 2e^-$ ؛ $Cl^- \Rightarrow$ بازنده

رقابت کاتدی $(-)$: $Na^+ \Rightarrow$ بازنده ؛ $Al^{3+} \Rightarrow$ برنده $\Rightarrow Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al$

برقکافت آب



برقکافت آب، یک نمونه از واکنش‌هایی است که به کمک سلول‌های الکترولیتی انجام می‌شود. طی این فرایند، مولکول‌های آب به عناصر سازندهٔ خود، یعنی **اکسیژن و هیدروژن**، تجزیه می‌شوند.

تصویر مقابل، یک سلول الکترولیتی که در حال برقکافت آب است را نشان می‌دهد:

نیم‌واکنش‌های آندی و کاتدی انجام‌شده در این سلول الکترولیتی به صورت زیر هستند:

نیم‌واکنش کاتدی (کاهش): $4H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 2H_2(g) + 4OH^-(aq)$

نیم‌واکنش آندی (اکسایش): $2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^-$

همان‌طور که مشخص است، مولکول‌های آب هم در نیم‌واکنش کاهش و هم در نیم‌واکنش اکسایش شرکت می‌کنند. به عبارت دیگر، طی این فرایند مولکول‌های آب هم اکسنده هستند و هم کاهنده.

چندنکته

- معادلهٔ واکنش کلی انجام‌شده طی برقکافت آب، به صورت: $2H_2O(l) \rightarrow 2H_2(g) + O_2(g)$ است. این واکنش دقیقاً برعکس واکنش انجام‌شده در سلول‌های سوختی هیدروژن ـ اکسیژن است و از آن برای تولید سوخت مورد استفاده در سلول‌های سوختی هیدروژن ـ اکسیژن استفاده می‌شود.
- از اکسایش آب در مجاورت آند، یون هیدروژن (H^+) و از کاهش آب در مجاورت کاتد، یون هیدروکسید (OH^-) تولید می‌شود. به خاطر تولید این یون‌ها، محلول اطراف آند خاصیت اسیدی پیدا کرده و محلول اطراف کاتد خاصیت بازی پیدا می‌کند. بر این اساس، رنگ کاغذ pH در اطراف محلول کاتدی آبی و در اطراف محلول آندی قرمز می‌شود.
- از آن‌جا که تعداد یون‌های هیدروکسید تولیدشده در کاتد با تعداد یون‌های هیدروژن تولیدشده در آند برابر است، محلول موردنظر به طور کلی خاصیت اسیدی یا بازی پیدا نکرده و pH آن همواره برابر ۷ باقی می‌ماند.
- طی برقکافت آب، گاز H_2 در کاتد و گاز O_2 در آند تولید می‌شود. با توجه به ضرایب استوکیومتری مواد در واکنش انجام‌شده، حجم گاز هیدروژن تولیدشده در کاتد دو برابر حجم گاز اکسیژن تولیدشده در آند است.
- آب خالص رسانایی الکتریکی ناچیزی دارد؛ از این‌رو برای برقکافت آن باید اندکی از یک مادهٔ الکترولیت را به آب اضافه کرد. البته، باید توجه داشته باشیم که آنیون‌ها و کاتیون‌های موجود در الکترولیت موردنظر، نباید در رقابت‌های آندی و کاتدی بر آب پیروز شوند چرا که در این صورت، از فرایند برقکافت گازهای H_2 و O_2 تولید نشده و مولکول‌های آب تجزیه نمی‌شوند.

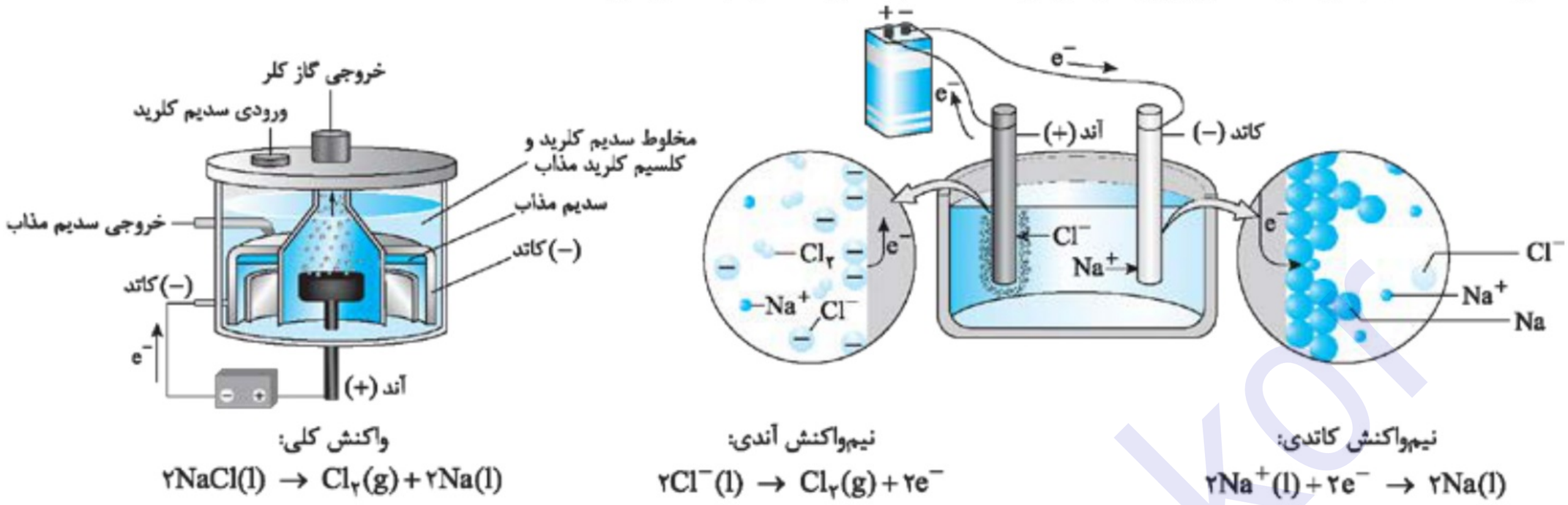
برقکافت سدیم کلرید مذاب

از آن‌جا که سدیم یک کاهندهٔ قوی با E° بسیار کوچک است، در طبیعت **به حالت آزاد یافت نشده** و در ترکیب‌های طبیعی و گوناگون خود، تنها به شکل یون سدیم (Na^+) وجود دارد. از این مشاهده‌ها می‌توان نتیجه گرفت که فلز سدیم بسیار **واکنش‌پذیر** بوده و یون‌های سدیم بسیار پایدارتر از اتم‌های سدیم هستند. به همین دلیل، برای تهیهٔ فلز سدیم باید انرژی زیادی را مصرف کرد.

چون یون‌های سدیم (Na^+) همانند یون‌های حاصل از دیگر فلزهای فعال، تمایل کمی به جذب الکترون داشته و خاصیت اکسندگی کمی دارند، در رقابت کاتدی در مقابل آب بازنده هستند و به همین خاطر اگر محلول آبی نمک‌های سدیم را برقکافت کنیم، مولکول‌های آب به جای یون‌های سدیم در مجاورت کاتد کاهیده می‌شوند و یون‌های سدیم (Na^+) در محلول باقی می‌مانند.

@Konkor

بنا بر دلایل گفته‌شده، فلز سدیم را نمی‌توان طی برقکافت محلول‌های آبی حاوی یون Na^+ به دست آورد در حالی که از برقکافت سدیم کلرید مذاب در یک سلول الکترولیتی می‌توان برای به دست آوردن فلز سدیم استفاده کرد. این فرایند، در یک سلول الکترولیتی ویژه که به *سلول دانز* معروف است، انجام می‌شود. تصاویر زیر، مراحل برقکافت سدیم کلرید مذاب را نشان می‌دهند:

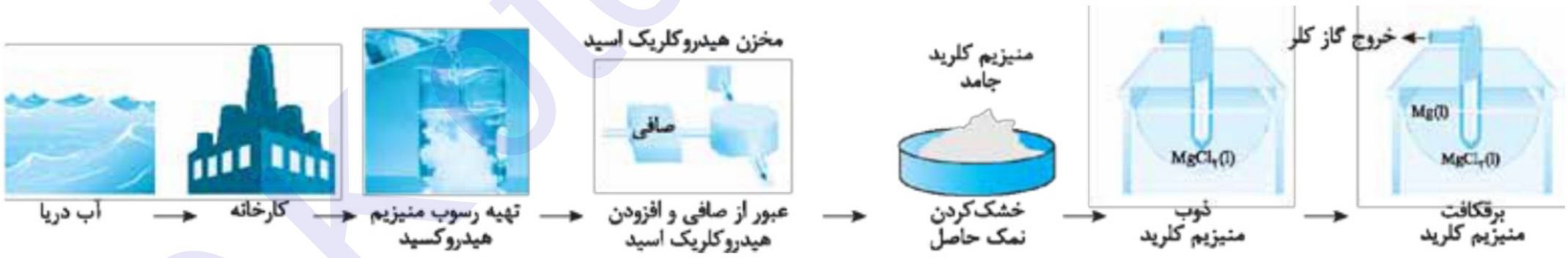


رچندنکته

- در سلول نشان داده شده، گاز کلر در مجاورت آند (قطب مثبت) و سدیم مذاب در مجاورت کاتد (قطب منفی) تولید می‌شود. از این سلول در صنعت برای تهیهٔ فلز سدیم استفاده می‌شود.
- سدیم کلرید خالص در دمای $801\ ^\circ C$ ذوب می‌شود. افزودن مقداری **کلسیم کلرید** به این ماده، دمای ذوب را تا حدود $587\ ^\circ C$ پایین آورده و سبب کاهش انرژی مورد نیاز برای ذوب سدیم کلرید می‌شود. از آن‌جا که $E^\circ(Ca^{2+}/Ca)$ کم‌تر از $E^\circ(Na^+/Na)$ است، وجود یون‌های Ca^{2+} در مخلوط واکنش مزاحمتی برای کاهش یون‌های Na^+ ایجاد نمی‌کند.
- واکنش شیمیایی انجام‌شده در این سلول، همانند واکنش انجام‌شده در سایر سلول‌های الکترولیتی، در خلاف جهت طبیعی به پیش رانده می‌شود.

تهیهٔ فلز منیزیم از آب دریا

بعد از سدیم، یون‌های منیزیم (Mg^{2+}) فراوان‌ترین کاتیون‌های موجود در آب دریا هستند. به همین خاطر، آب دریا یکی از منابع مورداستفاده برای استخراج فلز منیزیم به حساب می‌آید. تصویر زیر، مراحل استخراج این فلز از آب دریا را نشان می‌دهد:



پس از انتقال آب دریا به کارخانه، منیزیم موجود در آن را در قالب مادهٔ جامد و نامحلول منیزیم هیدروکسید $(Mg(OH)_2)$ رسوب داده و از سایر یون‌های موجود در آب جدا می‌کنند. در مرحلهٔ بعد، با اضافه‌کردن هیدروکلریک اسید به رسوب منیزیم هیدروکسید، آن را به منیزیم کلرید تبدیل کرده و پس از آن، آب موجود در محلول را تبخیر می‌کنند تا $MgCl_2(s)$ به دست بیاید. در مرحلهٔ آخر، منیزیم کلرید حاصل را ذوب کرده و به کمک جریان الکتریکی و یک سلول الکترولیتی آن را برقکافت می‌کنند تا فلز منیزیم مذاب $(Mg(l))$ و گاز کلر $(Cl_2(g))$ به دست بیایند. نیم‌واکنش‌های آندی و کاتدی انجام‌شده در این سلول به صورت زیر هستند:

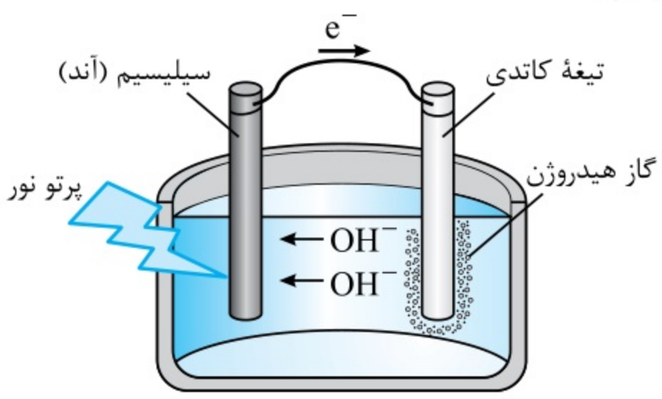
نیم‌واکنش آندی : $2Cl^-(l) \rightarrow Cl_2(g) + 2e^-$ نیم‌واکنش کاتدی : $Mg^{2+}(l) + 2e^- \rightarrow Mg(l)$

نکتهٔ ترکیبی: فلز منیزیم مادهٔ ارزشمندی است که از آن برای تهیهٔ آلیاژها، شربت معده و ... استفاده می‌شود.

سلول‌های نورالکتروشیمیایی

تا این‌جای کار، با برخی از سلول‌های الکتروشیمیایی که در آن‌ها با استفاده از نیروی الکتریسیته، یک واکنش شیمیایی در خلاف جهت طبیعی به پیش رانده می‌شد، آشنا شدیم. در برخی از انواع دیگر سلول‌های الکتروشیمیایی، شیمی‌دان‌ها برای انجام واکنش‌های اکسایش ـ کاهش، از انرژی نهفته‌شده در پرتوهای نور بهره می‌برند. به چنین سلول‌هایی *به اصطلاح*، سلول‌های نورالکتروشیمیایی می‌گویند.

تصویر زیر، یک نمونه از سلول‌های نورالکتروشیمیایی که برای تهیهٔ گاز هیدروژن از آب به کار می‌رود را نشان می‌دهد:



با تابش پرتوهای نور به سیلیسیم، نیم‌واکنش $Si(s)+2H_2O(l) \rightarrow SiO_2(s)+4H^+(aq)+4e^-$ انجام شده و الکترون‌های تولیدشده در این نیم‌واکنش، به سمت تیغهٔ کاتدی حرکت می‌کنند. در سمت کاتد، این الکترون‌ها براساس نیم‌واکنش $2H_2O(l)+2e^- \rightarrow H_2(g)+2OH^-(aq)$ با مولکول‌های آب واکنش داده و گاز هیدروژن را تولید می‌کنند. یون‌های هیدروکسید تولیدشده در سمت کاتد نیز به طرف آند حرکت کرده و در واکنش با یون‌های هیدروژن، مولکول‌های آب را تولید می‌کنند. نیم‌واکنش‌ها و واکنش کلی انجام‌شده در این سلول به صورت زیر است:

نیم‌واکنش آندی: $Si(s)+2H_2O(l) \rightarrow SiO_2(s)+4H^+(aq)+4e^- \;,\; E^\circ = -0/84\ V$

نیم‌واکنش کاتدی: $4H_2O(l)+4e^- \rightarrow 2H_2(g)+4OH^-(aq) \;,\; E^\circ = -0/83\ V$

واکنش کلی: $Si(s)+2H_2O(l) \rightarrow SiO_2(s)+2H_2(g) \quad , \quad emf = 0/01\ V$

با توجه به یافته‌های تجربی، علاوه بر emf، بازده و سرعت انجام واکنش در این سلول نیز بسیار کم است؛ اما چون طی این فرایند از یک منبع انرژی پاک و تجدیدپذیر (انرژی نهفته‌شده در پرتوهای نور) استفاده می‌شود، برخی از دانشمندان استفاده از این سلول برای تهیهٔ گاز هیدروژن را توصیه می‌کنند.

چندنکته

- در واکنش کلی انجام‌شده در این سلول، سیلیسیم به عنوان گونهٔ کاهنده و آب به عنوان گونهٔ اکسنده ایفای نقش می‌کنند.
- در این سلول الکتروشیمیایی، همانند سلول‌های گالوانی، انرژی الکتریکی تولید می‌شود. علاوه بر این، چون در سلول موردنظر مقدار emf بزرگ‌تر از صفر است، در این سلول همانند سلول‌های گالوانی، یک واکنش شیمیایی در جهت طبیعی به پیش رانده می‌شود.

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

سلول‌های الکترولیتی

۴۵۷- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) در سلول‌های سوختی، انرژی شیمیایی سوخت‌های فسیلی ابتدا به صورت گرما آزاد شده و سپس به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.

۲) بازدهی فرایند اکسایش گاز هیدروژن در سلول‌های سوختی، سه برابر بازدهی سوزاندن این گاز در موتورهای درون‌سوز است.

۳) در سلول‌های الکترولیتی، کاتد قطب منفی سلول را تشکیل داده و در مجاورت آن نیم‌واکنش کاهش انجام می‌شود.

۴) سلول سوختی، نوعی سلول گالوانی است که در آن نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش در دو محیط جدا از هم انجام می‌شوند.

۴۵۸- چه تعداد از مطالب زیر درست است؟

آ) در سلول‌های الکترولیتی، با اعمال یک ولتاژ خارجی، یک واکنش شیمیایی در خلاف جهت طبیعی به پیش رانده می‌شود.

ب) در سلول‌های الکترولیتی، گونه‌های اکسنده و کاهنده به ترتیب در مجاورت کاتد و آند این سلول‌ها مصرف می‌شوند.

پ) در سلول‌های الکترولیتی، الکترون‌های تولیدشده در قطب مثبت سلول به سمت قطب منفی جاری می‌شوند.

ت) در صورت اعمال ولتاژ در یک سلول الکترولیتی، کاتیون‌ها به سوی قطب مثبت و آنیون‌ها به سوی قطب منفی روانه می‌شوند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴۵۹- اگر برقکافت یک سلول الکترولیتی با ولتاژ ۱/۵ ولت قابل انجام باشد، با اتصال سلول گالوانی تشکیل‌شده از الکترودهای کدام دو فلز به آن، برقکافت در آن انجام می‌شود؟ *(سراسری تجربی ۹۳)*

$E^\circ(A^{2+}(aq)/A(s)) = -0/76\ V \quad , \quad E^\circ(B^{3+}(aq)/B(s)) = -0/44\ V$

$E^\circ(D^{2+}(aq)/D(s)) = +0/8\ V \quad , \quad E^\circ(E^{2+}(aq)/E(s)) = +0/34\ V$

۱) A و D ۲) B و D ۳) B و E ۴) D و E

۴۶۰- با توجه به نیم‌واکنش‌های مقابل: $M^{2+}(aq)+2e^- \rightarrow M(s) \;,\; E^\circ = -0/13\ V \;,\; Zn^{2+}(aq)+2e^- \rightarrow Zn(s) \;,\; E^\circ = -0/76\ V$ انجام‌شدن واکنش $M(s)+Zn^{2+}(aq) \rightarrow M^{2+}(aq)+Zn(s)$، همراه با ..... انرژی است و E° آن برابر ..... ولت است و این واکنش، در یک سلول ..... انجام می‌شود. *(سراسری ریاضی خارج از کشور ۹۳)*

۱) تولید، ۰/۸۹+، گالوانی ۲) تولید، ۰/۶۳+، الکترولیتی ۳) مصرف، ۰/۸۹−، گالوانی ۴) مصرف، ۰/۶۳−، الکترولیتی

۴۶۱- کدام‌یک از مطالب زیر، در رابطه با برقکافت سرب (II) کلرید مذاب در یک سلول الکتروشیمیایی نادرست است؟

۱) پس از پایان واکنش، رسانایی مادهٔ نهایی موجود در ظرف، برخلاف مادهٔ اولیهٔ موجود در آن، توسط الکترون‌ها انجام می‌شود.

۲) در اطراف الکترود متصل‌شده به قطب مثبت منبع تغذیه، فرایند اکسایش اتفاق افتاده و گاز کلر حاصل می‌شود.

۳) شمار مول‌های عنصر تولیدشده در آند این سلول الکترولیتی، ۲ برابر شمار مول‌های عنصر تولیدشده در کاتد آن است.

۴) در مدار بیرونی این سلول الکترولیتی، الکترون‌ها از سمت تیغهٔ آند به طرف کاتد حرکت می‌کنند.

۴۶۲- کدام موارد از مطالب زیر درست است؟

آ) اتم مرکزی در یون نیترات، همانند اتم مرکزی موجود در مولکول‌های گوگرد تری‌اکسید، نمی‌تواند اکسید شود.

ب) برای انجام‌شدن واکنش $Fe(s)+2Ag^{+}(aq) \rightarrow Fe^{2+}(aq)+2Ag(s)$، به یک سلول الکترولیتی نیاز است.

پ) واکنش گاز اتن با آب، برخلاف واکنش گاز اتن با بخار برم، در دستهٔ واکنش‌های اکسایش ـ کاهش قرار نمی‌گیرد.

ت) یکی از مواد تولیدشده در مراحل تهیهٔ فلز منیزیم از آب دریا، به عنوان ضداسید برای درمان بیماری معده کاربرد دارد.

۱) (آ) و (پ) ۲) (آ)، (ب) و (ت) ۳) (ب) و (پ) ۴) (آ)، (پ) و (ت)

۴۶۳- کدام‌یک از عبارت‌های داده‌شده نادرست است؟

۱) الکترودهای به کار رفته در سلول‌های الکترولیتی، عمدتاً از جنس گرافیت بوده و بی‌اثر هستند و در واکنش شرکت نمی‌کنند.

۲) در سلول‌های الکترولیتی، الکترود کاتدی به قطب منفی باتری و الکترود آندی نیز به قطب مثبت باتری متصل می‌شود.

۳) در سلول الکترولیتی مربوط به برقکافت کلسیم کلرید مذاب، گاز زردرنگ کلر در سمت تیغهٔ کاتد تولید می‌شود.

۴) در سلول الکترولیتی مربوط به برقکافت $NaBr(l)$، به ازای عبور هر مول الکترون در مدار خارجی، ۰/۵ مول برم تولید می‌شود.

۴۶۴- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با سلول‌های الکترولیتی درست است؟

۱) طی فرایند برقکافت در این سلول‌ها، گونه‌ای در سطح آند اکسایش پیدا می‌کند که پتانسیل کاهشی بزرگ‌تری داشته باشد.

۲) طی برقکافت یک نمونهٔ مذاب از کلسیم کلرید، نیم‌واکنش $2Cl^{-}(l) \rightarrow Cl_2(g)+2e^{-}$ در قطب مثبت انجام می‌شود.

۳) در این سلول‌ها، برخلاف سلول‌های گالوانی، جهت حرکت الکترون‌ها در مدار خارجی هم‌سو با جهت حرکت کاتیون‌ها در الکترولیت است.

۴) در سلول الکترولیتی مربوط به برقکافت کلسیم برمید، همانند فرایند تبدیل $HOBr$ به HBr، اتم‌های برم اکسایش پیدا می‌کنند.

۴۶۵- چه تعداد از عبارت‌های زیر، در رابطه با سلول الکترولیتی مربوط به برقکافت محلول سرب (II) برمید درست است؟

آ) از بخار ایجادشده در آند این سلول الکترولیتی، می‌توان برای تشخیص آلکن‌ها از هیدروکربن‌های سیرشده استفاده کرد.

ب) یون‌های مثبت موجود در محلول موردنظر، به سمت کاتد و یون‌های منفی در آن به سمت آند حرکت می‌کنند.

پ) کاتد موجود در این سلول الکترولیتی، برخلاف کاتد سلول‌های گالوانی، قطب مثبت را می‌سازد.

ت) عنصر ایجادشده در کاتد، در حالت جامد چکش‌خوار است و جریان گرما و الکتریسیته را به راحتی عبور می‌دهد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴۶۶- مقداری کلسیم برمید مذاب را در یک سلول الکترولیتی برقکافت می‌کنیم. در این سلول الکترولیتی، ..... $(Br=80, Ca=40 : g.mol^{-1})$

۱) جرم فراوردهٔ تولیدشده در سمت آند، دو برابر جرم فراوردهٔ تولیدشده در سمت کاتد است.

۲) انرژی الکتریکی به انرژی شیمیایی تبدیل شده و پایداری فراورده‌ها کم‌تر از واکنش‌دهنده‌ها است.

۳) برخلاف سلول‌های سوختی، الکترون‌ها در مدار خارجی از سمت آند به سمت کاتد جریان پیدا می‌کنند.

۴) الکترودی که نیم‌واکنش کاهش در مجاورت آن انجام می‌شود، قطب مثبت سلول را تشکیل می‌دهد.

۴۶۷- مخلوط مذابی از منیزیم برمید و سدیم برمید به جرم ۳۹ گرم را به طور کامل در یک سلول الکترولیتی برقکافت می‌کنیم. اگر طی این فرایند $2/408 \times 10^{23}$ الکترون در مدار خارجی جریان پیدا کرده باشد، یون‌های برمید چند درصد از شمار کل یون‌های موجود در مخلوط اولیه را تشکیل می‌داده‌اند؟ $(Br=80, Mg=24, Na=23 : g.mol^{-1})$

۱) ۷۲/۶ ۲) ۲۷/۴ ۳) ۵۷/۱ ۴) ۴۲/۹

۴۶۸- جرم‌های برابری از سدیم یدید مذاب و کلسیم برمید مذاب را در ظرف‌های مجزا به طور کامل برقکافت می‌کنیم. در این شرایط، مقدار جریان الکتریکی مصرف‌شده در ظرف محتوی کلسیم برمید، چند برابر مقدار جریان الکتریکی مصرف‌شده در ظرف دیگر است؟ $(I=127, Br=80, Ca=40, Na=23 : g.mol^{-1})$

۱) ۱/۲۵ ۲) ۱/۵ ۳) ۰/۸ ۴) ۱/۳۳

۴۶۹- مخلوطی از منیزیم کلرید و کلسیم برمید مذاب را وارد یک سلول الکترولیتی کرده و آن را برقکافت می‌کنیم. اگر جرم فراوردهٔ تولیدشده در کاتد این سلول، ۰/۱۵ برابر جرم فراوردهٔ تولیدشده در آند آن باشد، مقدار E° نیم‌واکنش کاهش کلر، ..... از مقدار E° نیم‌واکنش کاهش برم است و نیم‌واکنش کاهش منیزیم در سری الکتروشیمیایی نیز ..... از نیم‌واکنش کاهش کلسیم قرار می‌گیرد. $(Br=80, Ca=40, Cl=35/5, Mg=24 : g.mol^{-1})$

۱) کم‌تر ـ پایین‌تر ۲) کم‌تر ـ بالاتر ۳) بیشتر ـ پایین‌تر ۴) بیشتر ـ بالاتر

برقکافت آب

۴۷۰- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با نیم‌واکنش موازنه‌نشدهٔ $H_2O(l) + e^- \rightarrow H_2(g) + OH^-(aq)$ نادرست است؟

۱) پس از موازنه، مجموع ضرایب استوکیومتری فراورده‌های حاصل از آن برابر با ۳ می‌شود.

۲) مقدار E° آن نسبت به مقدار E° نیم‌واکنش $2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4e^- + 4H^+(aq)$ بیشتر است.

۳) این نیم‌واکنش شیمیایی در سمت کاتد سلول‌های الکترولیتی مربوط به فرایند برقکافت آب انجام می‌شود.

۴) همانند نیم‌واکنش موازنه‌نشدهٔ $Cl_2 + e^- \rightarrow Cl^-$، به ازای مصرف دو مول e^-، یک مول از مادهٔ اکسنده در آن کاهش می‌یابد.

۴۷۱- کدام موارد از مطالب زیر درست است؟ $(E^\circ(Mn^{2+}/Mn) < E^\circ(Zn^{2+}/Zn))$

آ) در ساختار سلول استفاده‌شده برای برقکافت آب، برخلاف سلول‌های گالوانی، یک دیوارهٔ متخلخل وجود ندارد.

ب) یک قطعهٔ منگنز، در مقایسه با یک قطعه از فلز روی، با سرعت بیشتری با محلول هیدروکلریک اسید واکنش می‌دهد.

پ) با افزایش قدرت کاهندگی گونهٔ فلزی به کار رفته در کاتد یک سلول گالوانی، مقدار emf آن سلول افزایش پیدا می‌کند.

ت) در سلول مربوط به برقکافت مخلوطی از $MnCl_2$ و $ZnCl_2$ مذاب، ابتدا لایهٔ نازکی از منگنز روی الکترود منفی رسوب می‌کند.

۱) (آ)، (ب) و (ت) ۲) (پ) و (ت) ۳) (آ) و (ب) ۴) (آ) و (پ)

۴۷۲- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) آب خالص رسانایی الکتریکی بالایی داشته و به کمک یک سلول الکترولیتی می‌توان مولکول‌های سازندهٔ آن را برقکافت کرد.

ب) در آند سلول الکترولیتی مربوط به برقکافت آب، نیم‌واکنش $2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^-$ انجام می‌شود.

پ) به هنگام برقکافت آب، مولکول‌های آب هم به عنوان گونهٔ اکسنده و هم به عنوان گونهٔ کاهنده در واکنش شرکت می‌کنند.

ت) محلول موجود در اطراف آند سلول الکترولیتی مورد استفاده برای برقکافت آب، رنگ کاغذ pH را به آبی تغییر می‌دهد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴۷۳- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با سلول الکترولیتی مربوط به برقکافت آب درست است؟ $(O = 16, H = 1 : g.mol^{-1})$

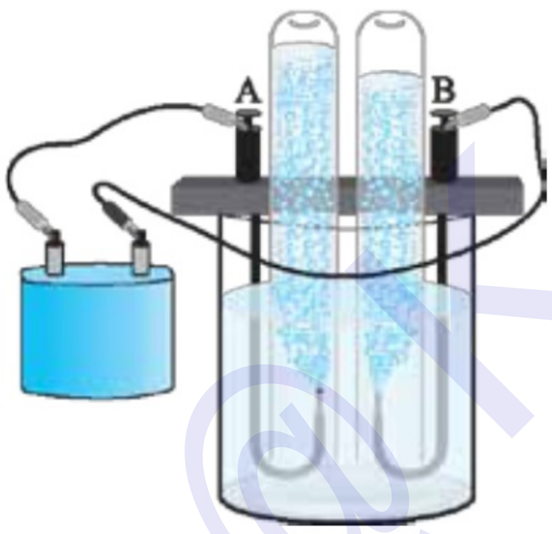
۱) در اطراف آند این سلول الکترولیتی، مقداری گاز اکسیژن تولیدشده و pH محلول موجود در این ناحیه افزایش پیدا می‌کند.

۲) در شرایط یکسان از نظر دما و فشار، چگالی گاز تولیدشده در آند این سلول ۱۶ برابر چگالی گاز تولیدشده در کاتد است.

۳) واکنش کلی انجام‌شده در این سلول، مشابه واکنش کلی انجام‌شده در سلول‌های سوختی هیدروژن ـ اکسیژن است.

۴) در مدار بیرونی این سلول الکترولیتی، الکترون‌ها از سمت قطب منفی سلول به طرف قطب مثبت جاری می‌شوند.

۴۷۴- سلول الکترولیتی مقابل، مربوط به برقکافت آب است. چند مورد از مطالب زیر در رابطه با این سلول درست هستند؟



آ) مولکول‌های آب موجود در محلول، از طرف اتم اکسیژن خود به سمت تیغهٔ A جهت‌گیری می‌کنند.

ب) پایداری فراورده‌های تولیدشده در این سلول الکترولیتی، از پایداری واکنش‌دهنده‌های آن بیشتر است.

پ) از فراوردهٔ حاصل در سمت A به عنوان سوخت رایج‌ترین نوع سلول‌های سوختی استفاده می‌شود.

ت) در هنگام کارکرد این سلول الکترولیتی، کاتیون‌های موجود در محلول به سمت تیغهٔ B حرکت می‌کنند.

۱) ۱

۲) ۲

۳) ۳

۴) ۴

۴۷۵- مقداری آب را برقکافت کرده و گاز اکسیژن تولیدشده بر اثر این فرایند را با مقدار کافی گاز NO_2 وارد واکنش می‌کنیم تا براساس معادلهٔ موازنه‌نشدهٔ $NO_2(g) + O_2(g) \rightarrow N_2O_5(g)$ به طور کامل مصرف شود. اگر در انتهای این فرایند، ۲۱/۶ گرم گاز N_2O_5 تولید شده باشد، چند گرم آب در ابتدای کار برقکافت شده است؟ $(O = 16, N = 14, H = 1 : g.mol^{-1})$

۱) ۱/۸ ۲) ۳/۶ ۳) ۵/۴ ۴) ۷/۲

۴۷۶- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) لیتیم کاهنده‌ترین عنصر فلزی بوده و در سری الکتروشیمیایی در موقعیت پایین‌تری نسبت به طلا قرار دارد.

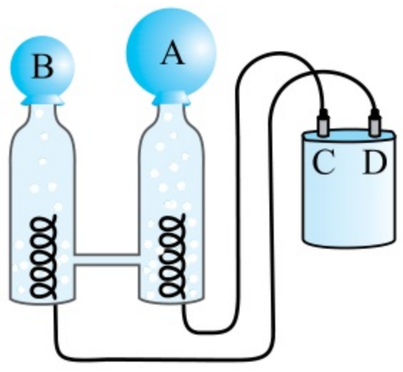
ب) طی واکنش انجام‌شده در فرایند هابر، گاز نیتروژن به عنوان گونهٔ کاهنده در واکنش موردنظر شرکت می‌کند.

پ) به هنگام کارکرد سلول الکترولیتی مربوط به برقکافت آب، به مرور محلول موجود در سلول خاصیت بازی پیدا می‌کند.

ت) در انواع سلول‌های الکترولیتی، الکترودی که به قطب منفی باتری متصل شده است، آند نامیده می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴۷۷- از سلول الکترولیتی مقابل، برای برقکافت آب استفاده می‌شود. چند مورد از مطالب زیر در رابطه با این وسیله درست است؟ $(O = ۱۶ , H = ۱: g.mol^{-۱})$



آ) به ازای عبور هر ۲ مول الکترون در مدار خارجی این سلول، ۱ مول گاز در کاتد تولید می‌شود.

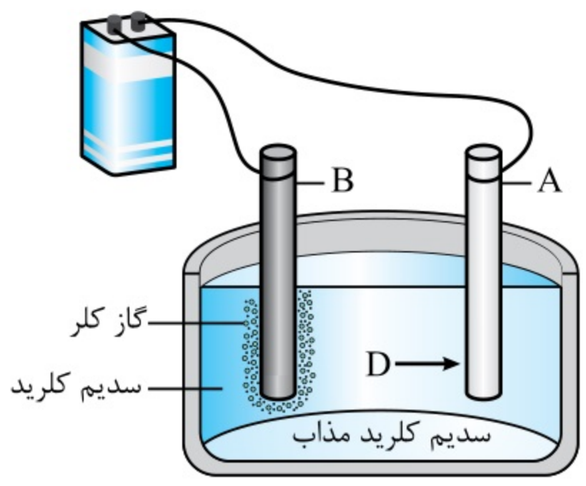
ب) در طول انجام‌شدن این فرایند شیمیایی، شعاع بادکنک کروی A همواره دو برابر شعاع بادکنک کروی B است.

پ) بخش D، نشان‌دهندهٔ قطب منفی باتری است و در اطراف الکترود متصل به آن، نیم‌واکنش اکسایش انجام می‌شود.

ت) جرم گاز تجمع‌یافته در بادکنک A در طول این فرایند، ۳۲ برابر جرم گاز تجمع‌یافته در بادکنک B است.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

برقکافت سدیم کلرید مذاب



۴۷۸- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با سلول مقابل درست است؟

۱) در این تصویر، تیغهٔ B کاتد سلول الکترولیتی نشان داده شده را تشکیل می‌دهد.

۲) با عبور جریان الکتریکی از درون الکترولیت، یک واکنش شیمیایی در جهت طبیعی به پیش رانده می‌شود.

۳) در مدار خارجی این سلول، الکترون‌ها از سمت الکترود B به سمت الکترود A می‌روند.

۴) معادلهٔ واکنش کلی انجام‌شده در این سلول به صورت $۲NaCl(aq) \rightarrow ۲Na(l) + Cl_۲(g)$ است.

۴۷۹- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) چون یون Na^+ بسیار پایدارتر از اتم سدیم است، برای تهیهٔ فلز سدیم از این یون‌ها باید انرژی زیادی مصرف کرد.

۲) در سلول گالوانی روی ـ هیدروژن، همانند سلول الکترولیتی مربوط به برقکافت آب، گاز هیدروژن تولید می‌شود.

۳) در صورت افزودن مقداری کلسیم کلرید به سدیم کلرید، دمای ذوب این ترکیب یونی کاهش پیدا می‌کند.

۴) اگر E° فلز A بیشتر از فلز B باشد، موقعیت فلز A در سری الکتروشیمیایی پایین‌تر از فلز B خواهد بود.

۴۸۰- غلظت یون Cl^- در محلولی از سدیم کلرید برابر با ۱۴۲۰ ppm است. پس از جداسازی و برقکافت سدیم کلرید موجود در ۲۰۰ کیلوگرم از این محلول در یک سلول الکترولیتی، ..... گرم فلز سدیم در مجاورت ..... این سلول به دست می‌آید. $(Cl = ۳۵/۵ , Na = ۲۳: g.mol^{-۱})$

۱) ۹۲ ـ قطب مثبت ۲) ۱۸۴ ـ قطب مثبت ۳) ۹۲ ـ قطب منفی ۴) ۱۸۴ ـ قطب منفی

۴۸۱- چند مورد از مطالب زیر در رابطه با سلول مربوط به برقکافت سدیم کلرید مذاب درست است؟

آ) به هنگام کارکرد این سلول‌های الکترولیتی، نیم‌واکنش $Na^+(s) + e^- \rightarrow Na(s)$ در اطراف کاتد انجام می‌شود.

ب) این سلول، در دستهٔ سلول‌های الکترولیتی قرار داشته و در صنعت از آن برای تهیهٔ فلز سدیم استفاده می‌شود.

پ) گونهٔ شرکت‌کننده در نیم‌واکنش کاهش این سلول، شعاع بزرگ‌تری نسبت به گونهٔ شرکت‌کننده در نیم‌واکنش اکسایش دارد.

ت) چون سدیم یک کاهندهٔ قوی است، از محلول آبی حاوی یون‌های سدیم نمی‌توان برای استخراج این فلز استفاده کرد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴۸۲- در یک کارگاه، از گاز کلر تولیدشده بر اثر برقکافت سدیم کلرید مذاب، برای تهیهٔ مایع سفیدکننده (محلول ۵ درصد جرمی از $NaClO(aq)$) براساس واکنش موازنه‌نشدهٔ $NaOH(aq) + Cl_۲(g) \rightarrow NaCl(aq) + NaClO(aq) + H_۲O(l)$ استفاده می‌شود. در این کارگاه به ازای تولید ۱/۱۵ kg فلز سدیم، به تقریب چند لیتر محلول سفیدکننده با چگالی $۱ g.mL^{-۱}$ تولید می‌شود؟ *(سراسری تجربی ۹۵)*

۱) ۳۵/۷۸ ۲) ۳۷/۲۵ ۳) ۵۱/۵۶ ۴) ۷۴/۵

۴۸۳- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با یک سلول الکترولیتی که در حال برقکافت سدیم کلرید مذاب می‌باشد، درست است؟

۱) در صورت اضافه‌کردن مقداری لیتیم کلرید مذاب به محتویات این سلول، نوع فراورده‌های حاصل از آن تغییری نمی‌کند.

۲) یون‌های کلرید در قطب منفی این سلول الکترولیتی اکسایش یافته و مولکول‌های دواتمی کلر را تولید می‌کنند.

۳) با کاهش یون‌های سدیم در مجاورت با آند موجود در این سلول الکترولیتی، شعاع این یون‌ها افزایش پیدا می‌کند.

۴) به ازای تولید هر مول فلز سدیم در این سلول، دو مول الکترون در مدار خارجی آن جریان پیدا می‌کند.

۴۸۴- در یک کارخانه، گاز کلر تولیدشده در سلول‌های مربوط به برقکافت سدیم کلرید مذاب را با گاز هیدروژن وارد واکنش کرده و از فراوردهٔ حاصل برای تولید یک پاک‌کنندهٔ خورنده استفاده می‌شود. در این کارخانه به ازای تولید هر بستهٔ ۶۰۰ میلی‌لیتری از محلول پاک‌کننده با $pH = ۰/۳$، چند گرم فلز سدیم در سلول‌های مربوط به برقکافت سدیم کلرید مذاب تولید می‌شود؟ $(Na = ۲۳ g.mol^{-۱})$

۱) ۲/۳ ۲) ۱۳/۸ ۳) ۴/۶ ۴) ۶/۹

۴۸۵- چند مورد از مطالب زیر در رابطه با سلول مربوط به برقکافت سدیم کلرید مذاب درست است؟

آ) در این سلول همانند سلول سوختی هیدروژن ـ اکسیژن، به مرور زمان تغییری در جرم تیغه‌های آندی و کاتدی ایجاد نمی‌شود.

ب) عنصر تولیدشده در مجاورت کاتد این سلول، کم‌ترین شعاع اتمی را در میان عناصر موجود در تناوب سوم دارد.

پ) در این سلول، همانند سلول گالوانی روی ـ مس، نیم‌واکنش اکسایش در مجاورت با تیغهٔ آند انجام می‌شود.

ت) عنصر تولیدشده در سمت آند این سلول، بیشترین واکنش‌پذیری را در میان عناصر هم‌گروه با خود دارد.

ث) در کاتد این سلول، گونه‌ای که E° بزرگ‌تری دارد کاهش یافته و گونه‌ای که E° کوچک‌تری دارد، در محلول باقی می‌ماند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴۸۶- طی برقکافت کامل یک نمونه از سدیم کلرید مذاب، ۹۶ لیتر گاز کلر در دمای $117\ ^\circ C$ و فشار ۲ اتمسفر تولید می‌شود. اگر فلز سدیم تولیدشده در این فرایند را در ۶۰ لیتر آب خالص حل کنیم، در صورتی که حجم محلول تغییر نکند، pH محلول حاصل چه‌قدر می‌شود؟

۱) ۱۳/۳ ۲) ۱۳/۵ ۳) ۱۳/۷ ۴) ۱۲/۷

تهیهٔ فلز منیزیم از آب دریا

۴۸۷- برای استخراج و جداسازی منیزیم از آب دریا، ابتدا این عنصر را به صورت مادهٔ نامحلول ..... رسوب می‌دهند و پس از عبور از صافی، فراوردهٔ حاصل را با محلول ..... وارد واکنش کرده و مادهٔ تولیدشده در این مرحله را به حالت ..... درمی‌آورده و وارد سلول برقکافت می‌کنند.

۱) منیزیم کلرید ـ هیدروکلریک اسید ـ محلول در آب
۲) منیزیم هیدروکسید ـ هیدروکلریک اسید ـ مذاب
۳) منیزیم کلرید ـ سدیم هیدروکسید ـ محلول در آب
۴) منیزیم هیدروکسید ـ سدیم هیدروکسید ـ مذاب

۴۸۸- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با فرایند برقکافت منیزیم کلرید مذاب درست است؟

۱) تعداد الکترون‌های مبادله‌شده در نیم‌واکنش کاهش آن، با تعداد الکترون‌های مبادله‌شده در نیم‌واکنش اکسایش برابر است.

۲) به ازای تولید هر مول فلز منیزیم در این فرایند، یک مول یون کلرید اکسایش یافته و به گاز کلر تبدیل می‌شود.

۳) در واکنش کلی انجام‌شده، یون‌های کلرید به عنوان گونهٔ اکسنده و یون‌های منیزیم به عنوان گونهٔ کاهنده شرکت می‌کنند.

۴) طی فرایند برقکافت این ماده، یون‌های کلرید به سمت کاتد و یون‌های منیزیم نیز به سمت تیغهٔ آند حرکت می‌کنند.

۴۸۹- چند مورد از مطالب زیر در رابطه با فلز منیزیم درست است؟

آ) برخلاف فلز سدیم، قدرت کاهندگی زیادی داشته و در دستهٔ فلزهای فعال قرار می‌گیرد.

ب) در گذشته برای تولید نور در هنگام عکاسی، از واکنش سوختن این عنصر فلزی استفاده می‌شده است.

پ) رسانایی گرمایی و الکتریکی بالایی داشته و در واکنش با عناصر نافلزی الکترون از دست می‌دهد.

ت) در دستهٔ فلزهای قلیایی قرار می‌گیرد و طی واکنش آن با هیدروکلریک اسید، گاز H_2 تولید می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴۹۰- کدام‌یک از عبارت‌های زیر درست هستند؟

۱) در سلول مربوط به برقکافت منیزیم کلرید، فلز منیزیم مذاب تولیدشده چگالی بیشتری نسبت به منیزیم کلرید مذاب دارد.

۲) پس از ورود یک قطعه کاغذ pH به محلول اطراف کاتد سلول الکترولیتی مربوط به فرایند برقکافت آب، رنگ کاغذ قرمز می‌شود.

۳) نیم‌واکنش اکسایش انجام‌شده در فرایند برقکافت منیزیم کلرید مذاب به صورت $2Cl^-(l) \rightarrow Cl_2(g) + 2e^-$ است.

۴) در هنگام کارکرد سلول گالوانی روی ـ مس، غلظت آنیون‌های حل‌شده در محلول موجود در نیم‌سلول آند کاهش پیدا می‌کند.

۴۹۱- چند مورد از مطالب زیر نادرست است؟

آ) در مراحل تهیهٔ فلز منیزیم از آب دریا، قبل از افزودن یون هیدروکسید به آب، آن را از صافی عبور می‌دهند.

ب) در واکنش $CO_2 + H_2 \rightarrow CO + H_2O$، گاز هیدروژن اکسایش یافته و گاز CO_2 نیز گونهٔ اکسنده است.

پ) برای استخراج منیزیم از آب دریا، ابتدا منیزیم هیدروکسید را ذوب کرده و سپس مادهٔ مذاب حاصل را برقکافت می‌کنند.

ت) در سلول گالوانی آلومینیم ـ مس، اتم‌های مس به تدریج اکسایش یافته و محلول موجود در نیم‌سلول آندی پررنگ‌تر می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴۹۲- از منیزیم تولیدشده طی فرایند برقکافت منیزیم کلرید مذاب در یک کارخانه، برای تهیهٔ آلیاژی از منیزیم و آلومینیم استفاده می‌شود که در آن به ازای هر ۳ اتم منیزیم، ۴ اتم آلومینیم وجود دارد. در این کارخانه به ازای تولید ۵/۶ متر مکعب گاز کلر در شرایط استاندارد، چند کیلوگرم از آلیاژ موردنظر تولید می‌شود؟ $(Al = 27, Mg = 24 : g.mol^{-1})$

۱) ۲۵ ۲) ۱۵ ۳) ۶ ۴) ۱۱

۴۹۳- غلظت یون منیزیم در یک نمونه از آب دریا برابر ppm ۱۳۴۴ است. منیزیم موجود در این آب را استخراج کرده و پس از واکنش آن با گاز اکسیژن، از فراوردهٔ حاصل برای تبدیل کربن دی‌اکسید تولیدشده در یک نیروگاه به مواد معدنی استفاده می‌شود. به کمک منیزیم استخراج‌شده از kg ۲۵ از آب این دریا، چند لیتر گاز کربن دی‌اکسید را در شرایط استاندارد می‌توان به مواد معدنی تبدیل کرد؟ ($Mg = 24\ g.mol^{-1}$)

۱) ۴۷/۰۴ ۲) ۱۵/۶۸ ۳) ۳۱/۳۶ ۴) ۶۲/۷۲

سلول‌های نورالکتروشیمیایی

۴۹۴- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با سلول‌های نورالکتروشیمیایی که برای تهیهٔ گاز هیدروژن از آب به کار می‌رود، نادرست است؟

۱) همانند سلول گالوانی آلومینیم ـ هیدروژن، گاز هیدروژن در سمت کاتد تولید می‌شود.

۲) مقدار emf این سلول کم است؛ اما بازدهی و سرعت انجام واکنش در آن بسیار بالا است.

۳) نیم‌واکنش کاتدی انجام‌شده در آن، مشابه نیم‌واکنش کاتدی انجام‌شده در سلول برقکافت آب است.

۴) در این سلول، برخلاف سلول‌های الکترولیتی، برای انجام واکنش اکسایش ـ کاهش از نور استفاده می‌شود.

۴۹۵- چه تعداد از عبارت‌های زیر در رابطه با سلول‌های نورالکتروشیمیایی که برای تهیهٔ گاز هیدروژن از آب به کار می‌رود، درست است؟

آ) ضریب الکترون در نیم‌واکنش آندی انجام‌شده در این سلول، پس از موازنه برابر با ۲ می‌شود.

ب) مقدار emf این سلول الکتروشیمیایی، همانند سلول گالوانی روی ـ آلومینیم، بزرگ‌تر از صفر است.

پ) در این سلول، مولکول‌های H_2O هم در نقش عامل اکسنده و هم در نقش عامل کاهنده، مصرف می‌شوند.

ت) در سلول الکتروشیمیایی موردنظر، همانند سلول‌های الکترولیتی، الکترون‌ها از سمت آند به طرف کاتد جاری می‌شوند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴۹۶- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) در سلول‌های الکترولیتی، همانند سلول‌های نورالکتروشیمیایی، یک واکنش الکتروشیمیایی در خلاف جهت طبیعی به پیش رانده می‌شود.

۲) در طول غشای استفاده‌شده در ساختار سلول‌های سوختی هیدروژن ـ اکسیژن، آنیون‌ها به سمت آند و کاتیون‌ها به سمت کاتد حرکت می‌کنند.

۳) گونهٔ کاهندهٔ استفاده‌شده در سلول‌های نورالکتروشیمیایی که برای تهیهٔ گاز H_2 از آب به کار می‌رود، در حالت جامد سطح صیقلی دارد.

۴) در سلول مربوط به برقکافت آب، سرعت تولید گاز در آند در مقیاس $mol.s^{-1}$، دو برابر سرعت تولید گاز در کاتد در همین مقیاس است.

@Kotob_Konkor

بخش ۵ خوردگی فلزات

خوردگی آهن

تا به این‌جای کار، با برخی از انواع واکنش‌های اکسایش ـ کاهش سودمند و مفیدی که به طور عمده در سلول‌های **گالوانی** و **الکترولیتی** انجام می‌شدند، آشنا شدیم. برخلاف این واکنش‌ها، در محیط پیرامون ما واکنش‌های اکسایش ـ کاهش زیادی مانند **سیاه‌شدن وسایل نقره‌ای**، **خوردگی آهن و سایر فلزات**، **فساد مواد غذایی** و ... در حال انجام‌شدن هستند که مطلوب ما نبوده و گاهی زیان‌هایی را به دنبال دارند.

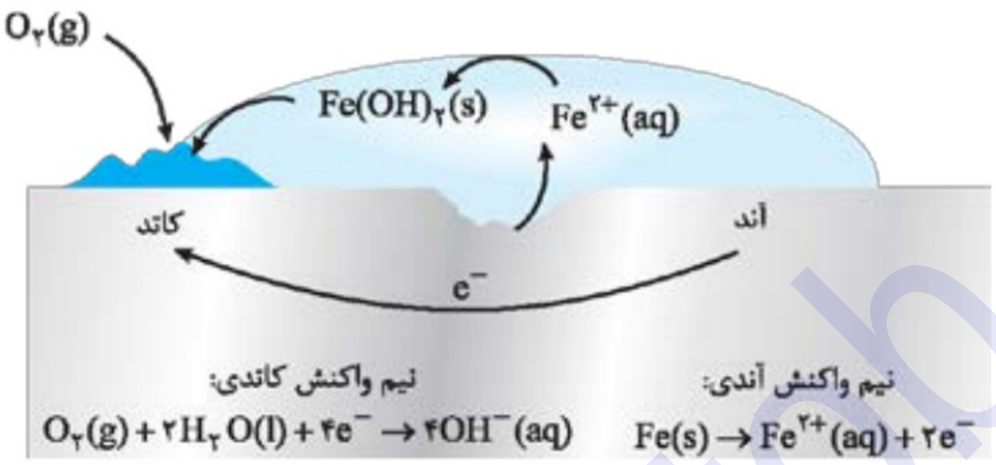
خوردگی

سالانه صدها میلیون تن از فلزهای گوناگون برای ساختن اسکلهٔ نفتی، اسکلت ساختمان‌ها و پل‌ها، کشتی، لوکوموتیو و راه‌آهن و ... مصرف می‌شود. هنگامی که فلزها در مجاورت با اکسیژن هوا قرار می‌گیرند، اغلب اکسایش یافته و به شکل اکسید درمی‌آیند. خوردگی به فرایند **تردشدن**، **خردشدن** و **فروریختن** فلزها بر اثر واکنش‌های اکسایش ـ کاهش گفته می‌شود. زنگ‌زدن آهن، تیره‌شدن نقره و زنگار سبز ایجادشده بر سطح مس، نمونه‌هایی از فرایند خوردگی هستند.

از آن‌جا که پتانسیل کاهشی (E°) اغلب فلزها کم‌تر از صفر بوده اما پتانسیل کاهشی اکسیژن بزرگ‌تر از صفر است، اتم‌های اکسیژن نسبت به اتم‌های فلزی تمایل بیشتری به گرفتن الکترون دارند و به عنوان یک عامل اکسنده می‌توانند از اتم‌های فلزی الکترون بگیرند و آن‌ها را اکسید کنند. با اکسیدشدن اتم‌های فلزی، فرایند خوردگی در اغلب موارد ادامه پیدا کرده و جسم فلزی موردنظر از بین می‌رود.

فرایند خوردگی آهن

آهن **پرمصرف‌ترین فلز در جهان** بوده و خوردگی آن خسارت‌های هنگفتی به اقتصاد کشورها وارد می‌کند به طوری که سالانه حدود ۲۰ درصد از آهن تولیدی برای جایگزینی قطعه‌های خورده‌شده مصرف می‌شود. تصویر مقابل، نمایی از واکنش‌های انجام‌شده در هنگام خوردگی آهن در مجاورت یک قطرهٔ آب را نشان می‌دهد. نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش، در دو بخش مجزا از قطعهٔ آهن (آند و کاتد) انجام می‌شوند. در بخش آند، اتم‌های آهن بر اساس نیم‌واکنش:



$Fe(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e^-$ اکسید شده و الکترون‌های حاصل از این فرایند توسط قطعهٔ آهن به طرف کاتد مهاجرت می‌کنند. در کاتد، مولکول‌های اکسیژن در حضور رطوبت هوا براساس نیم‌واکنش: $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$ کاهش پیدا می‌کنند.

از آن‌جا که کاتیون‌ها همواره به سمت کاتد حرکت می‌کنند، یون‌های Fe^{2+} تولیدشده در بخش آند از طریق قطرهٔ آب به سمت کاتد مهاجرت می‌کنند. این یون‌ها در محل کاتد با یون‌های $OH^-(aq)$ براساس معادلهٔ: $Fe^{2+}(aq) + 2OH^-(aq) \rightarrow Fe(OH)_2(s)$ وارد واکنش شده و رسوب آهن (II) هیدروکسید را تولید می‌کنند.

مجموع واکنش‌های انجام‌شده تا این مرحله به صورت: $2Fe(s) + 2H_2O(l) + O_2(g) \rightarrow 2Fe(OH)_2(s)$ است. از آن‌جا که اکسیژن یک اکسندهٔ بسیار قوی به شمار می‌رود، رسوب آهن (II) هیدروکسید تولیدشده مجدداً براساس معادلهٔ: $4Fe(OH)_2(s) + 2H_2O(l) + O_2(g) \rightarrow 4Fe(OH)_3(s)$ با مولکول‌های اکسیژن وارد واکنش شده و رسوب آهن (III) هیدروکسید را تولید می‌کنند.

نکتهٔ ترکیبی: رسوب آهن (II) هیدروکسید به رنگ سبز تیره و رسوب آهن (III) هیدروکسید نیز به رنگ قرمز آجری است.

چندنکته

- واکنش کلی انجام‌شده در هنگام زنگ‌زدن آهن به صورت: $4Fe(s) + 3O_2(g) + 6H_2O(l) \rightarrow 4Fe(OH)_3(s)$ است. برای انجام‌شدن این واکنش، حضور مولکول‌های آب و اکسیژن الزامی است.
- نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش انجام‌شده در هنگام مرحلهٔ دوم زنگ‌زدن آهن (تبدیل $Fe(OH)_2$ به $Fe(OH)_3$) به صورت زیر است:

نیم‌واکنش اکسایش: $Fe^{2+}(s) \rightarrow Fe^{3+}(s) + e^-$ نیم‌واکنش کاهش: $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$

- طی فرایند زنگ‌زدن آهن در محیط‌های خنثی و محیط‌های اسیدی، نیم‌واکنش‌های زیر انجام می‌شوند:

نیم‌واکنش کاهش اکسیژن در محیط خنثی: $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq); E^\circ = +0/40\ V$

نیم‌واکنش اکسایش اتم‌های آهن: $Fe(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e^-; E^\circ = -0/44\ V$

نیم‌واکنش کاهش اکسیژن در محیط اسیدی: $O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2O(l); E^\circ = +1/23\ V$

با توجه به مقدار E° واکنش‌های بالا، مقدار emf سلول‌های تشکیل‌شده در هر یک از محیط‌های اسیدی و خنثی را محاسبه می‌کنیم.

محیط خنثی : $emf = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = ۰/۴ - (-۰/۴۴) = ۰/۸۴\ V$

محیط اسیدی : $emf = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = ۱/۲۳ - (-۰/۴۴) = ۱/۶۷\ V$

همان‌طور که مشخص است، emf سلول تشکیل‌شده در **محیط اسیدی** بیشتر از emf سلول تشکیل‌شده در محیط‌های خنثی بوده و همین قضیه باعث افزایش سرعت خوردگی آهن در محیط‌های اسیدی می‌شود. توجه داریم که نیم‌واکنش اکسایش انجام‌شده در محیط‌های اسیدی و خنثی مشابه به هم است و تنها تفاوت این محیط‌ها در نیم‌واکنش‌های کاهشی انجام‌شده در آن‌ها می‌باشد. در واقع، مولکول‌های O_2 در محیط‌های اسیدی نسبت به محیط‌های خنثی اکسندهٔ قوی‌تری به شمار می‌روند.

◀ طلا، یکی از فلزهای نجیب است که براساس نیم‌واکنش مقابل اکسایش پیدا می‌کند: $Au(s) \rightarrow Au^{3+}(aq) + 3e^- \ ; \ E^\circ = ۱/۵۰\ V$ از آن‌جا که E° این نیم‌واکنش بزرگ‌تر از E° نیم‌واکنش کاهش اکسیژن است، مولکول‌های اکسیژن نمی‌توانند اتم‌های طلا را اکسید کنند و به همین علت، با گذشت زمان فلز طلا در هوای مرطوب و حتی در اعماق دریاها هم‌چنان درخشان باقی می‌ماند و زنگ نمی‌زند. فلز پلاتین نیز همانند طلا در دستهٔ فلزهای نجیب قرار دارد و حتی در محیط‌های اسیدی نیز دچار خوردگی نمی‌شود.

راه‌های جلوگیری از خوردگی آهن

همان‌طور که دیدیم، وسایل آهنی **در هوای مرطوب** زنگ زده و پس از آن دچار خوردگی می‌شوند. این فرایند، یک واکنش اکسایش ـ کاهش **نامطلوب و ناخواسته** است که در شهرهای بندری و ساحلی به مقدار بیشتری انجام می‌شود. برای جلوگیری از فرایند خوردگی آهن می‌توان از روش‌های زیر استفاده کرد:

◀ ایجاد پوشش محافظ: **ساده‌ترین راه** برای جلوگیری از خوردگی آهن، ایجاد یک پوشش محافظ بر روی آن است. این پوشش‌ها را می‌توان با روش‌هایی مانند رنگ‌زدن، قیراندودکردن و روکش‌دادن ایجاد کرده و از رسیدن اکسیژن و رطوبت به سطح آهن جلوگیری کرد. البته، به کمک چنین روش‌هایی **نمی‌توانیم** به طور کامل از خوردگی آهن جلوگیری کنیم، زیرا به تدریج اکسیژن و رطوبت از روزنه‌های موجود در این پوشش‌ها به درون آن‌ها نفوذ کرده و به سطح آهن می‌رسند و پس از آن، فرایند خوردگی آهن دوباره آغاز می‌شود.

◀ حفاظت کاتدی: در این روش، فلزی که قرار است در برابر خوردگی محافظت شود را در تماس با یک فلز دیگری قرار می‌دهند که **E° کوچک‌تر و تمایل بیشتری به از دست دادن الکترون** داشته باشد. در این شرایط، فلزهای موردنظر برای از دست دادن الکترون و اکسایش‌یافتن با یکدیگر رقابت می‌کنند. در چنین شرایطی، فلزی که E° کوچک‌تر و تمایل بیشتری به از دست دادن الکترون داشته باشد در نقش آند اکسید می‌شود. اما فلزی که E° بزرگ‌تری دارد در نقش کاتد ظاهر شده و در برابر خوردگی محافظت می‌شود. به این روش جلوگیری از خوردگی فلزها، به اصطلاح حفاظت کاتدی گفته می‌شود.

چندنکته

◀ رفتار همهٔ عناصر فلزی در برابر مولکول‌های اکسیژن یکسان نبوده و برخی از این عناصر در برابر خوردگی با اکسیژن مقاوم هستند. به عنوان مثال، با این‌که فلز آلومینیم E° بسیار کوچکی داشته و به سرعت با اکسیژن هوا واکنش می‌دهد و به Al_2O_3 تبدیل می‌شود، اما در برابر خوردگی مقاوم است. علت این موضوع آن است که آلومینیم اکسید تولیدشده لایه‌ای چسبنده و متراکم را در سطح فلز باقی‌مانده ایجاد می‌کند که باعث جلوگیری از نفوذ اکسیژن و رطوبت به لایه‌های زیرین شده و از زنگ‌زدن لایه‌های درونی آلومینیم جلوگیری می‌کند. فلزات قلع (Sn) و روی (Zn) نیز به طریق مشابه در برابر خوردگی مقاوم هستند. به خاطر وجود این ویژگی، از فلزهای موردنظر می‌توان برای ایجاد یک لایهٔ محافظ بر روی سطح دیگر عناصر فلزی از جمله آهن استفاده کرد. *اگه از شیمی دهم یادتون باشه، یکی از علت‌های استفاده از آلومینیم به عنوان روکش سیم‌های انتقال برق، همین ویژگی آلومینیم هست.*

◀ برای حفاظت کاتدی آهن، می‌توانیم از فلزهایی مثل **روی و منیزیم** استفاده کنیم. E° این عناصر کم‌تر از E° آهن بوده و موقعیت آن‌ها در سری الکتروشیمیایی پایین‌تر از موقعیت آهن است.

◀ در روش محافظت کاتدی، فلزی که E° کوچک‌تری دارد، اکسید می‌شود. طی این فرایند، فلزی که E° بزرگ‌تری دارد به عنوان کاتد در برابر خوردگی محافظت می‌شود. در واقع اتم‌های این عنصر فلزی الکترون‌ها را از اتم‌های فلز دیگری که E° کوچک‌تری داشته است دریافت می‌کنند. اما از آن‌جا که اتم‌های فلزی نمی‌توانند الکترون بگیرند و به آنیون تبدیل شوند، این الکترون‌ها را به یک گونهٔ اکسنده مثل اکسیژن تحویل می‌دهند. *نمونهٔ این فرایند رو توی درس‌نامهٔ بعدی می‌تونید ببینید.*

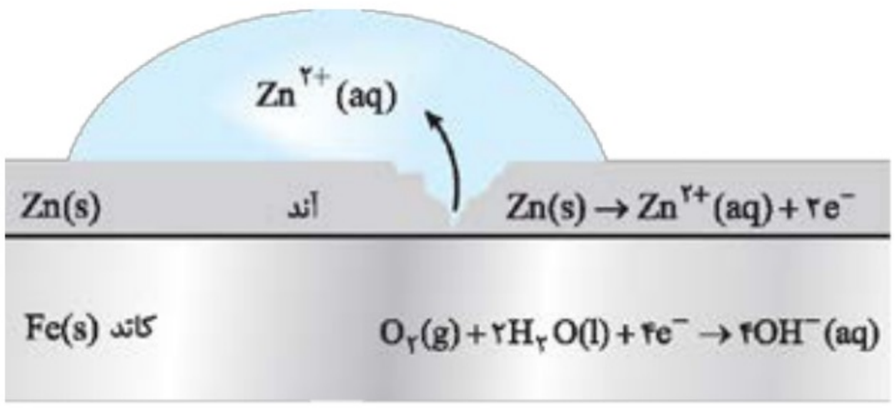
◀ اگر فلز آهن در تماس با یک فلز دیگر که E° بزرگ‌تری دارد قرار بگیرد، نه تنها از خوردگی محافظت نمی‌شود بلکه به عنوان محافظ کاتدی فلز موردنظر شروع به اکسیدشدن می‌کند و با سرعت تندتری خورده می‌شود.

آهن گالوانیزه و ورقهٔ حلبی

همان‌طور که گفتیم، یکی از راه‌های محافظت از آهن در مقابل خوردگی، پوشاندن سطح آن با فلزهای دیگر است. **آهن گالوانیزه** (آهن سفید) و **ورقه‌های حلبی**، نمونه‌هایی از ورقه‌های آهنی پوشیده‌شده با سایر فلزات هستند.

آهن گالوانیزه

به ورقه‌های آهنی که سطح آن‌ها با لایهٔ نازکی از **فلز روی** پوشیده شده باشد، آهن گالوانیزه یا آهن سفید گفته می‌شود. تصویر مقابل، یک قطعه از آهن گالوانیزه را نشان می‌دهد:



تا قبل از ایجاد هر گونه خراشی در سطح آهن گالوانیزه، فلز روی به عنوان یک **پوشش محافظ** از خوردگی آهن جلوگیری می‌کند. توجه داریم که در این شرایط خود روی نیز به خاطر ایجادشدن یک لایهٔ متراکم از $ZnO(s)$ در سطح آن، دچار خوردگی نمی‌شود.

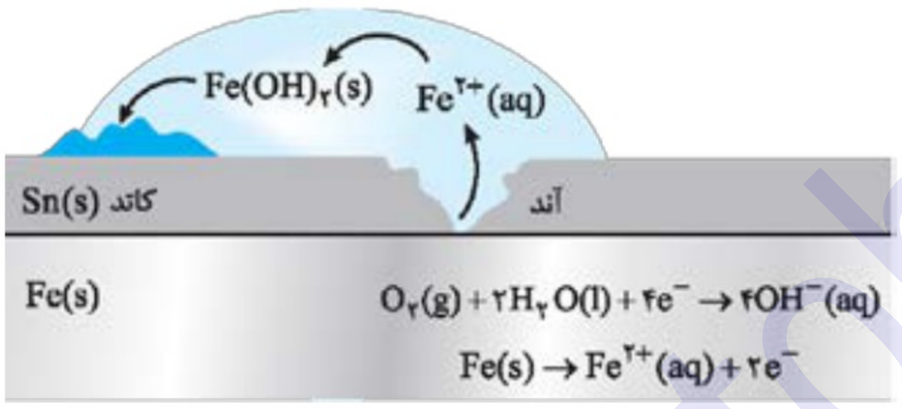
هنگامی که خراشی در سطح آهن گالوانیزه پدید می‌آید، هر دو فلز (روی و آهن) در مجاورت با اکسیژن و رطوبت قرار می‌گیرند و برای از دست دادن الکترون (اکسایش‌یافتن) رقابت می‌کنند. از آن‌جا که E° فلز روی از E° آهن کم‌تر است، فلز روی در این رقابت پیروز شده و در نقش آند اکسید می‌شود و از آهن به عنوان یک محافظ کاتدی در مقابل خورده‌شدن محافظت می‌کند.

نیم‌واکنش اکسایش اتم‌های روی به صورت: $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$ است. الکترون‌های حاصل از این فرایند به سطح کاتد (آهن) منتقل می‌شوند اما از آن‌جا که اتم‌های آهن نمی‌توانند کاهش پیدا کنند، این الکترون‌ها را *باکمال میل* به یک عامل اکسنده مثل مولکول‌های اکسیژن تحویل می‌دهند و آن را براساس نیم‌واکنش: $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$ می‌کاهند. به این ترتیب، فلز آهن از *شر* خوردگی در امان می‌ماند.

فداکاری فلز روی برای حفاظت از آهن سبب شد تا در صنعت از ورقه‌های گالوانیزه برای ساختن **تانکر آب و کانال کولر** و ... استفاده شود.

ورقه‌های حلبی

به ورقه‌های آهنی که سطح آن‌ها با لایهٔ نازکی از فلز قلع (Sn) پوشیده شده باشد، حلبی گفته می‌شود. تصویر مقابل، یک قطعهٔ حلبی را نشان می‌دهد:



قبل از ایجاد خراش در سطح حلبی، فلز قلع به عنوان یک پوشش محافظ از خوردگی آهن جلوگیری می‌کند. توجه داریم که در این شرایط خود قلع نیز به خاطر ایجادشدن یک لایهٔ متراکم از اکسیدهای قلع در سطح آن، دچار خوردگی نمی‌شود.

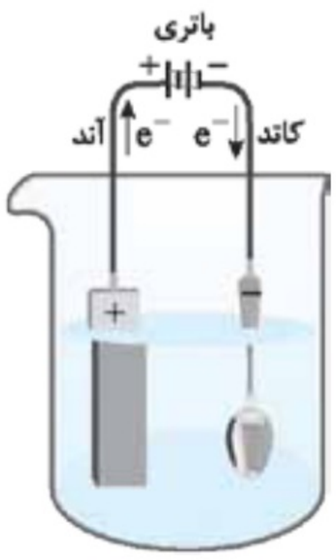
از آن‌جا که E° قلع بزرگ‌تر از E° آهن است، در صورت ایجاد خراش در سطح حلبی، قلع نه تنها از آهن محافظت نمی‌کند، بلکه باعث تسریع خوردگی آهن می‌شود. در واقع، چون تمایل اتم‌های قلع به از دست دادن الکترون کم‌تر از اتم‌های آهن است، در محل ایجاد خراش اتم‌های آهن در رقابت برای اکسیدشدن پیروز شده و براساس معادلهٔ: $Fe(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e^-$ الکترون از دست می‌دهند. الکترون‌های حاصل از این نیم‌واکنش، به سطح کاتد (قلع) منتقل می‌شوند اما از آن‌جا که اتم‌های قلع نمی‌توانند کاهش پیدا کنند، این الکترون‌ها را به اکسیژن منتقل کرده و آن را براساس نیم‌واکنش: $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$ می‌کاهند.

از ورقه‌های حلبی برای ساختن **قوطی کنسروها و ظرف بسته‌بندی مواد غذایی** استفاده می‌شود چرا که اسیدهای موجود در مواد غذایی بر فلز قلع اثر نمی‌کنند و موجب خوردگی آن نمی‌شوند در حالی که این اسیدها در مجاورت با ورقه‌های گالوانیزه، با روی واکنش داده و یون‌های Zn^{2+} را وارد مواد غذایی می‌کنند. ورود این یون‌ها به مواد غذایی، سبب فاسدشدن آن‌ها می‌شود و به همین خاطر، از ورقه‌های گالوانیزه نمی‌توان در صنعت کنسروسازی استفاده کرد.

آبکاری

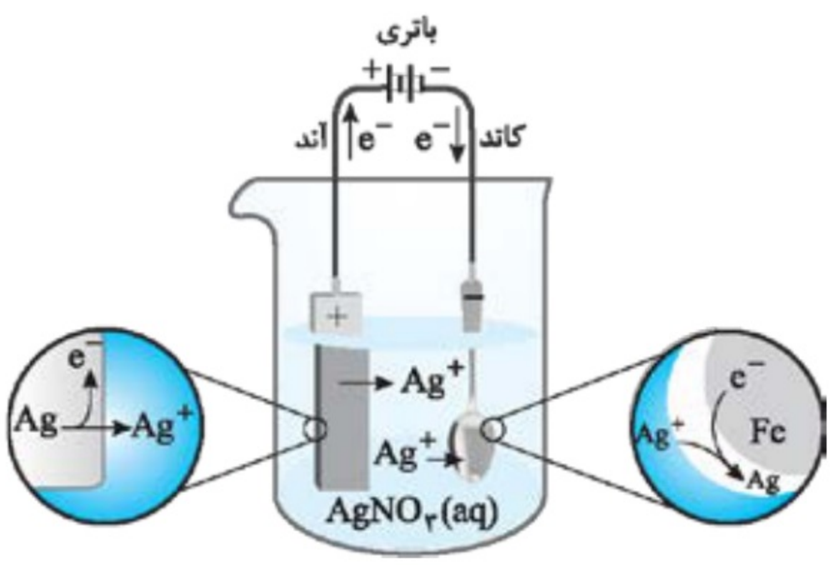
وسایل آشپزخانه، شیرآلات ساختمان‌ها، دستگیره‌های درب و ... ، از جمله وسایل و ابزاری هستند که فلز اصلی سازندهٔ آن‌ها **آهن یا مس** است. خوردگی این فلزها، از یک‌سو **سبب از بین رفتن زیبایی وسیلهٔ موردنظر می‌شود** و از سوی دیگر **به سلامتی بدن آسیب می‌رساند**. همان‌طور که گفتیم، با پوشاندن سطح این فلزها با فلزهایی مثل **نقره، کروم، نیکل و طلا**، می‌توانیم از خوردگی آن‌ها جلوگیری کنیم. به پوشاندن سطح یک فلز با لایهٔ نازکی از فلزهای ارزشمند و مقاوم در برابر خوردگی توسط سلول‌های الکترولیتی، **آبکاری** گفته می‌شود.

برای انجام آبکاری، از یک سلول الکترولیتی مطابق تصویر مقابل استفاده می‌شود.



همان‌طور که مشخص است، در این سلول فلزی که قرار است بر روی جسم موردنظر بنشیند (فلز پوشاننده) را به عنوان آند، به قطب مثبت مولد *یا همون باتری* وصل می‌کنند. جسمی که قرار است پوشش فلزی بر روی آن ایجاد شود را نیز به عنوان کاتد، به قطب منفی مولد وصل می‌کنند. توجه داریم که الکترولیت مورداستفاده در این سلول نیز باید حاوی یون‌های فلزی باشد که قرار است بر روی جسم موردنظر بنشیند. به عبارت دیگر، محلول الکترولیت باید حاوی کاتیون‌های حاصل از فلز به‌کاررفته در آند باشد.

به عنوان مثال، تصویر زیر سلول الکترولیتی مربوط به آبکاری یک قاشق آهنی با فلز نقره را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشخص است، در این سلول فلز نقره (فلز پوشاننده) به عنوان آند و قاشق آهنی نیز به عنوان کاتد قرار گرفته است و محلول الکترولیت نیز شامل یون‌های نقره می‌شود.



طی این فرایند، ابتدا اتم‌های نقرهٔ موجود در تیغهٔ آند براساس نیم‌واکنش: $Ag(s) \rightarrow Ag^{+}(aq) + e^{-}$ اکسایش یافته و در قالب یون‌های نقره وارد محلول الکترولیت می‌شوند.

در کاتد نیز یون‌های Ag^{+} موجود در محلول الکترولیت براساس نیم‌واکنش: $Ag^{+}(aq) + e^{-} \rightarrow Ag(s)$ کاهش یافته و بر روی قاشق فلزی رسوب می‌کنند.

چندنکته

- در فرایند آبکاری، جسمی که قرار است بر روی آن پوشش محافظ ایجاد شود، باید رسانای جریان برق باشد.
- در فرایند آبکاری، نیم‌واکنش‌های کاهش و اکسایش مربوط به فلز پوشاننده هستند. به عبارت دیگر، گونه‌های کاهنده و اکسنده در این فرایند مربوط به یک عنصر واحد هستند.
- در سلول مربوط به آبکاری، همانند سلول‌های گالوانی، جرم تیغهٔ متصل به آند به مرور زمان کاهش پیدا می‌کند (تیغهٔ آندی لاغرتر می‌شود) و جرم جسم متصل به کاتد نیز به مرور زمان افزایش پیدا می‌کند.
- در فرایند آبکاری، کاتیون‌های فلز پوشاننده باید در رقابت کاتدی با مولکول‌های آب پیروز شوند وگرنه آبکاری انجام نمی‌شود. به عبارت دیگر، E° نیم‌واکنش کاهش کاتیون‌های فلز پوشاننده باید از E° نیم‌واکنش کاهش مولکول‌های آب بیشتر باشد.

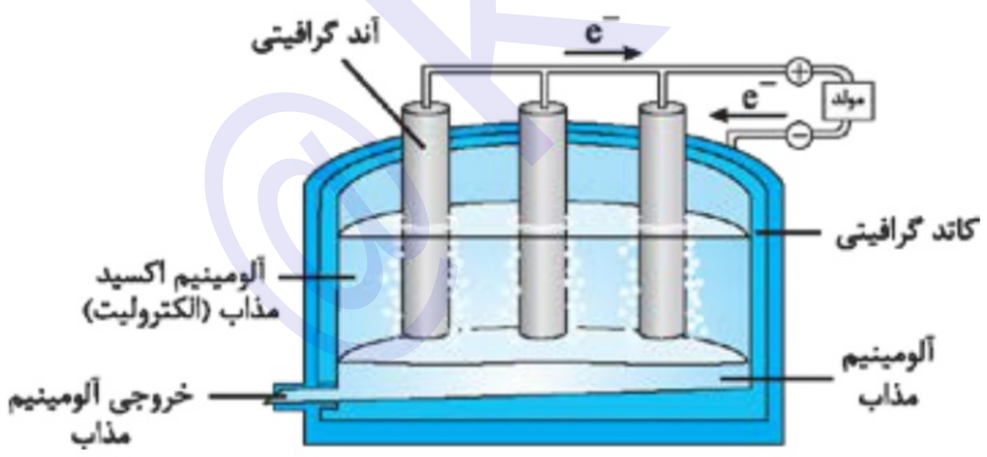
فرایند هال

همان‌طور که گفتیم، برخی از عناصر فلزی مثل آلومینیم، در حضور اکسیژن اکسایش پیدا می‌کنند اما خورده نمی‌شوند. از این فلزها می‌توان برای ساختن وسایل گوناگونی بهره برد که برای مدت طولانی‌تری استحکام خود را حفظ می‌کنند. به عنوان مثال، از آلومینیم در ساخت لوازم خانگی، هواپیما، کشتی و ... استفاده می‌شود. بر این اساس، آلومینیم نقش کلیدی در صنایع گوناگون دارد و فناوری تولید آن بسیار ارزشمند است.

آلومینیم، همانند **سدیم و منیزیم** در دستهٔ فلزهای فعال قرار داشته و به همین خاطر، در طبیعت به حالت آزاد وجود ندارد و به شکل ترکیب با سایر عناصر یافت می‌شود. علت واکنش‌پذیری زیاد آلومینیم را می‌توان به کم (منفی) بودن E° نیم‌واکنش کاهش این عنصر نسبت داد.

نکتهٔ ترکیبی: فلز آلومینیم به صورت ترکیب بوکسیت (Al_2O_3 به همراه ناخالصی) در طبیعت وجود دارد.

به خاطر واکنش‌پذیری زیاد آلومینیم، این فلز را تنها از برقکافت نمک‌های آن می‌توان به دست آورد. رایج‌ترین روش برقکافت نمک‌های آلومینیم، به فرایند هال معروف است که در سلول مقابل انجام می‌شود:

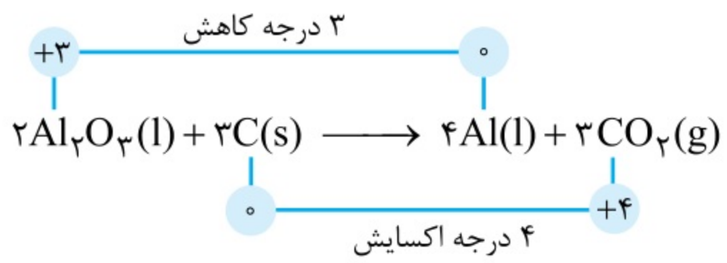


همان‌طور که مشخص است، جنس آند (تیغه‌های موجود در محلول) و کاتد (دیواره و بدنهٔ ظرف) این سلول الکترولیتی از **گرافیت** است و الکترولیت به کار رفته در این سلول نیز **آلومینیم اکسید مذاب** می‌باشد.

پس از برقراری جریان الکتریکی در این سلول الکترولیتی، نیم‌واکنش: $Al^{3+}(l) + 3e^{-} \rightarrow Al(l)$ در کاتد انجام شده و یون‌های آلومینیم کاهش پیدا می‌کنند. از آن‌جا که چگالی آلومینیم مذاب تولیدشده در مجاورت کاتد از چگالی الکترولیت بیشتر است، $Al(l)$ در ظرف واکنش ته‌نشین شده و از شیر خروجی موجود در کف ظرف خارج می‌شود.

در آند این سلول الکترولیتی نیز نیم‌واکنش اکسایش یون‌های اکسید ($O^{2-}(l)$) به صورت: $2O^{2-}(l) \rightarrow O_2(g) + 4e^{-}$ انجام می‌شود. پس از تولید گاز اکسیژن در آند، گرافیت موجود در تیغه‌های آندی تحت تاثیر دمای زیاد با این گاز براساس معادلهٔ: $C(s, \text{گرافیت}) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ واکنش داده و **گاز کربن دی‌اکسید** را تولید می‌کند. در واقع، طی این فرایند یون‌های اکسید (O^{2-}) ابتدا اکسایش پیدا کرده و به O_2 تبدیل می‌شوند و پس از آن، مولکول‌های اکسیژن با گرافیت واکنش داده و مجدداً کاهش پیدا می‌کنند. *همون‌جوری که می‌بینید*، طی فرایند هال عدد اکسایش اتم‌های اکسیژن به طور کلی تغییری نکرده و برابر ۲− باقی می‌ماند.

براساس توضیحات داده‌شده، واکنش کلی انجام‌شده در فرایند هال به صورت مقابل است:



در این واکنش، یون‌های $Al^{۳+}$ کاهش یافته و اتم‌های کربن در آند گرافیتی اکسایش می‌یابند.

چندنکته

- در فرایند هال، گرافیت به کار رفته در کاتد در واکنش شرکت نمی‌کند درحالی که گرافیت به کار رفته در تیغه‌های آند، با اکسیژن واکنش داده و به مرور زمان مصرف می‌شود.
- در فرایند هال، همانند سایر سلول‌های الکترولیتی، کاتیون‌ها به سمت کاتد (دیواره‌های ظرف) و آنیون‌ها نیز به سمت آند (تیغه‌های موجود در بالای ظرف) حرکت می‌کنند. الکترون‌های موجود در مدار خارجی نیز از سمت آند به سمت کاتد حرکت می‌کنند.
- از آن‌جا که فرایند هال به علت مصرف مقدار زیادی انرژی الکتریکی هزینهٔ بالایی دارد، با بازیافت فلز آلومینیم می‌توان ضمن افزایش عمر یکی از مهم‌ترین منابع تجدیدناپذیر طبیعت، برخی از هزینه‌های تولید این فلز را نیز کاهش داد.
- تولید قوطی‌های آلومینیمی جدید بر اثر بازیافت قوطی‌های کهنه، فقط به ۷ درصد انرژی لازم برای تهیهٔ همان تعداد قوطی از فرایند هال دارد.

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

خوردگی آهن

۴۹۷- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) در جدول پتانسیل کاهشی استاندارد، اغلب عناصر فلزی در موقعیت بالاتری نسبت به اکسیژن قرار می‌گیرند.

۲) آهن، فراوان‌ترین عنصر سازندهٔ سیارهٔ زمین بوده و پرمصرف‌ترین فلز در جهان به شمار می‌رود.

۳) مقدار پتانسیل کاهشی پلاتین، از مقدار E° نیم‌واکنش $O_۲ + ۲H_۲O + ۴e^- \rightarrow ۴OH^-$ کم‌تر است.

۴) طلا حتی در محیط‌های اسیدی نیز اکسایش نمی‌یابد و برخلاف پلاتین و آهن، یک فلز نجیب است.

۴۹۸- چند مورد از مطالب زیر نادرست است؟

آ) واکنش‌های اکسایش ـ کاهش انجام‌شدهٔ سلول‌های گالوانی و الکترولیتی، مطلوب و سودمند هستند.

ب) تیره‌شدن سطح نقره و ایجاد زنگار سبزرنگ بر روی سطح مس، نمونه‌هایی از فرایند خوردگی هستند.

پ) ۲۰ درصد از آهن تولیدشده در یک سال، برای جایگزینی قطعه‌های آهنی خورده‌شده مصرف می‌شود.

ت) در فرایند خوردگی آهن، همانند فرایند انجام‌شده در واکنش ترمیت، اتم‌های آهن اکسایش پیدا می‌کنند.

ث) پتانسیل کاهشی اکسیژن مثبت بوده و این عنصر به عنوان اکسنده تمایل دارد با گرفتن الکترون از فلزها، آن‌ها را اکسید کند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴۹۹- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) فساد مواد خوراکی، از جمله واکنش‌های اکسایش ـ کاهش است که مطلوب ما نبوده و زیان‌هایی را به دنبال دارد.

۲) اجسام نقره‌ای کدرشده را می‌توان به کمک واکنش‌های اکسایش ـ کاهش پرداخت کرده و به حالت براق اولیه برگرداند.

۳) فراوردهٔ نهایی تشکیل‌شده در واکنش‌های مربوط به خوردگی آهن، زنگ آهن به فرمول شیمیایی $Fe(OH)_۲$ است.

۴) به فرایند تردشدن، خردشدن و فروریختن اجسام فلزی بر اثر واکنش‌های اکسایش ـ کاهش، خوردگی گفته می‌شود.

۵۰۰- مجموع ضرایب استوکیومتری مواد در معادلهٔ واکنش اکسایش آهن (II) هیدروکسید به آهن (III) هیدروکسید در فرایند زنگ‌زدن آهن، کدام است؟

۱) ۱۱ ۲) ۱۳ ۳) ۱۴ ۴) ۱۵

۵۰۱- چند مورد از مطالب زیر در رابطه با واکنش‌های مربوط به خوردگی آهن درست است؟

آ) نیم‌واکنش کاهش $O_۲$ در محیط اسیدی، قرینهٔ نیم‌واکنش انجام‌شده در آند سلول الکترولیتی مربوط به برقکافت آب است.

ب) الکترون‌های حاصل از اکسایش اتم‌های آهن، از طریق قطرهٔ آب به سمت محل کاهیده‌شدن اکسیژن جریان پیدا می‌کند.

پ) طی این فرایند، یک سلول گالوانی تشکیل می‌شود و اتم‌های آهن نیز به عنوان عامل اکسنده در این واکنش شرکت می‌کنند.

ت) آهن (II) هیدروکسید، در مرحلهٔ اول زنگ‌زدن آهن تولید می‌شود و همانند آهن (III) هیدروکسید در آب نامحلول است.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۵۰۲- یک جسم آهنی به جرم ۷۰ گرم در معرض رطوبت و اکسیژن کافی قرار گرفته و ۲۰٪ از آن زنگ می‌زند. طی این فرایند، چند لیتر گاز اکسیژن در شرایط استاندارد مصرف شده و جرم جسم موردنظر به چند گرم می‌رسد؟ $(Fe = ۵۶ , O = ۱۶ : g.mol^{-۱})$

۱) ۴/۲ ـ ۸۲/۷۵ ۲) ۴/۲ ـ ۹۴/۲۵ ۳) ۸/۴ ـ ۸۲/۷۵ ۴) ۸/۴ ـ ۹۴/۲۵

۵۰۳- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) نیم‌واکنش کاهش O_2 در محیط خنثی، همانند نیم‌واکنشی است که در کاتد سلول‌های سوختی هیدروژن ـ اکسیژن اتفاق می‌افتد.

۲) در واکنش کلی مربوط به زنگ‌زدن اجسام آهنی، به ازای مصرف هر اتم آهن، یک مولکول آب نیز مصرف می‌شود.

۳) در فرایند خوردگی آهن، اتم‌های این عنصر براساس نیم‌واکنش $Fe(s) \rightarrow Fe^{3+}(aq) + 3e^-$ اکسایش پیدا می‌کنند.

۴) در واکنش تبدیل هر مول آهن (II) هیدروکسید به آهن (III) هیدروکسید، ۰/۲۵ مول اکسیژن نیز مصرف می‌شود.

۵۰۴- در واکنش‌های مربوط به خوردگی آهن، در ازای مصرف ۳۸۴ میلی‌لیتر گاز اکسیژن در دمای $39\ ^\circ C$ و فشار ۱ اتمسفر، چند گرم از جسم آهنی موردنظر دچار خوردگی می‌شود؟ $(Fe = 56\ g.mol^{-1})$

۱) ۱/۱۲ ۲) ۲/۲۴ ۳) ۳/۳۶ ۴) ۴/۴۸

۵۰۵- اگر در فرایند زنگ‌زدن آهن، در واکنش تبدیل یون آهن (II) به یون آهن (III)، ۰/۲ مول گاز اکسیژن مصرف شود، جرم آهن (III) هیدروکسید حاصل از این فرایند برابر با چند گرم می‌شود؟ $(Fe = 56 , O = 16 , H = 1: g.mol^{-1})$

۱) ۴۲/۸ ۲) ۲۱/۴ ۳) ۸۵/۶ ۴) ۶۴/۲

۵۰۶- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) نیم‌واکنش کاهش اکسیژن در محیط‌های اسیدی به صورت $O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2O(l)$ است.

۲) اگر E° یک فلز مثبت باشد، کاتیون‌های حاصل از آن فلز نسبت به یون H^+ خاصیت اکسندگی بیشتری خواهند داشت.

۳) نیم‌واکنش $2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^-$، در فرایند زنگ‌زدن آهن در هوای مرطوب دخالتی ندارد.

۴) سلول‌های سوختی، نوعی سلول گالوانی‌اند که نیم‌واکنش آندی در آن‌ها اکسایش H_2 و نیم‌واکنش کاتدی در آن‌ها کاهش آب است.

۵۰۷- تصویر مقابل، یک قطعهٔ آهنی در حال زنگ‌زدن را نشان می‌دهد. اگر جرم رسوب تولیدشده در ناحیهٔ A به اندازهٔ ۵/۱ گرم بیشتر از جرم قطعهٔ آهنی مصرف‌شده باشد، طی این فرایند ..... عدد الکترون میان گونه‌های اکسنده و کاهنده مبادله می‌شود و اگر همین تعداد الکترون در سلول سوختی هیدروژن ـ اکسیژن مبادله شود، ..... گرم گاز اکسیژن در این سلول به مصرف می‌رسد. $(Fe = 56, O = 16, H = 1: g.mol^{-1})$



۱) ۲/۴ ـ $3/612 \times 10^{23}$ ۲) ۲/۴ ـ $1/806 \times 10^{23}$ ۳) ۴/۸ ـ $3/612 \times 10^{23}$ ۴) ۴/۸ ـ $1/806 \times 10^{23}$

راه‌های جلوگیری از خوردگی آهن

۵۰۸- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) طی فرایند زنگ‌زدن آهن در محیط‌های مرطوب، با کاهش هر مول گاز اکسیژن در آب، ۴ مول یون هیدروکسید تولید می‌شود.

۲) روش‌هایی مثل رنگ‌زدن، قیراندودکردن و روکش‌دادن آهن، به طور کامل از ایجاد خوردگی در این فلز پیشگیری می‌کنند.

۳) E° نیم‌واکنش کاهش اکسیژن در محیط‌های اسیدی، بیشتر از E° نیم‌واکنش کاهش اکسیژن در محیط‌های خنثی است.

۴) از فلزهای فعال و واکنش‌پذیری مثل سدیم و یا منیزیم می‌توان برای محافظت از آهن در برابر خوردگی استفاده کرد.

۵۰۹- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) فرایند تردشدن، خردشدن و فروریختن آهن در محیط‌های اسیدی با سرعت و شدت بیشتری رخ می‌دهد.

ب) ساده‌ترین راه برای محافظت از خوردگی آهن، اتصال این فلز به یک قطعه از فلز دیگر با E° کم‌تر از آهن است.

پ) بر اثر کاهش اکسیژن طی فرایند خوردگی، همانند نیم‌واکنش کاهش مولکول‌های آب، یون هیدروکسید تولید می‌شود.

ت) هنگامی که دو عنصر فلزی در هوای مرطوب با یکدیگر در تماس باشند، برای اکسایش‌یافتن با یکدیگر رقابت می‌کنند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۵۱۰- اگر فلز X در سری الکتروشیمیایی در موقعیت پایین‌تری نسبت به آهن و مس قرار داشته باشد، .....

۱) پس از واردکردن یک تیغهٔ آهنی به محلولی که حاوی کاتیون‌های فلز X باشد، دمای محلول افزایش می‌یابد.

۲) در سلول گالوانی حاصل از اتصال نیم‌سلول فلز X به نیم‌سلول آهن، تیغهٔ آهن نقش کاتد را دارد.

۳) از اتصال آهن و یا مس به فلز X، می‌توان برای محافظت از این فلز در مقابل خوردگی استفاده کرد.

۴) قدرت اکسندگی یون‌های مس (II) از قدرت اکسندگی کاتیون‌های حاصل از عنصر X کم‌تر است.

۵۱۱- کدام عبارت نادرست است؟ *(سراسری ریاضی خارج از کشور ۹۲)*

۱) واکنش کلی برقکافت آب با واکنش سلول سوختی اکسیژن ـ هیدروژن، رابطهٔ وارونه دارد.

۲) در خوردگی آهن، الکترون‌ها در مدار درونی که رسانایی الکتریکی دارد، جریان می‌یابند.

۳) در واکنش $2H_2O(l) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O_2(aq)$، به ازای مصرف هر مول اکسیژن، ۲ مول الکترون مبادله می‌شود.

۴) برای محافظت از لوله‌های آهنی انتقال نفت، می‌توان از میله‌های فلز مس استفاده کرد.

۵۱۲- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) اگر مقدار $E^\circ(Cu^{2+}/Cu)$ کم‌تر از $E^\circ(Cu^{+}/Cu)$ باشد، خاصیت اکسندگی یون‌های Cu^{2+} بیشتر از Cu^{+} خواهد بود.

۲) در صورت استفاده از منیزیم برای محافظت از فلز آهن در برابر خوردگی، با گذشت زمان منیزیم اکسایش یافته و مصرف می‌شود.

۳) پتانسیل کاهشی استاندارد برای الکترودی که در مقایسه با SHE تمایل بیشتری به از دست دادن الکترون دارد، مثبت خواهد بود.

۴) برای محافظت از آهن در برابر خوردگی، باید از فلزی استفاده کرد که کاتیون‌های حاصل از آن، اکسنده‌تر از یون‌های Fe^{2+} باشند.

۵۱۳- چه تعداد از عبارت‌های زیر درست هستند؟ $(E^\circ(Mg^{2+}/Mg) = -2/38\ V, E^\circ(Fe^{2+}/Fe) = -0/44\ V)$

آ) برای محافظت از لوله‌های آهنی انتقال نفت و بدنهٔ کشتی‌ها در برابر خوردگی، قطعاتی از فلز منیزیم را به آن‌ها متصل می‌کنند.

ب) در سلول گالوانی منیزیم ـ آهن، جریان الکترون‌ها در مدار بیرونی از سمت تیغهٔ منیزیم به سمت تیغهٔ آهنی است.

پ) فرایندهای مربوط به خوردگی آهن، واکنش‌های ناخواسته‌ای هستند که در شهرهای بندری و ساحلی بیشتر خودنمایی می‌کنند.

ت) کاهش مولکول‌های O_2 در مجاورت با یک قطرهٔ آب حاصل از باران اسیدی، موجب افزایش تدریجی pH محیط می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۵۱۴- اگر انجام‌شدن واکنش‌های $2Al(s) + 3Fe^{2+}(aq) \rightarrow 2Al^{3+}(aq) + 3Fe(s)$ و $3M(s) + 2Al^{3+}(aq) \rightarrow 3M^{2+}(aq) + 2Al(s)$ در شرایط استاندارد با آزادشدن انرژی همراه باشد، کدام‌یک از مطالب زیر همواره درست است؟

۱) برای محافظت از وسایل آهنی در مقابل خوردگی، می‌توانیم این وسایل را در اتصال با فلز M قرار بدهیم.

۲) در سلول گالوانی حاصل از اتصال الکترودهای آهن و فلز M به هم، الکترود آهن نقش آند را دارد.

۳) ترتیب قدرت اکسندگی کاتیون‌های Al^{3+}، Fe^{2+} و M^{2+} به صورت $Fe^{2+} < Al^{3+} < M^{2+}$ است.

۴) پتانسیل الکتریکی سلول گالوانی Fe ـ Al در شرایط استاندارد، بیشتر از پتانسیل الکتریکی سلول گالوانی M ـ Fe خواهد شد.

۵۱۵- کدام بیان نادرست است؟ *(سراسری تجربی خارج ۹۱)*

۱) با توجه به جدول پتانسیل کاهشی استاندارد، $Zn(s)$ کاهنده‌تر از $Cu(s)$ و $Cu^{2+}(aq)$ اکسنده‌تر از $Zn^{2+}(aq)$ است.

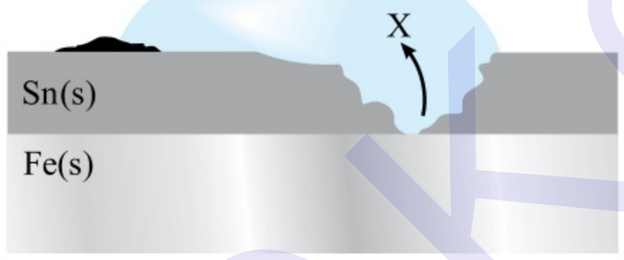
۲) طی برقکافت آب در یک سلول الکترولیتی، در کاتد، گاز هیدروژن و در آند، گاز اکسیژن آزاد می‌شود.

۳) اگر فلز مس با فلز روی در هوای مرطوب با هم تماس داشته باشند، یک سلول گالوانی به وجود می‌آید که روی، قطب مثبت آن است.

۴) محلول نمک‌های آلومینیم را می‌توان در ظروف مسی نگه‌داری کرد، زیرا واکنش: $Cu(s) + Al^{3+}(aq) \rightarrow$ بدون مصرف انرژی انجام نمی‌شود.

آهن گالوانیزه و ورقهٔ حلبی

۵۱۶- تصویر مقابل، نمایی از یک ورقهٔ ..... در حال اکسایش را نشان می‌دهد که در آن، گونهٔ X معادل با ..... است.



۱) آهن سفید ـ $Sn^{2+}(aq)$

۲) آهن سفید ـ $Fe^{2+}(aq)$

۳) حلبی ـ $Sn^{2+}(aq)$

۴) حلبی ـ $Fe^{2+}(aq)$

۵۱۷- با توجه به شکل، کدام مطلب دربارهٔ آن نادرست است؟ *(سراسری ریاضی ۹۰ با تغییر)*



۱) در محل خراش بر سطح آن، یک سلول گالوانی تشکیل می‌شود که آهن قطب منفی آن است.

۲) قطعه‌ای حلبی را نشان می‌دهد که از آن برای ساختن قوطی روغن نباتی استفاده می‌شود.

۳) در صورت خراش‌برداشتن لایهٔ قلع، آهن زنگ می‌زند و خورده می‌شود.

۴) در آند سلول گالوانی تشکیل‌شده، نیم‌واکنش $Sn(s) \rightarrow Sn^{2+}(aq) + 2e^-$ انجام می‌شود.

۵۱۸- چند مورد از عبارت‌های زیر در رابطه با عنصر قلع درست است؟

آ) پتانسیل کاهشی استاندارد آن از پتانسیل کاهشی استاندارد آهن بزرگ‌تر است.

ب) همانند روی و آهن، در دستهٔ عناصر فلزی واسطه قرار می‌گیرد.

پ) در صورت اتصال آن به لوله‌های نفتی آهنی، از خوردگی این لوله‌ها جلوگیری می‌کند.

ت) این عنصر فلزی، همانند آهن رسانایی الکتریکی و گرمایی بالایی دارد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۵۱۹- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

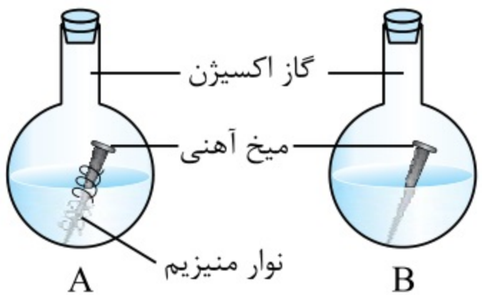
۱) در یک قطعه از آهن سفید، سطح فلزی که E° کوچک‌تری دارد، توسط فلزی که E° بزرگ‌تری دارد، پوشانده شده است.

۲) از میان عناصر روی، آهن، قلع و مس، فلز روی می‌تواند سبب محافظت از سه عنصر دیگر در برابر خوردگی بشود.

۳) طی فرایندهای مربوط به خوردگی یک قطعه از آهن سفید خراشیده‌شده، O_2 گونهٔ اکسنده و Fe گونهٔ کاهنده است.

۴) برخلاف آهن سفید، از قوطی‌های حلبی نمی‌توان برای ساختن ظروف بسته‌بندی مواد غذایی استفاده کرد.

۵۲۰- چند مورد از عبارت‌های زیر، در رابطه با ظرف‌های نشان داده شده درست است؟



آ) میخ آهنی موجود در ظرف B، زودتر از میخ آهنی موجود در ظرف A زنگ می‌زند.

ب) با اضافه‌کردن مقداری گاز CO_2 به ظرف B، سرعت خوردگی میخ افزایش پیدا می‌کند.

پ) با افزایش فشار گاز اکسیژن در ظرف B، سرعت زنگ‌زدن میخ افزایش پیدا می‌کند.

ت) اگر به جای نوار منیزیم در ظرف A، از نوار قلع استفاده کنیم، سرعت زنگ‌زدن میخ کاهش پیدا می‌کند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۵۲۱- کدام موارد از مطالب زیر درست است؟

آ) با استفاده از دو تیغهٔ فلزی از جنس روی و یک میوه مثل لیمو، می‌توان یک باتری لیمویی را ساخت.

ب) قدرت کاهندگی یک نمونه از اتم‌های آلومینیم، در مقایسه با قدرت کاهندگی اتم‌های سدیم بیشتر است.

پ) هر چه‌قدر که مقدار $E^\circ (M^{2+} / M)$ مثبت‌تر باشد، گونهٔ M^{2+} قدرت اکسندگی بیشتری خواهد داشت.

ت) همهٔ عناصر فلزی موجود در ساختار آهن سفید، برخلاف ورقه‌های حلبی، متعلق به دستهٔ d هستند.

۱) (آ) و (ت) ۲) (ب) و (پ) ۳) (آ) و (ب) ۴) (پ) و (ت)

۵۲۲- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) قوطی‌های ساخته‌شده از جنس حلبی، در اثر خراش زودتر و آسان‌تر از قوطی‌های آهنی دچار خوردگی می‌شوند.

۲) واکنش کلی انجام‌شده در هنگام خوردگی آهن، برخلاف واکنش انجام‌شده در سلول‌های سوختی، با آزادشدن انرژی همراه است.

۳) بر اثر ایجاد خراش در سطح حلبی، مولکول‌های O_2 به عنوان عامل اکسنده، موجب اکسایش اتم‌های Fe می‌شوند.

۴) در محل خراشیدگی آهن سفید، الکترون‌های حاصل از اکسایش روی در نیم‌واکنش $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$ شرکت می‌کنند.

۵۲۳- چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

آ) روش محافظت از فلز آهن برای جلوگیری از خوردگی در یک قطعهٔ حلبی، مشابه فرایند روغن‌کاری سطح آهن است.

ب) با آغشته‌کردن سطح آهن به برخی از اعضای خانوادهٔ آلکان‌ها مثل اتان و پروپان، می‌توانیم جلوی خوردگی آهن را بگیریم.

پ) در صورت ایجاد خراش بر روی ورقهٔ حلبی، نیم‌واکنش $Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$ انجام شده و آهن دچار خوردگی می‌شود.

ت) گریس، یک هیدروکربن سیرشده به فرمول تقریبی $C_{25}H_{52}$ است که از آن برای جلوگیری از خوردگی آهن استفاده می‌شود.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۵۲۴- کدام‌یک از مطالب زیر، نادرست است؟

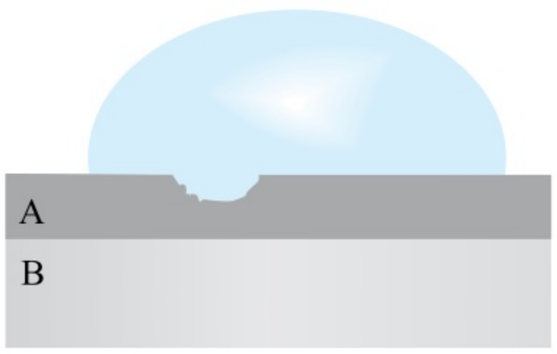
۱) در سلول‌های سوختی متان ـ اکسیژن، همانند سلول سوختی هیدروژن ـ اکسیژن، مولکول‌های O_2 در سمت کاتد کاهش پیدا می‌کنند.

۲) با ریختن مقداری هیدروکلریک اسید با $pH = 0$ بر روی سطح آهن سفید، این قطعهٔ فلزی خورده شده و گاز H_2 تولید می‌شود.

۳) یک تیغهٔ آهنی در واکنش با محلول مس (II) سولفات، نسبت به یک تیغه از فلز روی، دما را به میزان بیشتری افزایش می‌دهد.

۴) برای ساختن برخی از انواع باتری‌های دگمه‌ای از واکنش‌پذیرترین فلز موجود در تناوب دوم جدول دوره‌ای استفاده می‌شود.

۵۲۵- چند مورد از مطالب زیر در رابطه با تصویر مقابل که مربوط به یک قطعهٔ حلبی می‌باشد، درست است؟



آ) در این تصویر، فلز A معادل با سرب و فلز B معادل با آهن است.

ب) در محل خراش ایجادشده، نیم‌واکنش $Fe(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e^-$ انجام می‌شود.

پ) مولکول‌های اکسیژن در واکنش اکسایش ـ کاهش انجام‌شده، به عنوان گونهٔ اکسنده شرکت می‌کنند.

ت) با ایجاد خراش در سطح این ماده و آهن گالوانیزه، نیم‌واکنش‌های کاتدی مشابهی انجام می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲

۳) ۳ ۴) ۴

۵۲۶- در صورت ایجاد خراش بر روی سطح یک ورقهٔ آهنی پوشانده‌شده با فلز M، عنصر آهن دچار خوردگی می‌شود. با توجه به اطلاعات داده‌شده، کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با عنصر M قطعاً درست است؟

۱) در سلول گالوانی تشکیل‌شده میان دو عنصر M و روی، الکترود روی، قطب منفی را تشکیل می‌دهد.

۲) در جدول سری الکتروشیمیایی، نیم‌واکنش کاهش عنصر M پایین‌تر از نیم‌واکنش کاهش آهن قرار دارد.

۳) برای محافظت کاتدی اجسام ساخته‌شده از فلز M، می‌توانیم این اجسام را به یک قطعه فلز قلع متصل کنیم.

۴) با واردکردن یک قطعه فلز M به محلول منیزیم سولفات، غلظت مولی یون منیزیم در این محلول کاهش پیدا می‌کند.

۵۲۷- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) از ورقه‌های آهن گالوانیزه می‌توان برای ساختن تانکرهای آب و کانال کولر استفاده کرد.

ب) همهٔ فلزهای فعال، کاهنده‌هایی قوی بوده و همانند سدیم متعلق به گروه اول جدول تناوبی هستند.

پ) پس از ایجاد خراش در سطح آهن گالوانیزه، روی شروع به اکسیدشدن کرده و از آهن در برابر خوردگی محافظت می‌کند.

ت) طی نیم‌واکنش انجام‌شده در مجاورت با آند سلول مربوط به برقکافت آب، عدد اکسایش اتم‌های اکسیژن افزایش پیدا می‌کند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

آبکاری

۵۲۸- کدام عبارت دربارهٔ آبکاری یک قطعهٔ فلزی با الکترولیت نقره نیترات و آند نقره‌ای درست است؟ *(سراسری تجربی خارج از کشور ۹۳)*

۱) اگر E° فلز به کار رفته در ساخت قطعه، از E° نقره کوچک‌تر باشد، با قطع مدار بیرونی هیچ واکنشی در سلول انجام نمی‌شود.

۲) الکترون‌ها در مدار بیرونی از سوی قطعهٔ فلزی به سوی الکترود نقره حرکت می‌کنند.

۳) E° فلز به کار رفته در ساخت این قطعه باید از E° نقره کوچک‌تر باشد.

۴) غلظت محلول نقره نیترات در طول انجام فرایند آبکاری به تقریب ثابت می‌ماند.

۵۲۹- چند مورد از مطالب زیر نادرست است؟

آ) از سلول‌های الکترولیتی می‌توان برای آبکاری اجسام فلزی ، تولید برق و تجزیهٔ سدیم کلرید مذاب استفاده کرد.

ب) در مراحل انجام فرایند آبکاری بر روی یک جسم فلزی، شئ موردنظر را باید به قطب مثبت باتری وصل کنیم.

پ) در نیم‌واکنش تبدیل اکسیژن به یون‌های O_2^{2-}، دو الکترون مصرف شده و مولکول‌های اکسیژن نیز کاهش می‌یابند.

ت) برای محافظت از لوله‌های آهنی نفت در مقابل خوردگی، می‌توان آن‌ها را به میله‌های فلزی از جنس مس متصل کرد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۵۳۰- کدام مطلب دربارهٔ آبکاری یک قاشق آهنی با نقره نادرست است؟ *(سراسری ریاضی خارج از کشور ۹۲)*

$$Fe^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Fe(s) \quad ; \quad E^\circ = -0/44\,V$$

$$Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag(s) \quad ; \quad E^\circ = +0/8\,V$$

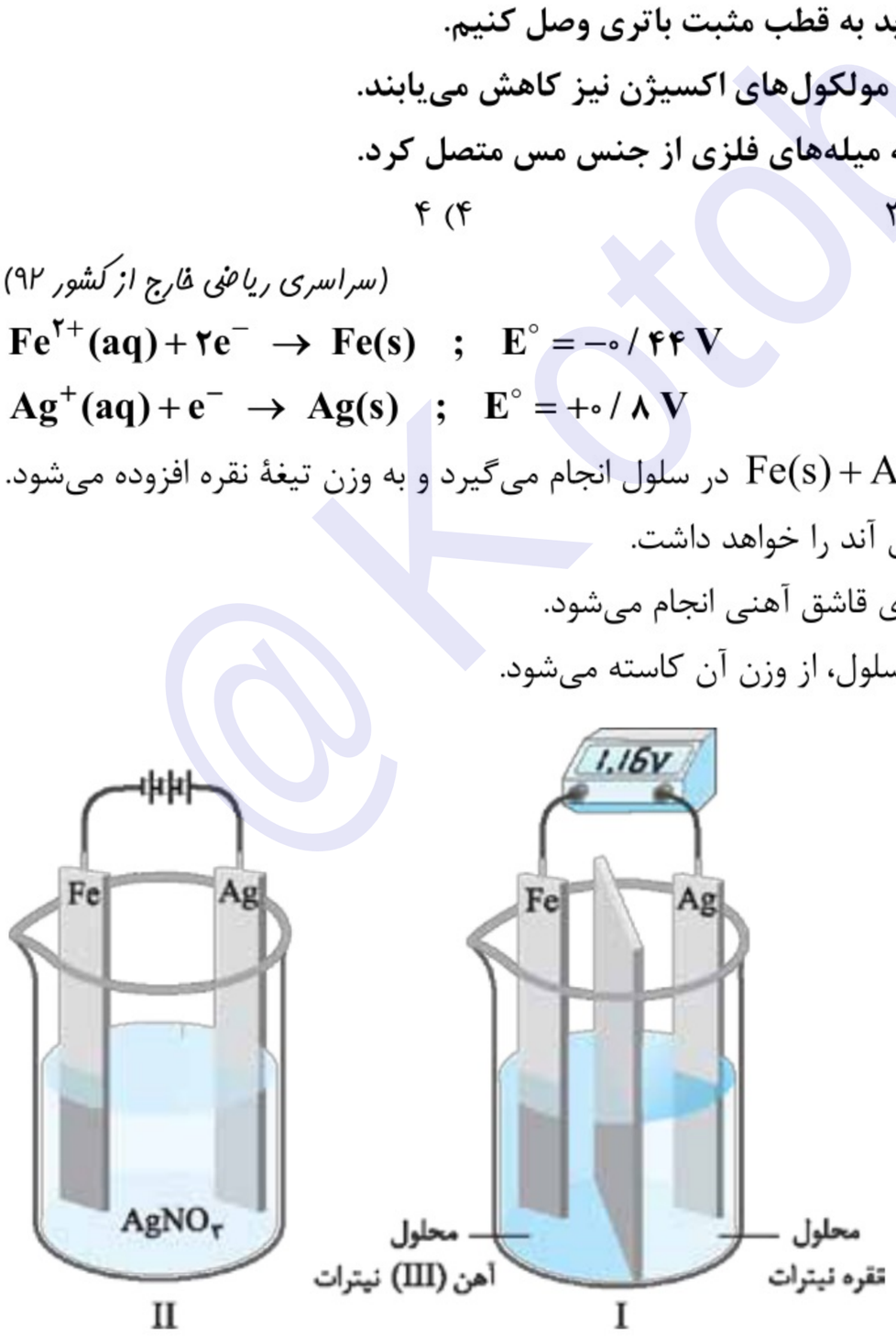
۱) بدون برقرارکردن جریان برق، واکنش $Fe(s) + Ag^+(aq) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + Ag(s)$ در سلول انجام می‌گیرد و به وزن تیغهٔ نقره افزوده می‌شود.

۲) اگر پس از آبکاری، روی قاشق خراش ایجاد شود، در هوای مرطوب، آهن نقش آند را خواهد داشت.

۳) در قطب منفی این سلول، نیم‌واکنش $Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag(s)$ بر روی قاشق آهنی انجام می‌شود.

۴) در آند این سلول، قطعه‌ای از فلز نقره قرار داده می‌شود و با انجام واکنش در سلول، از وزن آن کاسته می‌شود.

۵۳۱- چند مورد از مطالب زیر، در رابطه با سلول‌های الکتروشیمیایی نشان داده شده درست است؟



آ) در سلول (I)، برخلاف سلول (II)، جهت حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی از سمت تیغهٔ آهنی به سمت تیغهٔ نقره است.

ب) فراورده‌های واکنش انجام‌شده در سلول (I)، به عنوان واکنش‌دهنده در واکنش انجام‌شده در سلول (II) شرکت می‌کنند.

پ) در سلول (I)، همانند سلول (II)، کاتیون‌های موجود در محلول به سمت تیغه‌ای که قطب منفی را می‌سازد حرکت می‌کنند.

ت) با حذف مولد از مدار بیرونی سلول (II)، اتم‌های آهن در این سلول، همانند سلول (I) در نیم‌واکنش اکسایش شرکت می‌کنند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۵۳۲- کدام‌یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟

۱) در سلول های سوختی هیدروژن ـ اکسیژن، پتانسیل کاهشی استاندارد نیم‌واکنش انجام‌شده در سمت کاتد برابر صفر است.

۲) خوردگی وسایل آهنی و مسی، از یک سو سبب از بین رفتن زیبایی آن‌ها می‌شود و از سوی دیگر به سلامتی بدن آسیب می‌رساند.

۳) سلول‌های سوختی هیدروژن ـ اکسیژن، برخلاف سلول مورد استفاده برای آبکاری نقره، نوعی سلول گالوانی به شمار می‌روند.

۴) برای جلوگیری از خوردگی وسایل مسی و آهنی، سطح اغلب این وسایل را با فلزهایی مانند نقره، کروم، نیکل و طلا می‌پوشانند.

۵۳۳- کدام موارد از مطالب زیر درست است؟

آ) یون SO_4^{2-}، نقش اکسندگی نداشته و فقط به عنوان یک عامل کاهنده می‌تواند در واکنش‌ها شرکت کند.

ب) در یک قطعهٔ خراشیده‌شده از آهن سفید، Zn و O_2 به ترتیب در نقش گونه‌های کاهنده و اکسنده هستند.

پ) در سلول‌های نورالکتروشیمیایی، همانند سلول مربوط به برقکافت آب، گاز هیدروژن در مجاورت با کاتد تولید می‌شود.

ت) در یک سلول الکترولیتی مربوط به آبکاری، الکترولیت باید دارای کاتیون‌های فلزی باشد که بر سطح آن آبکاری می‌شود.

۱) (آ) و (پ) ۲) (آ) و (ت) ۳) (ب) و (ت) ۴) (ب) و (پ)

۵۳۴- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) برای تهیهٔ الکترولیت مورد نیاز در سلول الکترولیتی مربوط به آبکاری اجسام فلزی توسط آهن، می‌توانیم از نمک آهن (III) هیدروکسید استفاده کنیم.

۲) نیم‌واکنش انجام‌شده در آند سلول مربوط به آبکاری اجسام توسط نقره، با نیم‌واکنش انجام‌شده در قطب مثبت سلول گالوانی $Fe - Ag$ یکسان است.

۳) در سلول الکترولیتی مربوط به آبکاری اجسام توسط نقره، مولکول‌های آب از سر منفی خود به سمت تیغهٔ نقره‌ای جهت‌گیری پیدا می‌کنند.

۴) در سلول مربوط به آبکاری قاشق آهنی توسط نقره، قاشق آهنی را به قطب مثبت و تیغهٔ نقره را به قطب منفی مولد جریان متصل می‌کنند.

۵۳۵- در یک کارگاه آبکاری کروم، از محلول کروم (III) سولفات به عنوان الکترولیت و از زغال به عنوان آند استفاده شده است. اگر در آبکاری هر قطعه، حدود ۰/۰۱۰۴ گرم فلز کروم روی قطعه قرار گیرد، پس از آبکاری ۱۰۰۰ نمونه از همان قطعه، به تقریب چند گرم کروم (III) سولفات با خلوص ۸۰ درصد باید به الکترولیت اضافه شود تا غلظت یون کروم، به مقدار اولیه بازگردد؟ (تغییر حجم ناچیز است. $Cr = ۵۲ , S = ۳۲ , O = ۱۶ : g.mol^{-1}$)

۱) ۳۹/۲ ۲) ۴۹ ۳) ۵۸/۴ ۴) ۹۴ *(سراسری ریاضی خارج از کشور ۹۳)*

۵۳۶- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با سلول مربوط به آبکاری یک قاشق آهنی با فلز روی در محلولی از روی نیترات نادرست است؟

۱) نیم‌واکنش انجام‌شده در سمت کاتد این سلول الکترولیتی، وارونهٔ نیم‌واکنش انجام‌شده در مجاورت آند آن است.

۲) اگر پس از آبکاری، در هوای مرطوب روی قاشق خراش ایجاد شود، نیم‌واکنش انجام‌شده در سمت آند این سلول مجدداً انجام می‌شود.

۳) در این سلول، همانند سلول مربوط به برقکافت $NaCl\ (l)$، کاتیون‌های موجود در محلول به سمت تیغهٔ متصل به قطب مثبت حرکت می‌کنند.

۴) در مدار بیرونی این سلول، همانند سلول گالوانی روی ـ مس، الکترون‌ها از سمت تیغهٔ آند به طرف کاتد جاری می‌شوند.

۵۳۷- الکتریسیتهٔ حاصل از واکنش ۴۴۸ لیتر گاز اکسیژن در شرایط STP با گاز هیدروژن کافی در یک سلول سوختی (با فرض بازدهی ۱۰۰٪)، چند گرم نقره را در یک سلول آبکاری نقره به جسم موردنظر می‌تواند انتقال دهد؟ $(Ag = ۱۰۸ , O = ۱۶ : g.mol^{-1})$

۱) ۲۱۶۰ ۲) ۴۳۲۰ ۳) ۶۴۸۰ ۴) ۸۶۴۰

۵۳۸- کدام‌یک از عبارت‌های زیر درست است؟

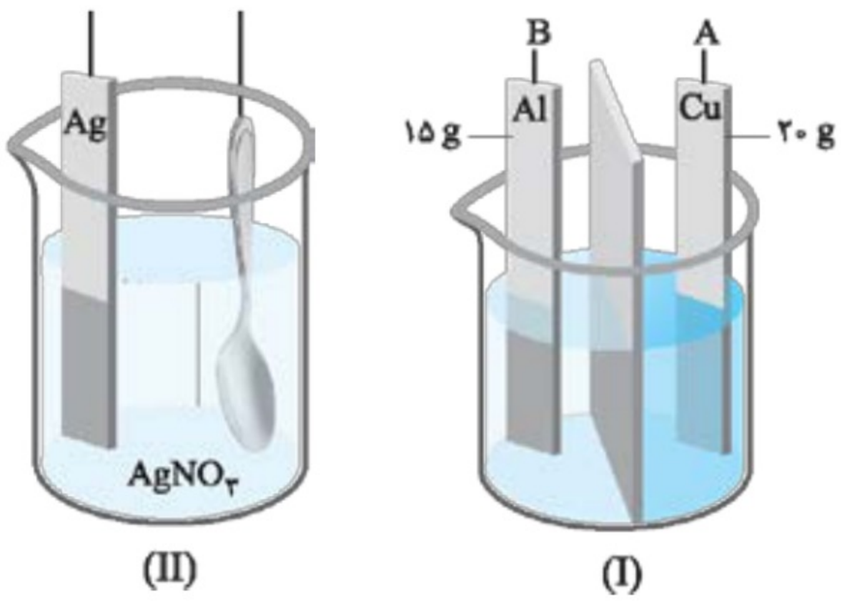
۱) در فرایند آبکاری یک جسم آهنی با فلز نقره، میزان کاهش جرم تیغهٔ کاتد با میزان افزایش جرم تیغهٔ آند برابر است.

۲) در سلول‌های سوختی هیدروژن ـ اکسیژن، برخلاف باتری‌های روی ـ نقره، حالت فیزیکی گونه‌های کاهنده و اکسنده مشابه هم است.

۳) خوردگی وسایل آهنی و مسی، از یک سو سبب از بین رفتن زیبایی آن‌ها می‌شود و از سوی دیگر به سلامتی بدن آسیب می‌رساند.

۴) طی استخراج منیزیم از آب دریا، با اضافه‌کردن هیدروکلریک اسید به آب، یون‌های Mg^{2+} را به صورت یک مادهٔ نامحلول رسوب می‌دهند.

۵۳۹- جهت انجام فرایند آبکاری نقره بر روی قاشق فلزی نشان داده شده، باید قاشق موردنظر را به الکترود ..... و تیغهٔ نقره را به الکترود ..... متصل کنیم و اگر طی این فرایند، جرم قاشق فلزی به اندازهٔ ۲/۱۶ گرم افزایش پیدا کند، تفاوت جرم تیغه‌های آندی و کاتدی به کار رفته در سلول (I) به ..... گرم می‌رسد. $(Ag = ۱۰۸ , Cu = ۶۴ , Al = ۲۷ : g.mol^{-1})$



۱) ۵/۸۲ ـ B ـ A

۲) ۵/۴۱ ـ B ـ A

۳) ۵/۸۲ ـ A ـ B

۴) ۵/۴۱ ـ A ـ B

فرایند هال

۵۴۰- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با فرایند هال درست است؟

۱) در سلول مربوط به این فرایند، برخلاف سلول مربوط به برقکافت $NaCl\ (l)$، الکترود آند به عنوان واکنش‌دهنده در واکنش شرکت می‌کند.

۲) انجام‌شدن این فرایند، به مقدار کمی انرژی نیاز داشته و طی انجام‌شدن آن، مقداری گاز CO_2 نیز تولید می‌شود.

۳) مجموع ضرایب استوکیومتری مواد فراورده در معادلهٔ کلی موازنه‌شدهٔ این فرایند شیمیایی، برابر ۶ است.

۴) در سلول الکتروشیمیایی مورد استفاده برای این فرایند، بدنهٔ ظرف واکنش به قطب مثبت مولد متصل می‌شود.

۵۴۱- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) در سلول الکترولیتی مورد استفاده در روش هال، جنس آند و کاتد به کار رفته در ساختار سلول یکسان است.

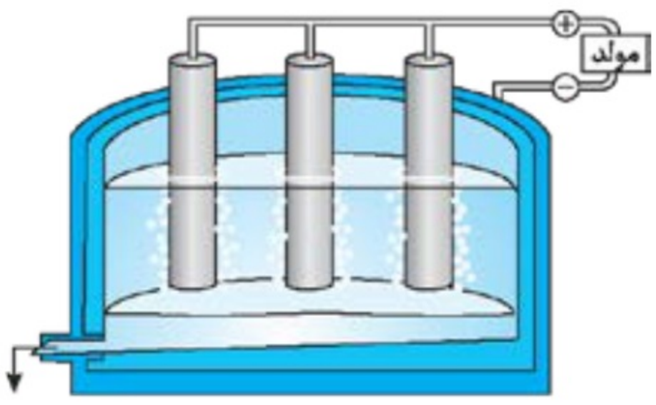
ب) در سلول‌های الکترولیتی، قطب مثبت معادل با آند بوده و با پیشرفت واکنش، به جرم آن افزوده می‌شود.

پ) آلومینیم همانند سدیم یک فلز فعال بوده و در طبیعت به شکل ترکیب با سایر عناصر یافت می‌شود.

ت) در سلول مورد استفاده برای فرایند هال، جرم تیغه‌های به کار رفته به عنوان کاتد به مرور زمان کاهش پیدا می‌کند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۵۴۲- تصویر مقابل، سلول الکترولیتی مربوط به فرایند هال را نشان می‌دهد. اگر فلز آلومینیم با سرعت متوسط $20\ mL.min^{-1}$ از خروجی تعبیه‌شده در کف ظرف خارج شود، سرعت متوسط تولید گاز کربن دی‌اکسید در این سلول برابر با چند مول بر ثانیه است؟ (چگالی آلومینیم برابر $2/7\ g.mL^{-1}$ است و $Al = 27\ g.mol^{-1}$)



۱) ۰/۰۵ ۲) ۰/۰۲۵

۳) ۰/۰۷۵ ۴) ۰/۰۱

۵۴۳- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) عدم خوردگی آلومینیم در حضور اکسیژن و رطوبت، سبب شده است تا از آن در ساخت هواپیماها و کشتی‌ها استفاده شود.

ب) در فرایند هال، اکسید فلزی موجود در ترکیب بوکسیت به عناصر سازندهٔ خود تجزیه شده و گاز اکسیژن تولید می‌شود.

پ) زنگ آهن، برخلاف اکسید آلومینیم متخلخل بوده و سبب می‌شود تا بخار آب و اکسیژن به لایه‌های زیرین آهن نفوذ کند.

ت) در واکنش انجام‌شده طی فرایند هال، نیم واکنش $Al^{3+}(aq) + 3e^- \rightarrow Al(l)$ در مجاورت با آند سلول اتفاق می‌افتد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۵۴۴- کدام موارد از مطالب زیر درست است؟

آ) مجموع ضرایب مواد در واکنش کلی انجام‌شده در سلول‌های نورالکتروشیمیایی که برای تهیهٔ گاز H_2 از آب به کار می‌رود، برابر ۷ است.

ب) عدد اکسایش گوگرد در $(NH_4)_2S_2O_7$، ۰/۷۵ برابر تفاوت میان بیشترین و کم‌ترین عدد اکسایش اتم‌های N در ترکیب‌های مختلف است.

پ) در سلول نورالکتروشیمیایی که برای تهیهٔ گاز H_2 از آب به کار می‌رود، همانند سلول هال، حباب‌های گاز در اطراف کاتد دیده می‌شود.

ت) مقایسهٔ قدرت اکسندگی کاتیون‌های حاصل از فلزهای آهن، قلع و روی، به صورت $Zn^{2+}(aq) < Fe^{2+}(aq) < Sn^{2+}(aq)$ است.

۱) (آ) و (پ) ۲) (آ) و (ت) ۳) (ب) و (پ) ۴) (ب) و (ت)

۵۴۵- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟ $(Al = 27\ g.mol^{-1})$

۱) در فرایند خوردگی آهن، همانند واکنش‌های انجام‌شده در سلول‌های سوختی هیدروژن ـ اکسیژن، مولکول‌های O_2 کاهیده می‌شوند.

۲) در فرایند هال، به ازای تشکیل ۱۳۵ گرم فلز آلومینیم در مجاورت کاتد، ۳/۷۵ مول گاز کربن دی‌اکسید در آند تشکیل می‌شود.

۳) با این‌که فلز آلومینیم با اکسیژن هوا واکنش می‌دهد و به آلومینیم اکسید تبدیل می‌شود، اما در برابر خوردگی مقاوم است.

۴) آلومینیم مذاب تولیدشده در سلول مورد استفاده برای فرایند هال، چگالی کم‌تری در مقایسه با آلومینیم اکسید مذاب دارد.

۵۴۶- در یک کارخانهٔ صنعتی، از فرایند هال برای تولید آلومینیم استفاده می‌شود و برای به دام انداختن کربن دی‌اکسید حاصل نیز از کلسیم اکسید استفاده می‌شود. برای به دام انداختن کربن دی‌اکسید حاصل از تولید ۱/۰۸ تن آلومینیم، به چند کیلوگرم کلسیم اکسید نیاز است؟ $(Ca = 40, Al = 27, O = 16 : g.mol^{-1})$

۱) ۱۲۶۰ ۲) ۸۴۰ ۳) ۲۵۲۰ ۴) ۱۶۸۰

۵۴۷- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) در فرایند آبکاری یک جسم فلزی با نقره، اتم‌های نقره در سمت آند اکسید می‌شوند.

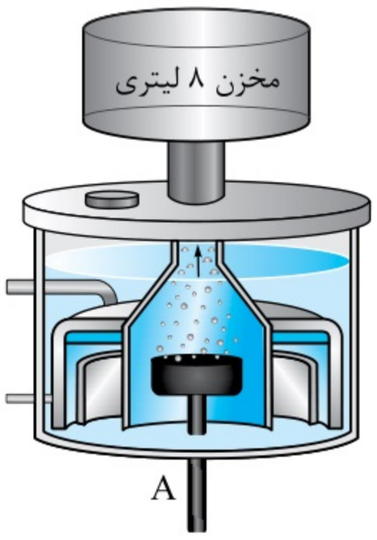
ب) طی برقکافت نمک خوراکی مذاب، شمار مول‌های فراوردهٔ تولیدشده در کاتد، دو برابر آند است.

پ) به ازای تولید هر مول آلومینیم در فرایند هال، ۱۶/۸ لیتر گاز در شرایط استاندارد تولید می‌شود.

ت) در سلول مربوط به برقکافت $NaCl(l)$، برای پایین‌آوردن دمای ذوب سدیم کلرید، مقداری $CaCl_2$ را به آن می‌افزایند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۵۴۸- تصویر مقابل، یک سلول مربوط به برقکافت $NaCl(l)$ را نشان می‌دهد. این سلول، ..... سلول مورد استفاده برای انجام فرایند هال، از نوع الکترولیتی بوده و تیغهٔ A نیز ..... این سلول را تشکیل می‌دهد و اگر در طول مدت چند دقیقه، فشار مخزن متصل به این سلول از ۲ اتمسفر به ۶/۴ اتمسفر و دمای محتویات این مخزن نیز از $117\,^\circ C$ به $39\,^\circ C$ برسد، در طول این بازهٔ زمانی ..... گرم فلز سدیم تولید شده است. $(Na = 23\ g.mol^{-1})$



۱) همانند ـ قطب مثبت ـ ۳۴/۵
۲) برخلاف ـ کاتد ـ ۳۴/۵
۳) برخلاف ـ قطب منفی ـ ۶۹
۴) همانند ـ آند ـ ۶۹

۵۴۹- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟ $(F = 19, H = 1 : g.mol^{-1})$

۱) در هنگام برقکافت آب، شمار آنیون‌های تولیدشده در مجاورت با کاتد، دو برابر شمار کاتیون‌های تولیدشده در مجاور آند است.

۲) در سلول گالوانی آلومینیم ـ مس، به مرور زمان مجموع تعداد کاتیون‌های موجود در الکترولیت‌های آندی و کاتدی کاهش می‌یابد.

۳) با بازیافت آلومینیم می‌توان عمر یکی از مهم‌ترین منابع تجدیدپذیر را افزایش داده و برخی از هزینه‌های تولید این فلز را کاهش داد.

۴) از محلول ۲ درصد جرمی هیدروفلوئوریک اسید با چگالی $1\ g.mL^{-1}$ می‌توان به عنوان الکترولیت موجود در SHE استفاده کرد.

۵۵۰- چند مورد از مطالب زیر نادرست است؟

آ) با ایجاد خراش در سطح قطعه‌هایی از آهن سفید و حلبی در هوای مرطوب، نیم‌واکنش‌های انجام‌شده در کاتد مشابه به هم هستند.

ب) نیتروژن مونوکسید، یک گونهٔ رادیکال بوده و عدد اکسایش اتم N موجود در آن، مشابه عدد اکسایش C در مولکول متانول است.

پ)در سلول هال، همانند سلول نورالکتروشیمیایی که برای تهیهٔ گاز هیدروژن از آب به کار می‌رود، گونهٔ کاهنده متعلق به گروه ۱۴ است.

ت) تعداد مراحل تبدیل انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی در سلول‌های سوختی، کم‌تر از تعداد این مراحل در نیروگاه‌های حرارتی است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۵۵۱- در دمای و فشار یکسان، مقدار برابری از جریان الکتریکی در مدار بیرونی سلول مورد استفاده برای فرایند هال و سلول الکترولیتی مربوط به برقکافت منیزیم کلرید مذاب عبور می‌کند. حجم گاز تولیدشده در آند سلول مربوط به فرایند هال، ..... برابر حجم گاز تولیدشده در سلول دیگر بوده و جرم فلز تولیدشده طی فرایند هال نیز ..... برابر جرم فلز تولیدشده در سلول دیگر است. $(Al = 27, Mg = 24 : g.mol^{-1})$

۱) ۱/۵ ـ ۰/۵ ۲) ۰/۵ ـ ۰/۷۵ ۳) ۰/۷۵ ـ ۱/۵ ۴) ۱/۵ ـ ۱/۵

۵۵۲- کدام‌یک از عبارت‌های داده‌شده نادرست هستند؟

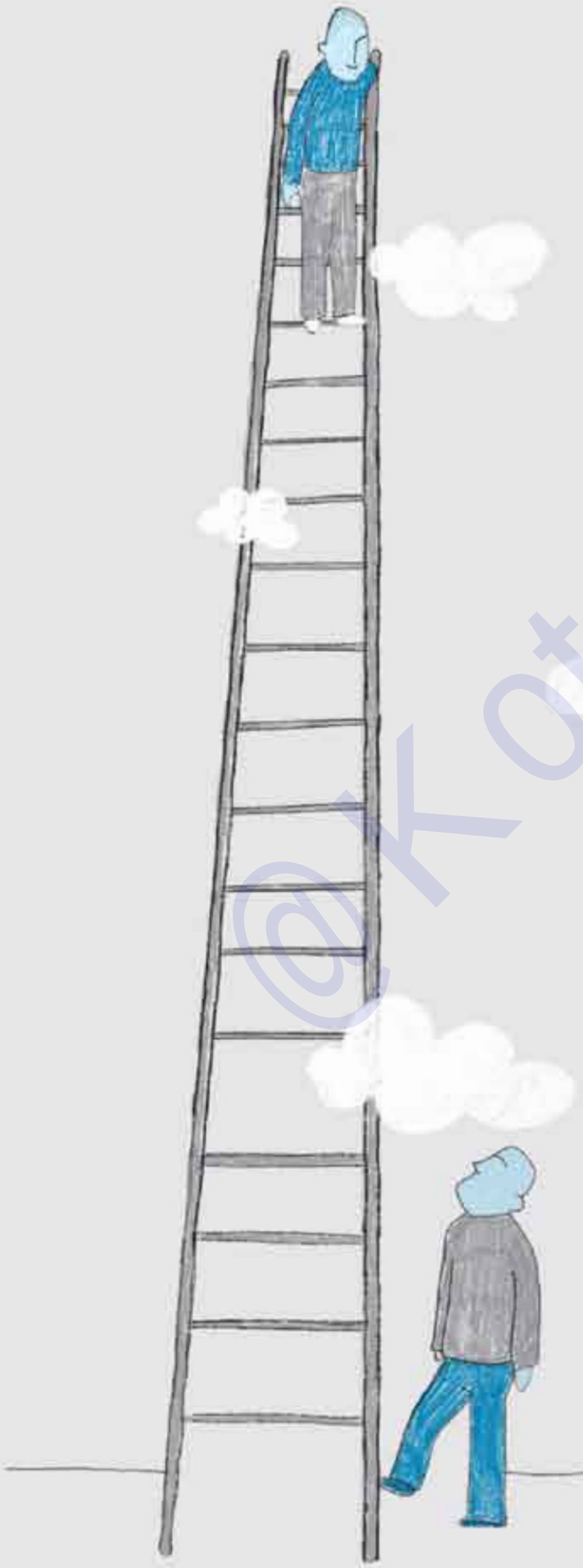
۱) برای تولید قوطی‌های آلومینیمی از بازیافت قوطی‌های کهنه، نسبت به تهیهٔ همان تعداد قوطی از فرایند هال، انرژی کم‌تری نیاز است.

۲) در سری الکتروشیمیایی، فلزهای نجیب از جمله طلا و پلاتین، نسبت به فلزهای فعال در موقعیت پایین‌تری قرار می‌گیرند.

۳) در سلول الکترولیتی مربوط به آبکاری توسط فلز نقره، جسمی که در موقعیت کاتد قرار می‌گیرد، باید رسانای جریان برق باشد.

۴) در واکنش کلی انجام‌شده طی فرایند هال، تغییر عدد اکسایش گونهٔ اکسنده، ۰/۷۵ برابر تغییر عدد اکسایش گونهٔ کاهنده است.

فصل ۳ شیمی جلوه‌ای از هنر، زیبایی و ماندگاری



سلام!

امیدوارم که تا اینجای کار، کتاب نردبام شیمی حسابی بهتون کمک کرده باشه.

این فصل از کتاب شیمی دوازدهم، بیشتر در رابطه با ساختار ذره‌ای انواع مواد جامد صحبت می‌کنه. قراره ذره‌بین بگیریم دستمون و ببینیم هر مادهٔ جامد (از گرافیت و یخ گرفته، تا تیتانیوم و فولاد) چه ساختاری داره و اتم‌های سازندهٔ اون به چه شکلی در کنار هم چیده‌شدن. از اون مبحثایی که آدم با خوندنش می‌گه:

«فتبارک الله احسن الخالقین ...»

خب بریم سراغ اطلاعات آماری این فصل:

- تعداد احتمالی سؤالات این فصل در کنکور ⬅ ۲ تا ۳ عدد
- حجم سؤالات حفظی فصل ⬅ زیاد
- حجم سؤالات مفهومی فصل ⬅ متوسط
- حجم مسائل عددی فصل ⬅ کم

بچه‌ها! توصیه می‌کنم قبل از خوندن این فصل، مبحث مربوط به رسم ساختارهای لوویس رو یه مرور بکنید.

Konkor
@Kotob_1

بخش ۱ جامدهای کووالانسی

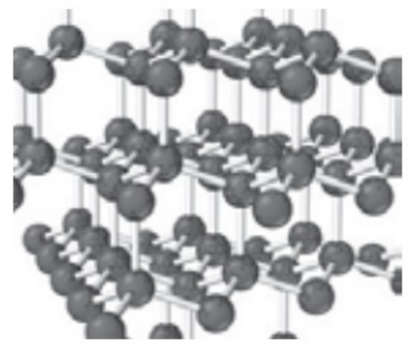
مقدمهٔ فصل

در اطراف ما، شمار بسیار زیادی از انواع مواد با رفتارها و ویژگی‌های گوناگون وجود دارند که تنها از شمار معینی اتم با آرایش و چیدمانی نظام‌مند پدید آمده‌اند. شیمی، دانشی است که به ما کمک می‌کند تا هوشمندانه از مواد در خلق آثار بهره ببریم.

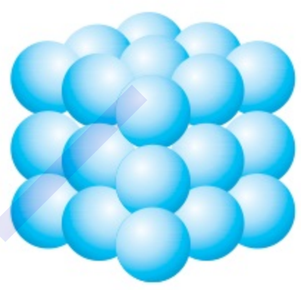
انسان‌ها همواره مواد ضروری و مورد نیاز برای زندگی خود را از نعمت‌های الهی گسترده‌شده در کرهٔ زمین تأمین کرده و برای رفع نیاز، آن‌ها را تغییر داده‌اند. در تغییر این مواد، افزون بر محیط و شیوهٔ زندگی، آیین‌ها، آداب و رسوم و حتی ادبیات و افسانه‌ها نیز نقش داشته‌اند. بر این اساس، هر یک از آثار به جا مانده از گذشته را می‌توان نمادی از هنر زمان خویش دانست که افزون بر زیبایی، نشان از ماندگاری مواد سازندهٔ آن اثر نیز دارد. با توجه به عمر طولانی این آثار، پی می‌بریم که مواد اولیه برای ساخت آن‌ها افزون بر فراوانی و در دسترس بودن، باید واکنش‌پذیری کم، استحکام زیاد و پایداری مناسبی داشته باشند.

شیمی‌دان‌ها با بررسی نوع، مقدار، ساختار و رفتار مواد سازندهٔ آثار به جا مانده، پرده از اسرار ماندگاری این آثار برداشتند و با بهره‌گیری از دانش خود، توانستند مواد جدیدتری را بسازند. این مواد خواص ویژه و کاربردهای معینی دارند و آن‌ها را می‌توان مبنای کار و کلید موفقیت طراحان، هنرمندان و مهندسان برای خلق سازه‌های زیبا و ماندگار امروزی دانست.

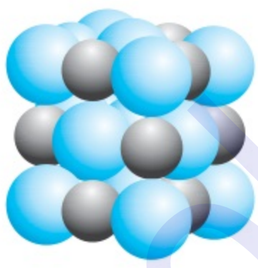
ساختار ذره‌ای هر ماده در حالت خالص و جامد، مطابق با یکی از الگوهای داده‌شده در تصویر زیر است:



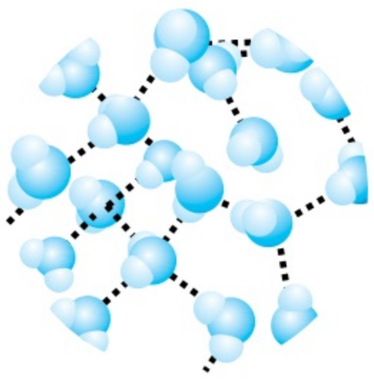
جامد کووالانسی (الماس)



جامد فلزی (آهن)



جامد یونی (سدیم کلرید)



جامد مولکولی (یخ)

درصد جرمی مواد

درصد جرمی هر ماده در نمونه، گرم آن ماده را در صد گرم از نمونهٔ موردنظر نشان می‌دهد. برای محاسبهٔ درصد جرمی یک ماده در نمونه، از رابطهٔ روبه‌رو استفاده می‌کنیم:

$$\text{درصد جرمی ماده} = \frac{\text{جرم مادهٔ موردنظر در نمونه}}{\text{جرم نمونه}} \times ۱۰۰$$

به عنوان مثال، جدول زیر درصد جرمی مواد سازندهٔ نوعی خاک رس که از یک معدن طلا استخراج شده است را نشان می‌دهد.

ماده	SiO_2	Al_2O_3	H_2O	Na_2O	Fe_2O_3	MgO	Au و دیگر مواد
درصد جرمی	۴۶/۲	۳۷/۷۴	۱۳/۳۲	۱/۲۴	۰/۹۶	۰/۴۴	۰/۱

چندنکته

- سیلیسیم دی‌اکسید (SiO_2) یا همون سیلیس، جزء اصلی سازندهٔ اکثر انواع خاک رس است و نسبت به سایر مواد سازندهٔ این خاک، بیشترین درصد جرمی را دارد. سیلیس افزون بر خاک رس، یکی از سازنده‌های اصلی بسیاری از سنگ‌ها، صخره‌ها و شن و ماسه است. وجود این ماده باعث استحکام و ماندگاری سازه‌های سنگی و نقشکنده‌های روی آن‌ها می‌شود.
- آهن (III) اکسید، پنجمین مادهٔ فراوان در خاک رس است و با توجه به رنگ قرمز این ماده، سرخ‌فام‌بودن خاک رس را به وجود Fe_2O_3 در آن نسبت می‌دهند.
- از خاک رس برای تهیهٔ ظرف‌های سفالی استفاده می‌شود. هنگام پختن سفالینه‌های ساخته‌شده از خاک رس، مقداری از آب موجود در این ماده تبخیر شده و به دنبال آن، درصد جرمی سایر اجزای سازندهٔ خاک رس افزایش پیدا می‌کند.

تست درصد جرمی اتم‌های گوگرد در یک نمونهٔ خالص از گوگرد تری‌اکسید، چند برابر درصد جرمی اتم‌های این عنصر در یک نمونهٔ خالص از گوگرد دی‌اکسید است؟ $(S=32, O=16 : g.mol^{-1})$

۱) ۰/۶۶ ۲) ۱/۲۵ ۳) ۱/۵ ۴) ۰/۸

پاسخ **گزینهٔ «۴»** فرمول شیمیایی گوگرد دی‌اکسید به صورت SO_2 و فرمول شیمیایی گوگرد تری‌اکسید به صورت SO_3 است؛ پس داریم:

$$\frac{\text{درصد جرمی گوگرد در گوگرد تری‌اکسید}\,(SO_3)}{\text{درصد جرمی گوگرد در گوگرد دی‌اکسید}\,(SO_2)} = \frac{\frac{S\,\text{جرم}}{SO_3\,\text{جرم}}\times 100}{\frac{S\,\text{جرم}}{SO_2\,\text{جرم}}\times 100} = \frac{\frac{32}{80}\times 100}{\frac{32}{64}\times 100} = 0/8$$

تست درصد جرمی اتن در مخلوطی از گازهای اتان و اتن برابر با ۴۲ درصد است. مولکول‌های اتن موجود در ۵۰۰ g از این مخلوط، با چند مولکول هیدروژن به طور کامل واکنش می‌دهند؟ $(C=12, H=1 : g.mol^{-1})$

۱) $4/515\times10^{25}$ ۲) $3/01\times10^{25}$ ۳) $4/515\times10^{24}$ ۴) $3/01\times10^{24}$

پاسخ **گزینهٔ «۳»** **قدم اول** جرم اتن موجود در این نمونهٔ ۵۰۰ گرمی را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{درصد جرمی اتن} = \frac{\text{جرم اتن}}{\text{جرم نمونه}}\times 100 \Rightarrow 42 = \frac{x}{500}\times 100 \Rightarrow x = 210\,g$$

قدم دوم اتن براساس معادلهٔ $C_2H_4(g) + H_2(g) \rightarrow C_2H_6(g)$ با هیدروژن واکنش می‌دهد؛ پس داریم:

$$?\,\text{مولکول}\,H_2 = 210\,g\,C_2H_4 \times \frac{1\,mol\,C_2H_4}{28\,g\,C_2H_4} \times \frac{1\,mol\,H_2}{1\,mol\,C_2H_4} \times \frac{6/02\times10^{23}\,\text{مولکول}\,H_2}{1\,mol\,H_2} = 4/515\times10^{24}$$

نکته اگر چند مخلوط مجزا که محتوی مادهٔ A می‌شوند را به هم اضافه کنیم، درصد جرمی مادهٔ A در مخلوط نهایی از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$\text{درصد جرمی A در مخلوط نهایی} = \frac{\text{جرم مخلوط اول}\times\text{درصد جرمی A در مخلوط اول} + \text{جرم مخلوط دوم}\times\text{درصد جرمی A در مخلوط دوم} + \cdots}{\text{جرم مخلوط اول} + \text{جرم مخلوط دوم} + \cdots}$$

تست درصد جرمی آلومینیم اکسید در سنگ معدن A برابر با ۲/۵٪ و در سنگ معدن B نیز برابر با ۴٪ است. ۱۲۵ کیلوگرم از سنگ معدن A را با ۲۵۰ کیلوگرم از سنگ معدن B مخلوط می‌کنیم. درصد جرمی آلومینیم اکسید در مخلوط نهایی کدام است؟

۱) ۳/۵ ۲) ۳/۲۵ ۳) ۳ ۴) ۲/۷۵

پاسخ **گزینهٔ «۱»** در رابطه با درصد جرمی Al_2O_3 در مخلوط نهایی داریم:

$$\text{درصد جرمی}\,Al_2O_3\,\text{در مخلوط نهایی} = \frac{\text{جرم سنگ A}\times\text{درصد جرمی}\,Al_2O_3\,\text{در سنگ A} + \text{جرم سنگ B}\times\text{درصد جرمی}\,Al_2O_3\,\text{در سنگ B}}{\text{جرم سنگ A} + \text{جرم سنگ B}}$$

$$\text{درصد جرمی}\,Al_2O_3\,\text{در مخلوط نهایی} = \frac{2/5\times125 + 4\times250}{125+250} = \text{درصد ۳/۵}$$

جامدهای کووالانسی

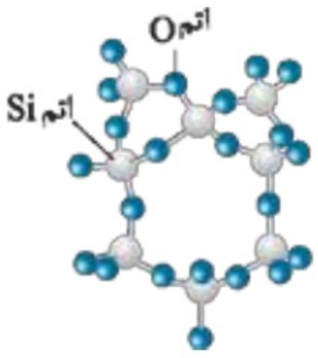
سیلیس (سیلیسیم دی‌اکسید یا SiO_2)، سیلیسیم، سیلیسیم کربید (SiC)، گرافیت و الماس در دستهٔ مواد کووالانسی قرار می‌گیرند. این گروه از مواد شامل شمار بسیار زیادی از اتم‌ها می‌شوند که توسط پیوندهای اشتراکی به یکدیگر متصل شده‌اند. از آن‌جا که این مواد در دما و فشار اتاق به حالت جامد هستند، آن‌ها را با نام جامدهای کووالانسی نیز می‌خوانند. یافته‌های تجربی نشان می‌دهند که عنصرهای اصلی سازندهٔ جامدهای کووالانسی در طبیعت، کربن و سیلیسیم هستند. علاوه بر کربن و سیلیسیم، عنصر اکسیژن نیز در ساختار برخی از جامدهای کووالانسی وجود دارد. کربن ($_6C$) یک عنصر نافلزی و سیلیسیم ($_{14}Si$) نیز یک عنصر شبه‌فلزی از گروه چهاردهم جدول تناوبی است. اتم‌های این عناصر در واکنش با سایر اتم‌ها الکترون به اشتراک گذاشته و پیوند کووالانسی (اشتراکی) تشکیل می‌دهند و به همین خاطر، از آن‌ها تاکنون یون تک‌اتمی در هیچ ترکیبی شناخته نشده است. آرایش الکترون ـ نقطه‌ای کربن و سیلیسیم به صورت مقابل است:

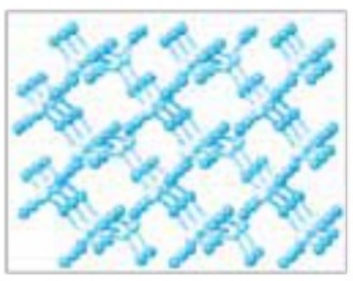
$\cdot\dot{C}\cdot$ $\cdot\dot{Si}\cdot$

اتم‌های هر یک از این عناصر با تشکیل ۴ پیوند اشتراکی به آرایش الکترونی هشت‌تایی می‌رسند. ساختار و ویژگی‌های برخی از جامدهای کووالانسی به شرح زیر است:

۱- سیلیس

سیلیس *یا همون* سیلیسیم دی‌اکسید (SiO_2)، فراوان‌ترین اکسید موجود در پوستهٔ جامد زمین بوده و از کنار هم قرار گرفتن اتم‌های سیلیسیم و اکسیژن تشکیل شده است. در ساختار این ماده، اتم‌های اکسیژن و سیلیسیم با پیوندهای اشتراکی $Si-O-Si$ با یکدیگر متصل بوده و یک شبکهٔ پیوسته و غول‌آسا را ایجاد می‌کنند. ساختار این جامد کووالانسی به صورت زیر است:







همان‌طور که مشخص است، هر اتم Si موجود در ساختار سیلیس به ۴ اتم اکسیژن و هر اتم O نیز به ۲ اتم سیلیسیم متصل شده است.

چندنکته

- اکسیژن فراوان‌ترین عنصر سازندهٔ پوستهٔ جامد زمین و سیلیسیم دومین عنصر فراوان موجود در این لایه است. به همین خاطر، ترکیب‌های گوناگون این دو عنصر بیش از ۹۰٪ پوستهٔ جامد زمین را تشکیل می‌دهند و سیلیس نیز فراوان‌ترین اکسید موجود در این لایه از سیارهٔ ما به شمار می‌رود.

نکتهٔ ترکیبی فراوان‌ترین عناصر سازندهٔ کرهٔ زمین به ترتیب آهن (Fe)، اکسیژن (O) و سیلیسیم (Si) هستند در حالی که فراوان‌ترین عناصر موجود در پوستهٔ جامد کرهٔ زمین به ترتیب اکسیژن (O) و سیلیسیم (Si) هستند.

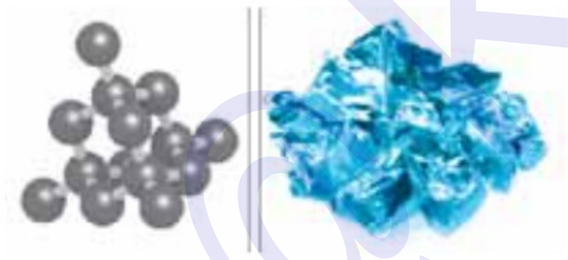
- کوارتز از جمله نمونه‌های خالص سیلیس و ماسه از جمله نمونه‌های ناخالص سیلیس به شمار می‌رود. سیلیس در حالت خالص و تراش‌خورده، شفاف است.
- سیلیس خالص خواص نوری ویژه‌ای دارد و به همین خاطر، از آن در ساختن منشورها و عدسی‌ها استفاده می‌شود.
- سیلیس یک جامد کووالانسی است که در آن تعداد بسیار زیادی از اتم‌ها توسط پیوندهای اشتراکی به یکدیگر متصل شده و یک شبکهٔ غول‌آسا را به وجود آورده‌اند؛ به همین خاطر در ساختار این مواد مولکول‌های مجزا وجود ندارند.
- برای ذوب‌کردن یا خردکردن سیلیس و سایر جامدهای کووالانسی، باید بر پیوندهای اشتراکی بین اتم‌های موجود در این مواد غلبه کنیم. بر این اساس، جامدهای کووالانسی دیرگداز بوده و علاوه بر سختی زیاد، نقطهٔ ذوب بالایی دارند. به عنوان مثال، پخته‌شدن نان سنگک بر روی دانه‌های درشت سنگ را می‌توان نشانه‌ای از مقاومت گرمایی سیلیس و دیرگدازبودن آن دانست.

نکتهٔ ترکیبی سیلیسیم عنصر اصلی سازندهٔ سلول‌های خورشیدی است و براساس واکنش زیر تولید می‌شود:

$$SiO_2(s) + 2C(s) \xrightarrow{3000\,^\circ C} Si(l) + 2CO(g)$$

با توجه به معادلهٔ این واکنش شیمیایی، پی می‌بریم که واکنش‌پذیری کربن از واکنش‌پذیری سیلیسیم بیشتر است.

۲- سیلیسیم

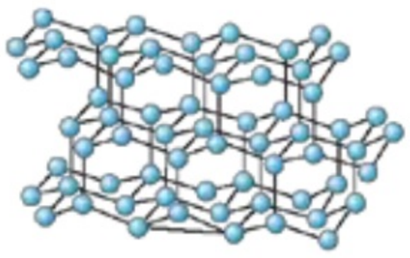


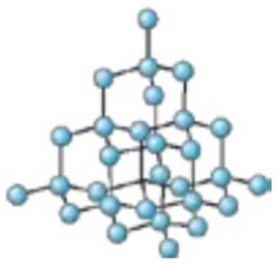
ساختار سیلیسیم خالص در حالت جامد مشابه ساختار SiO_2 و مطابق با تصویر مقابل است:
در این ساختار، هر اتم Si توسط چهار پیوند یگانه به سایر اتم‌ها متصل شده است. سیلیسیم در طبیعت به حالت خالص یافت نمی‌شود و به طور عمده به شکل سیلیس (SiO_2) وجود دارد. در واقع چون آنتالپی پیوند $Si-O$ بزرگ‌تر از آنتالپی پیوند $Si-Si$ است، یک نمونه از SiO_2 پایداری بیشتری در مقایسه با سیلیسیم خالص دارد و به همین خاطر، اغلب اتم‌های Si موجود در طبیعت در ساختار SiO_2 جای می‌گیرند.

نکتهٔ ترکیبی سیلیسیم یک عنصر شبه‌فلزی از گروه چهاردهم و تناوب سوم جدول دوره‌ای است. این عنصر در حالت خالص رسانایی الکتریکی کمی دارد و سطح آن درخشان است. این ماده شکننده است و در اثر ضربه خرد می‌شود.

۳- الماس







یکی از دگرشکل‌های کربن و عضوی از خانوادهٔ جامدهای کووالانسی است که در بلور آن، شمار زیادی از اتم‌های کربن با پیوند اشتراکی به یکدیگر متصل شده و یک شبکهٔ غول‌آسا را به وجود می‌آورند.
تصویر مقابل، ساختار این جامد کووالانسی را نشان می‌دهد:
همان‌طور که مشخص است، الماس یک جامد کووالانسی با ساختار سه‌بعدی بوده و در آن هر اتم کربن توسط چهار پیوند اشتراکی یگانه به سایر اتم‌ها متصل شده است.

چندنکته

- در ساختار الماس، تعداد زیادی اتم کربن توسط پیوند $C-C$ به یکدیگر متصل شده‌اند و به همین خاطر، بلورهای الماس بسیار سخت هستند. از الماس به خاطر سختی و تراکم زیاد آن، در ساخت مته‌ها و ابزارهای مربوط به برش شیشه استفاده می‌شود.
- ساختار الماس مانند ساختار سیلیسیم خالص بوده و نقطهٔ ذوب این جامد کووالانسی بالاتر از نقطهٔ ذوب سیلیسیم است. در واقع برای ذوب‌کردن الماس و سیلیسیم، باید بر نیروی پیوندهای $C-C$ و $Si-Si$ موجود در بلور این مواد غلبه کنیم و از آن‌جا که آنتالپی پیوند $C-C$ بیشتر از آنتالپی پیوند $Si-Si$ است، پس برای ذوب‌کردن الماس به انرژی بیشتری نیاز بوده و نقطهٔ ذوب این ماده بالاتر است.

نکتهٔ ترکیبی یکی از عوامل مؤثر بر آنتالپی پیوندهای کووالانسی، شعاع اتم‌های تشکیل‌دهندهٔ پیوند است. به طور کلی، هر چه شعاع اتم‌های تشکیل‌دهندهٔ یک پیوند بیشتر باشد، آنتالپی پیوند موردنظر کوچک‌تر خواهد بود. بر این اساس، داریم:

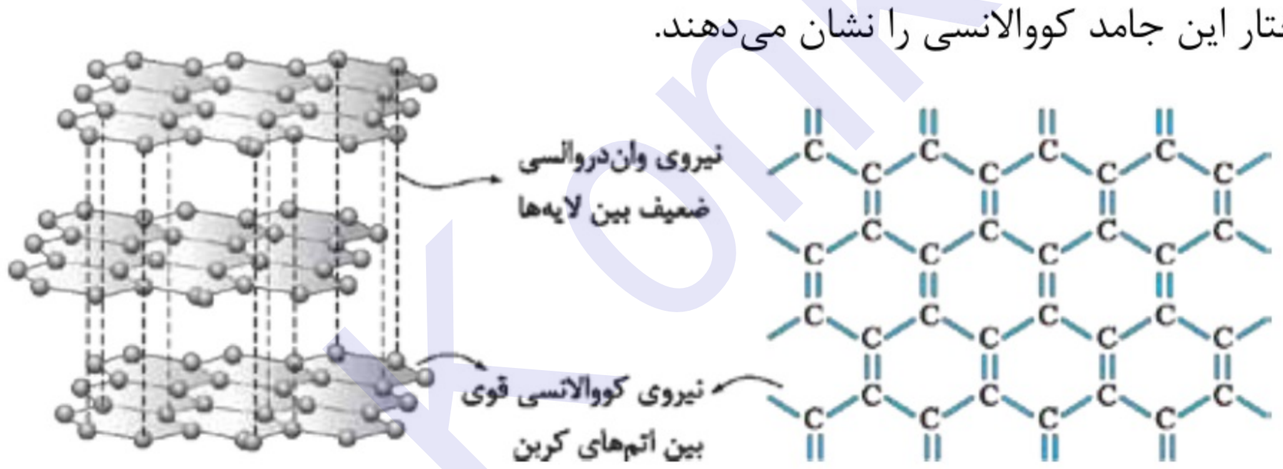
شعاع اتمی: $C < Si \Rightarrow$ آنتالپی پیوند: $C-C > Si-Si \Rightarrow$ نقطهٔ ذوب: الماس $>$ سیلیسیم

- الماس رسانایی الکتریکی ندارد و با وجود سختی زیاد آن، ساختاری شکننده داشته و بر اثر ضربه خرد می‌شود.

۴- گرافیت

یکی دیگر از دگرشکل‌های کربن است که در دستهٔ جامدهای کووالانسی قرار می‌گیرد و برخلاف الماس، دارای سطحی تیره است. تصاویر زیر، ساختار این جامد کووالانسی را نشان می‌دهند.





با توجه به این تصاویر، گرافیت ساختار لایه‌ای دارد و در هر لایه از آن، اتم‌های کربن مطابق با یک ساختار دوبعدی به یکدیگر متصل شده‌اند. از آن‌جا که بین لایه‌های مختلف سازندهٔ گرافیت نیروی ضعیف وان‌دروالسی وجود دارد، این لایه‌ها می‌توانند به راحتی بر روی یکدیگر بلغزند و به همین خاطر، گرافیت برخلاف الماس مادهٔ بسیار نرمی است.

چندنکته

- از آن‌جا که هر لایه از گرافیت به راحتی بر روی لایه‌های دیگر آن می‌لغزد، از این ماده در تولید مغز مداد استفاده می‌شود. با کشیدن مغز مداد بر روی کاغذ، لایه‌های گرافیت به صورت ورقه‌ورقه جدا شده و رد مداد بر روی کاغذ باقی می‌ماند.

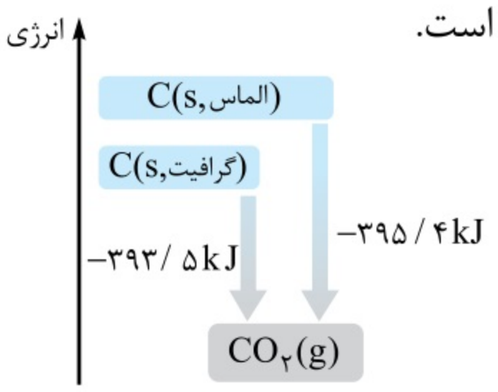
نکتهٔ ترکیبی در قرن ۱۶ میلادی، قطعهٔ بزرگی از گرافیت خالص کشف شد که بسیار نرم بود. به دلیل شکل ظاهری این ماده، مردم آن زمان می‌پنداشتند که گرافیت از سرب تشکیل‌شده است. امروزه با آن‌که می‌دانیم مغز مداد از جنس گرافیت است، اما این ماده هم‌چنان به سرب مداد معروف است.

- در یک لایه از گرافیت، هر اتم کربن توسط چهار پیوند کووالانسی (یک پیوند دوگانهٔ $C=C$ و دو پیوند یگانهٔ $C-C$) به سه اتم کربن دیگر متصل شده است و مجموعهٔ این اتم‌های کربن، شبکه‌ای از حلقه‌های شش‌ضلعی را ایجاد می‌کنند.
- در ساختار الماس، همهٔ پیوندهای کربن ـ کربن یگانه‌اند اما در ساختار گرافیت علاوه بر پیوندهای $C-C$، پیوندهای $C=C$ نیز وجود دارند. با توجه به دوگانه بودن برخی از پیوندهای کربن ـ کربن در گرافیت، می‌توان گفت میانگین آنتالپی پیوندهای کربن ـ کربن در یک لایه از گرافیت، بیشتر از میانگین آنتالپی پیوندهای کربن ـ کربن در الماس است.
- گرافیت برخلاف الماس رسانای قوی جریان الکتریسیته است اما یک نمونهٔ خالص از این ماده، رسانایی گرمایی ندارد.

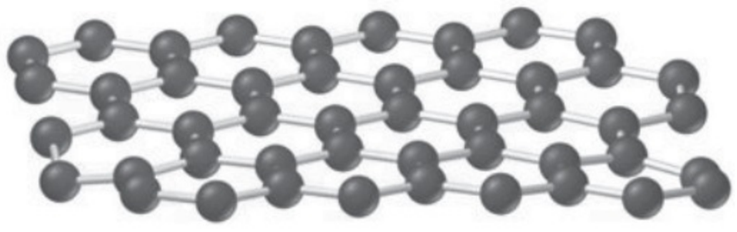
نکتهٔ ترکیبی از آن‌جا که رسانایی الکتریکی فلزها و گرافیت توسط الکترون‌ها انجام می‌شود، به این مواد رسانای الکترونی می‌گویند. با توجه به رسانایی بالای گرافیت، از این ماده به عنوان الکترود در سلول‌های الکترولیتی از جمله سلول مورد استفاده برای فرایند هال استفاده می‌شود.

- با توجه به فاصلهٔ نسبتاً زیاد میان لایه‌های کربنی موجود در ساختار گرافیت، تراکم اتم‌های کربن در این ماده کم‌تر از تراکم اتم‌های کربن در الماس است و به همین خاطر، چگالی گرافیت ($۲/۲۷\ g.cm^{-۳}$)، کم‌تر از چگالی الماس ($۳/۵۱\ g.cm^{-۳}$) است.

نکتهٔ ترکیبی سطح انرژی گرافیت از سطح انرژی الماس پایین‌تر است. بر این اساس، الماس از گرافیت ناپایدارتر بوده و آنتالپی سوختن آن از آنتالپی سوختن گرافیت بیشتر است. نمودار مقابل، مربوط به فرایند سوختن این دگرشکل‌های کربن است:



۵- گرافن

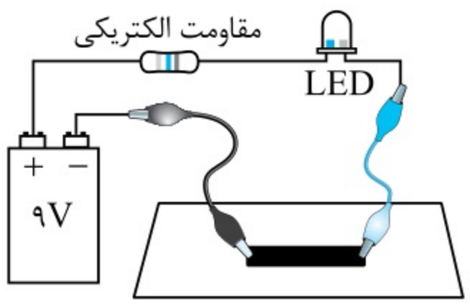


به هر یک از لایه‌های سازندهٔ گرافیت، گرافن گفته می‌شود که در آن اتم‌های کربن با پیوندهای اشتراکی، حلقه‌های شش‌گوشه تشکیل داده‌اند. تصویر مقابل، مدل گلوله و میلهٔ گرافن را نشان می‌دهد:

چنین ساختاری با الگویی مانند کندوی زنبورعسل، استحکام ویژه‌ای دارد به طوری که مقاومت کششی آن ۱۰۰ برابر فولاد است. یک روش ساده برای تهیهٔ گرافن، استفاده از نوارچسب و گرافیت برای جداکردن لایه‌هایی از آن است. با این کار، لایه‌ای به ضخامت نانومتر از اتم‌های کربن در سطح نوارچسب ایجاد می‌شود که همان گرافن است.

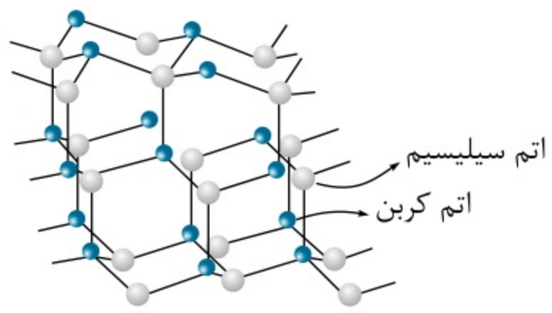
چندنکته

- با توجه به این‌که ضخامت گرافن به اندازهٔ یک اتم کربن است، این ماده را می‌توان یک گونهٔ شیمیایی دوبعدی درنظر گرفت.
- گرافن یک گونهٔ شیمیایی شفاف و انعطاف‌پذیر است که همانند گرافیت رسانایی الکتریکی بالایی دارد.



به عنوان مثال، اگر یک چهارگوشهٔ ضخیم و تیره را روی یک کاغذ بکشیم و این قطعه از کاغذ را مطابق با تصویر مقابل در مسیر یک مدار الکتریکی قرار بدهیم، لامپ LED روشن می‌شود. در این شرایط، اگر دو نقطهٔ اتصال را به هم نزدیک کنیم، مقاومت مدار کاهش یافته و لامپ پرنورتر می‌شود در حالی که اگر دو نقطهٔ اتصال را از هم دور کنیم، مقاومت الکتریکی مدار افزایش یافته و لامپ کم‌نورتر می‌شود.

۶- سیلیسیم کربید



سیلیسیم کربید با فرمول شیمیایی SiC و فرمول ساختاری مقابل، یک ساینده ارزان‌قیمت است که در دستهٔ جامدهای کووالانسی قرار می‌گیرد.

چندنکته

- سیلیسیم کربید، ساختاری مشابه الماس و سیلیسیم دارد و از آن در تهیهٔ سنباده استفاده می‌شود.
- میانگین آنتالپی پیوندهای Si — Si، C — Si و C — C به ترتیب برابر با ۲۲۶، ۳۱۸ و ۳۴۸ کیلوژول بر مول است. چون آنتالپی پیوندهای C — Si موجود در سیلیسیم کربید از آنتالپی پیوندهای C — C موجود در الماس کم‌تر و از آنتالپی پیوندهای Si — Si موجود در سیلیسیم بیشتر است، می‌توان گفت که سختی سیلیسیم کربید از الماس کم‌تر و از سیلیسیم خالص بیشتر است.
- در جدول تناوبی عناصر، $_{14}Si$ در خانهٔ پایین $_{6}C$ قرار می‌گیرد؛ پس شعاع اتمی سیلیسیم از شعاع اتمی کربن بزرگ‌تر است و در بلور سیلیسیم کربید نیز حجم اشغال‌شده توسط اتم‌های سیلیسیم بیشتر از حجم اشغال‌شده توسط اتم‌های کربن است.

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

مقدمهٔ فصل

۵۵۳- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) شیمی دانشی است که به ما کمک می‌کند تا در خلق آثار هنرمندانه و زیبا به صورت هوشمندانه از مواد مختلف بهره ببریم.

ب) انسان‌ها، از دیرباز مواد مورد نیاز زندگی خود را از خوان نعمت‌های الهی گسترده‌شده در جای‌جای زمین تأمین کرده‌اند.

پ) مواد اولیهٔ مورد استفاده برای ساختن آثار به جا مانده از گذشتگان، افزون بر فراوان‌بودن، باید در دسترس نیز باشند.

ت) انسان‌های گذشته، آثار زیبا و ماندگار به جا مانده از خود را با استفاده از موادی مثل سنگ، فلز و سفال ساخته‌اند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۵۵۴- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) هر یک از آثار به جا مانده از زمان‌های گذشته را می‌توان نمادی از هنر زمان خویش دانست.

۲) آثار به جا مانده از زمان‌های گذشته، از مواد اولیه‌ای با واکنش‌پذیری زیاد و استحکام بالا ساخته شده‌اند.

۳) محیط و شیوهٔ زندگی، آیین‌ها و آداب و رسوم، از جمله عوامل مؤثر بر تغییر مواد توسط انسان‌های گذشته بوده است.

۴) در اطراف ما شمار زیادی ماده با رفتارهای گوناگون وجود دارند که تنها از شمار معینی اتم با آرایش و چیدمانی نظام‌مند پدید آمده‌اند.

@Konkor

۵۵۵- چه تعداد از مطالب زیر درست است؟

آ) هر یک از آثار به جای مانده از گذشتگان در جهان، افزون بر زیبایی، بازتابی از ماندگاری آن اثر نیز به شمار می‌رود.

ب) عمر طولانی آثار به جا مانده از گذشته، نشان از پایداری و استحکام زیاد مواد اولیهٔ مورد استفاده برای ساختن آن‌ها دارد.

پ) انسان‌ها از دیرباز مواد مورد استفادهٔ خود را از زمین به دست آورده و بدون ایجاد تغییر، آن‌ها را مورد استفاده قرار می‌داده‌اند.

ت) شیمی‌دان‌ها با بهره گیری از دانش خود و بررسی نوع، مقدار و ساختار مواد سازندهٔ آثار قدیمی، می‌توانند مواد جدیدتری بسازند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

درصد جرمی مواد

۵۵۶- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) هنگام پختن سفالینه‌های تهیه‌شده از خاک رس، درصد جرمی تمام اجزای سازندهٔ این خاک کاهش پیدا می‌کند.

۲) فراوان‌ترین اکسید فلزی موجود در خاک‌های رس، در ساختار سنگ معدن بوکسیت نیز به همراه ناخالصی وجود دارد.

۳) تمام عناصر فلزی موجود در ساختار اکسیدهای سازندهٔ خاک رس، متعلق به دستهٔ d از جدول تناوبی هستند.

۴) برای استخراج تمام فلزهای موجود در خاک رس از ساختار اکسید آن‌ها، می‌توان از واکنش این مواد با کربن استفاده کرد.

۵۵۷- چند مورد از مطالب زیر درست است؟ $(Fe = ۵۶ , O = ۱۶ : g.mol^{-۱})$

آ) سدیم اکسید، یکی از اکسیدهای فلزی موجود در خاک رس است که در واکنش با آب، موجب افزایش pH محیط می‌شود.

ب) در یک نمونهٔ خالص از آهن (III) اکسید، درصد جرمی اتم‌های آهن ۳/۵ برابر درصد جرمی اتم‌های اکسیژن است.

پ) فراوان‌ترین اکسید موجود در خاک رس، موجب استحکام و ماندگاری سازه‌های سنگی و نقشکندهای روی آن‌ها می‌شود.

ت) سرخ‌فام بودن خاک رس خارج‌شده از معادن طلا را به وجود آهن (III) اکسید در این نوع خاک نسبت می‌دهند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۵۵۸- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) هر چه‌قدر که عمر یادگاری‌های به جا مانده از گذشته بیشتر باشد، این آثار گفتنی‌های بیشتری از اسرار هنر و زیبایی را فاش می‌کنند.

۲) اگر جرم مولی عنصر A دو برابر جرم مولی عنصر B باشد، درصد جرمی اتم‌های A در ترکیب $AB_۲$ برابر با ۵۰٪ می‌شود.

۳) از واکنش میان فراوان‌ترین عنصر سازندهٔ زمین با اکسیژن، فراوان‌ترین اکسید فلزی موجود در خاک‌های رس تولید می‌شود.

۴) یافته‌های تجربی نشان می‌دهد که سیلیس افزون بر خاک رس، یکی از اصلی‌ترین اجزای سازندهٔ شن و ماسه نیز هست.

۵۵۹- درصد جرمی آهن (III) اکسید در نمونه‌ای از خاک رس برابر با ۹۶/۰٪ است. برای به دست آوردن ۳۳/۶ گرم فلز آهن از این خاک، به چند کیلوگرم از آن نیاز داریم؟ $(Fe = ۵۶ , O = ۱۶ : g.mol^{-۱})$

۱) ۲/۵ ۲) ۵ ۳) ۱۰ ۴) ۱۲/۵

۵۶۰- درصد جرمی مولکول‌های آب در یک نمونهٔ خیس‌شده از خاک رس برابر ۴۰٪ است. اگر طی پختن سفالینه‌های ساخته‌شده از این خاک، نیمی از آب موجود در آن تبخیر شود، درصد جرمی سیلیس موجود در این ماده چند برابر می‌شود؟

۱) ۱/۲ ۲) ۱/۵ ۳) ۱/۲۵ ۴) ۱/۶۶

۵۶۱- برای تهیهٔ یک کیلوگرم مخلوط شیمیایی ویژه که باید ۱۴ درصد جرم آن را نیتروژن تشکیل دهد، به ترتیب از راست به چپ، چند گرم آمونیوم سولفات و چند گرم پتاسیم کلرید را باید با یکدیگر مخلوط کرد؟ $(K = ۳۹ , Cl = ۳۵/۵ , S = ۳۲ , O = ۱۶ , N = ۱۴ : g.mol^{-۱})$ *(سراسری تجربی ۹۷)*

۱) ۶۶۰، ۳۴۰ ۲) ۵۶۰، ۴۴۰ ۳) ۴۴۰، ۵۶۰ ۴) ۳۴۰، ۶۶۰

۵۶۲- برای استخراج فلز آلومینیم موجود در خاک خارج‌شده از یک معدن، از فرایند هال استفاده می‌شود. اگر درصد جرمی آلومینیم اکسید در خاک این معدن برابر ۱۷٪ باشد، در مراحل استخراج آلومینیم موجود در هر تن از آن، چند لیتر فراوردهٔ گازی در شرایط استاندارد تولید می‌شود؟ $(Al = ۲۷ , O = ۱۶ : g.mol^{-۱})$

۱) $۲/۸ \times ۱۰^{۴}$ ۲) $۲/۱ \times ۱۰^{۴}$ ۳) $۵/۶ \times ۱۰^{۴}$ ۴) $۴/۲ \times ۱۰^{۴}$

۵۶۳- درصد جرمی اتم‌های کربن در یکی از اعضای خانوادهٔ آلکین‌ها برابر ۸۷/۵٪ است. از سوختن هر مول از این هیدروکربن در دمای $۳۹\ ^{\circ}C$ و فشار ۱ اتمسفر، چند لیتر گاز کربن دی‌اکسید تولید می‌شود؟ $(C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$

۱) ۱۳۴/۴ ۲) ۱۷۹/۲ ۳) ۱۰۰/۸ ۴) ۲۰۴/۸

۵۶۴- درصد جرمی اتم‌های اکسیژن در مخلوطی از مس (II) اکسید و مس (I) اکسید برابر با ۱۲٪ است. جرم مس (II) اکسید موجود در یک نمونه به جرم ۲۵۰ گرم از این مخلوط، برابر با چند گرم است؟ $(Cu = ۶۴ , O = ۱۶ : g.mol^{-۱})$

۱) ۱۵۰ ۲) ۵۰ ۳) ۷۵ ۴) ۲۵

۵۶۵- طی واکنش آلیاژی از آلومینیم و مس به جرم ۱۲۵ گرم به مقدار کافی از یک محلول اسیدی، ۸۹/۶ لیتر گاز هیدروژن در شرایط استاندارد آزاد شده است. درصد جرمی مس در آلیاژ موردنظر کدام است؟ $(Cu = ۶۴ , Al = ۲۷ : g.mol^{-۱})$

۱) ۶۷/۶ ۲) ۴۲/۴ ۳) ۳۶/۸ ۴) ۵۴

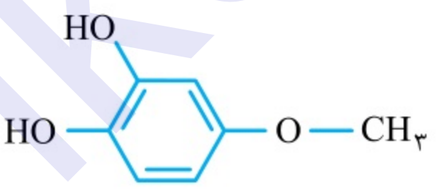
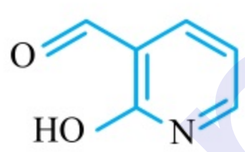
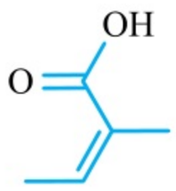
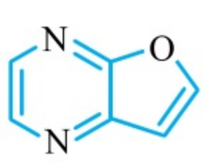
۵۶۶- درصد حجمی گاز $CO_۲$ در مخلوطی از گازهای کربن دی‌اکسید و کربن مونوکسید برابر ۷۵٪ است. درصد جرمی اتم‌های اکسیژن موجود در این مخلوط گازی کدام است؟ $(O = ۱۶ , C = ۱۲ : g.mol^{-۱})$

۱) ۳۰ ۲) ۴۰ ۳) ۶۰ ۴) ۷۰

۵۶۷- یک ترکیب آلی اکسیژن‌دار، دارای ۲۶/۷ درصد جرمی کربن و ۲/۲ درصد جرمی هیدروژن است. اگر جرم مولی آن ۹۰ گرم بر مول باشد، شمار اتم‌های اکسیژن در مولکول آن کدام است؟ $(O = ۱۶ g.mol^{-۱})$ *(سراسری ریاضی خارج از کشور ۹۶)*

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۵۶۸- درصد جرمی اتم‌های کربن در کدام‌یک از مولکول‌های زیر، با درصد جرمی اتم‌های این عنصر در سایر ترکیب‌های داده‌شده متفاوت است؟ $(O = ۱۶ , N = ۱۴ , C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$

۱) 
۲) 
۳) 
۴) 

۵۶۹- مخلوطی به جرم ۵۰ g از گازهای اتن و پروپان را در حضور مقدار کافی اکسیژن به طور کامل می‌سوزانیم. اگر طی این فرایند ۱۵۴ g گاز کربن دی‌اکسید تولید شده باشد، درصد جرمی گاز اتن در مخلوط اولیه کدام است؟ $(O = ۱۶ , C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$

۱) ۲۸ ۲) ۳۵ ۳) ۴۲ ۴) ۵۶

۵۷۰- در یک کارخانهٔ صنعتی، مخلوطی به جرم ۱۶۰ گرم از کلسیم اکسید و منیزیم اکسید با ۷۱/۶۸ لیتر گاز کربن دی‌اکسید در شرایط استاندارد به طور کامل واکنش می‌دهد. درصد جرمی کلسیم اکسید موجود در این مخلوط کدام است؟ $(Ca = ۴۰ , Mg = ۲۴ , O = ۱۶ : g.mol^{-۱})$

۱) ۶۰ ۲) ۷۰ ۳) ۴۰ ۴) ۳۰

۵۷۱- مقداری کلسیم کربنات جامد را در یک طرف سرباز قرار می‌دهیم تا براساس معادلهٔ $CaCO_۳(s) \rightarrow CaO(s) + CO_۲(g)$ تجزیه شود. پس از تجزیه‌شدن چند درصد از این ماده، درصد جرمی اتم‌های اکسیژن در میان مواد جامد باقی‌مانده به ۴۳/۷۵٪ می‌رسد؟ $(Ca = ۴۰ , O = ۱۶ , C = ۱۲ : g.mol^{-۱})$

۱) ۶۶/۶ ۲) ۷۵ ۳) ۳۳/۳ ۴) ۲۵

۵۷۲- هر کیلوگرم از یک مخلوط شیمیایی بر اثر مخلوط‌کردن مقداری آمونیوم نیترات و اوره با ۶۰۰ گرم ناخالصی به دست می‌آید. اگر درصد جرمی نیتروژن در این مخلوط شیمیایی برابر ۱۶/۸٪ باشد، درصد جرمی اوره در یک نمونه از آن کدام است؟ (ناخالصی‌ها فاقد اتم نیتروژن هستند. $(O = ۱۶ , N = ۱۴ , C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$

۱) ۱۲ ۲) ۲۴ ۳) ۱۶ ۴) ۲۰

۵۷۳- فلز مس موجود در یک نمونهٔ سنگ معدن به وزن ۵۰۰ گرم که دارای CuS است، با استفاده از واکنش زیر، از سنگ معدن جدا شده است. اگر بازده درصدی واکنش ۷۵٪ بوده و ۱۶ گرم فلز مس به دست آید، درصد جرمی مس (II) سولفید در این نمونه سنگ معدن کدام است؟ *(سراسری ریاضی خارج از کشور ۹۷)*
$(Cu = ۶۴ , S = ۳۲ : g.mol^{-۱})$

$$CuS(s) + H_۲SO_۴(aq) + Zn(s) \rightarrow Cu(s) + ZnSO_۴(aq) + H_۲S(aq)$$

۱) ۶/۴ ۲) ۴/۸ ۳) ۳/۲ ۴) ۲/۴

۵۷۴- درصد جرمی اتم‌های نیتروژن در مخلوطی از گازهای نیتروژن دی‌اکسید و دی‌نیتروژن پنتااکسید برابر با ۲۸٪ است. حجم یک نمونهٔ ۲۰۰ گرمی از این مخلوط گازی در شرایط استاندارد برابر با چند لیتر است؟ $(O = ۱۶ , N = ۱۴ : g.mol^{-۱})$

۱) ۶۷/۲ ۲) ۸۹/۶ ۳) ۴۴/۸ ۴) ۱۱۲

۵۷۵- یک نمونه به جرم ۲۹۴ گرم از منیزیم کربنات براساس معادلهٔ $MgCO_۳(s) \rightarrow MgO(s) + CO_۲(g)$ با سرعت ۰/۰۲ مول بر ثانیه در حال تجزیه‌شدن است. پس از گذشتن چند ثانیه از ابتدای واکنش، درصد جرمی منیزیم کربنات در میان مواد جامد باقی‌مانده در ظرف واکنش به ۸۴٪ می‌رسد؟ $(Mg = ۲۴ , O = ۱۶ , C = ۱۲ : g.mol^{-۱})$

۱) ۱۵ ۲) ۲۵ ۳) ۴۰ ۴) ۵۰

۵۷۶- جدول زیر، درصد جرمی برخی از اجزای سازندهٔ یک نمونهٔ خاک رس را پس از خشک‌شدن نشان می‌دهد. اگر درصد جرمی آب در نمونهٔ اولیه از این خاک برابر ۱۵٪ بوده باشد، درصد جرمی آلومینیم اکسید در این نمونه تقریبا برابر ..... و شمار اتم‌های سیلیسیم موجود در آن نیز ..... برابر شمار اتم‌های آهن موجود در آن بوده است. $(Fe = ۵۶ , Si = ۲۸ , O = ۱۶ : g.mol^{-۱})$

ماده	$SiO_۲$	$Al_۲O_۳$	$H_۲O$	$Na_۲O$	$Fe_۲O_۳$
درصد جرمی	۴۵	۳۶	۵	۱/۴	۱/۲

۱) ۳۲/۷ ـ ۵۰ ۲) ۳۲/۲ ـ ۵۰ ۳) ۳۲/۷ ـ ۲۵ ۴) ۳۲/۲ ـ ۲۵

۵۷۷- مخلوطی به جرم ۲ گرم از سدیم کلرید و پتاسیم کلرید را در مقداری آب حل کرده و حجم را با اضافه‌کردن آب خالص به آن، به ۱۰ لیتر می‌رسانیم. اگر چگالی محلول حاصل از این فرایند برابر با $۱ g.mL^{-۱}$ بوده و غلظت یون سدیم در این مخلوط برابر ۳۶/۸ ppm باشد، درصد جرمی سدیم کلرید در مخلوط اولیه کدام است؟ $(K = ۳۹ , Cl = ۳۵/۵ , Na = ۲۳ : g.mol^{-۱})$

۱) ۷۰/۲ ۲) ۴۶/۸ ۳) ۲۹/۸ ۴) ۵۳/۲

۵۷۸- در مخلوطی از ایزوتوپ‌های M و N، درصد جرمی ایزوتوپ M برابر با ۴۰٪ است. اگر نیم‌عمر ایزوتوپ‌های M و N به ترتیب برابر با ۳۰ و ۴۰ دقیقه باشد، پس از گذشتن دو ساعت از ابتدای کار، درصد جرمی ایزوتوپ N در مخلوط موردنظر چند برابر می‌شود؟

۱) ۲/۵ ۲) ۲ ۳) ۱/۲۵ ۴) ۱/۵

۵۷۹- درصد جرمی آمونیوم سولفات در کود شیمیایی A برابر با ۲۶/۴٪ و درصد جرمی اوره در کود شیمیایی B برابر ۱۵٪ است. اگر کودهای شیمیایی A و B را با نسبت جرمی ۶ به ۱ با یکدیگر مخلوط کنیم، درصد جرمی اتم‌های نیتروژن در فراوردهٔ حاصل چه‌قدر می‌شود؟ (به‌جز آمونیوم سولفات و اوره، هیچ ترکیب نیتروژن‌دار دیگری در این کودها وجود ندارد. $(S = ۳۲ , O = ۱۶ , N = ۱۴ , C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$

۱) ۵/۸ ۲) ۹/۲ ۳) ۲۴/۴ ۴) ۱۲/۶

۵۸۰- مخلوطی به جرم ۵۰ گرم از پتاسیم کلرات $(KClO_۳)$ و جیوه (II) اکسید را در شرایط مناسب قرار می‌دهیم تا براساس واکنش‌های زیر تجزیه شوند. اگر طی این فرایند ۹/۹ کیلوژول انرژی آزاد شده باشد، درصد جرمی جیوه (II) اکسید در مخلوط اولیه برابر با چند درصد بوده است؟

$(Hg = ۲۰۰ , K = ۳۹ , Cl = ۳۵/۵ , O = ۱۶ : g.mol^{-۱})$

$۲KClO_۳(s) \rightarrow KCl(s) + ۳O_۲(s) ; \Delta H = -۹۰ kJ$ $۲HgO(s) \rightarrow ۲Hg(l) + O_۲(g) ; \Delta H = +۱۸۰ kJ$

۱) ۴۳/۲ ۲) ۱۶/۲ ۳) ۳۲/۴ ۴) ۲۱/۶

جامدهای کووالانسی

۵۸۱- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) فراوان‌ترین عنصر موجود در پوستهٔ جامد زمین، یک نافلز واکنش‌پذیر از گروه ۱۶ جدول تناوبی است.

۲) در ساختار سیلیس، هر اتم سیلیسیم توسط ۴ پیوند اشتراکی یگانه به ۴ اتم اکسیژن متصل شده است.

۳) سیلیسیم یک عنصر نافلزی از دورهٔ سوم جدول تناوبی است که همانند کربن، در گروه چهاردهم جای دارد.

۴) اکسید حاصل از فراوان‌ترین عنصر سازندهٔ سیارهٔ زمین، سبب ایجاد رنگ سرخ در خاک‌های رس می‌شود.

۵۸۲- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) گرافیت، همانند سیلیس، شامل شمار بسیار زیادی از اتم‌ها می‌شود که توسط پیوندهای اشتراکی به یکدیگر متصل شده‌اند.

ب) در ساختار کوارتز، همانند ساختار ترکیبات کتونی، هر اتم اکسیژن توسط دو پیوند یگانه به اتم یکسان متصل شده است.

پ) گرافیت یک جامد کووالانسی به شمار می‌رود و همانند یک نمونهٔ خالص از ید، در دمای اتاق به حالت جامد وجود دارد.

ت) در ساختار هر یک از حلقه‌های چندضلعی سازندهٔ بلورهای سیلیس، ۶ اتم اکسیژن و ۶ اتم سیلیسیم وجود دارند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۵۸۳- همهٔ عبارت‌های زیر درست هستند؛ به‌جز:

۱) فراوان‌ترین اکسید موجود در پوستهٔ جامد زمین، از واکنش میان یک عنصر نافلزی و یک عنصر شبه‌فلزی تشکیل شده است.

۲) پخته‌شدن نان سنگک بر روی دانه‌های درشت سنگ را می‌توان نشانه‌ای از مقاومت گرمایی بالای سیلیس دانست.

۳) سیلیسیم فراوان‌ترین عنصر موجود در پوستهٔ جامد زمین بوده و درصد فراوانی آن در کرهٔ زمین کم‌تر از اکسیژن است.

۴) سیلیسیم یکی از عناصر سازندهٔ جامدهای کووالانسی بوده و از آن تاکنون یون تک‌اتمی در هیچ ترکیبی شناخته نشده است.

@Kotob_Konkor

۵۸۴- کدام‌یک از مطالب داده‌شده درست است؟ $(Si = ۲۸ , O = ۱۶ : g.mol^{-۱})$

۱) در یک نمونه از کوارتز، درصد جرمی اتم‌های سیلیسیم بیشتر از درصد جرمی اتم‌های اکسیژن است.

۲) سیلیسیم در طبیعت به حالت خالص یافت نشده و به طور عمده در قالب بلورهای سیلیس یافت می‌شود.

۳) سیلیسیم دومین عنصر فراوان موجود در پوستهٔ جامد زمین بوده و در حالت جامد رسانایی الکتریکی بالایی دارد.

۴) در ساختار الماس برخلاف گرافیت، مولکول‌های مجزا وجود نداشته و این ماده از شبکهٔ به هم پیوسته‌ای از اتم‌ها تشکیل شده است.

۵۸۵- چه تعداد از مطالب زیر درست است؟

آ) بیش از ۹۰ درصد پوستهٔ جامد زمین، از ترکیب‌های گوناگون حاصل از عناصر اکسیژن و سیلیسیم تشکیل شده است.

ب) براساس یافته‌های تجربی، همهٔ ترکیبات حاصل از کربن و سیلیسیم در دستهٔ جامدهای کووالانسی قرار می‌گیرند.

پ) گرافیت ساختاری لایه‌ای داشته و هر لایه از آن، توسط پیوندهای اشتراکی $C - C$ با لایه‌های مجاورش اتصال دارد.

ت) سیلیس یک جامد کووالانسی بوده و یک نمونهٔ خالص از آن پایداری بیشتری در مقایسه با سیلیسیم خالص دارد.

ث) در ساختار الماس، برخلاف گرافیت، هر اتم کربن توسط ۴ پیوند اشتراکی به سایر اتم‌های کربن متصل شده است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۵۸۶- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با سیلیس درست است؟

۱) ماسه از جمله نمونه‌های خالص و کوارتز از جمله نمونه‌های ناخالص این ماده به شمار می‌روند.

۲) در ساختار این ماده، برخی از اتم‌های یکسان توسط پیوندهای اشتراکی به یکدیگر متصل شده‌اند.

۳) دمای ذوب یک نمونه از این ترکیب شیمیایی، در مقایسه با دمای ذوب کربن دی‌اکسید بیشتر است.

۴) در بلوری از آن که شامل n اتم سیلیسیم می‌شود، $۲n$ جفت‌الکترون ناپیوندی بر روی اتم‌ها قرار گرفته است.

۵۸۷- چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟

آ) در ساختار گرافن، همانند نفتالن، هر اتم کربن توسط یک پیوند دوگانه و دو پیوند یگانه به سایر اتم‌ها متصل شده است.

ب) اندازهٔ اتم‌های نافلزی موجود در ساختار سیلیس، بزرگ‌تر از اندازهٔ اتم‌های شبه‌فلزی موجود در آن است.

پ) الماس و گرافیت، دگرشکل‌هایی از کربن محسوب می‌شوند که در دستهٔ جامدهای کووالانسی قرار دارند.

ت) در ساختار هر یک از حلقه‌های چندضلعی موجود در بلور سیلیس، شش اتم سیلیسیم قرار گرفته‌اند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۵۸۸- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) کوارتز از یک جامد کووالانسی تشکیل شده و در حالت تراش‌خورده، شفاف و سخت است.

۲) در نمونه‌های مجزایی با جرم برابر از الماس و گرافیت، نمونهٔ الماس حجم بیشتری دارد.

۳) لایه‌های موجود در ساختار گرافیت، به وسیلهٔ نیروی وان‌درووالسی روی هم قرار گرفته‌اند.

۴) گرافیت رسانای جریان الکتریسیته بوده و رسانایی الکتریکی آن توسط الکترون‌ها انجام می‌شود.

۵۸۹- چند مورد از مطالب زیر در رابطه با گرافیت درست است؟

آ) در هر لایه از بلور گرافیت، هر اتم کربن توسط چهار پیوند اشتراکی به سه اتم کربن دیگر متصل شده است.

ب) در بلور گرافیت، نیروی جاذبهٔ بین اتم‌ها در هر لایه، قوی‌تر از نیروی جاذبهٔ بین اتم‌های دو لایهٔ مجاور است.

پ) میانگین آنتالپی پیوندهای کربن ـ کربن در آن، بیشتر از میانگین آنتالپی پیوندهای کربن ـ کربن در الماس است.

ت) با استفاده از این ماده و نوارچسب، می‌توان لایه‌ای به ضخامت نانومتر از اتم‌های کربن به نام گرافن را به دست آورد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۵۹۰- برای استخراج سیلیسیم از سیلیسیم دی‌اکسید موجود در خاک‌های رس، از واکنش این ماده با کربن استفاده می‌شود. اگر درصد جرمی سیلیسیم دی‌اکسید در نمونه‌ای از خاک رس برابر ۴۸ باشد، طی استخراج سیلیسیم موجود در هر کیلوگرم از این خاک، به شرطی که بازدهی واکنش موردنظر برابر ۷۵٪ باشد، چند لیتر فراوردهٔ گازی در شرایط استاندارد تولید می‌شود؟ $(Si = ۲۸ , O = ۱۶ : g.mol^{-۱})$

۱) ۱۷۹/۲ ۲) ۳۵۸/۴ ۳) ۲۶۸/۸ ۴) ۱۳۴/۴

۵۹۱- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) گرافیت، همانند الماس و سیلیس، یک جامد کووالانسی با چینش سه‌بعدی از اتم‌ها است.

۲) سیلیسیم خالص دارای سطحی درخشان بوده و در اثر اصابت ضربهٔ چکش خرد می‌شود.

۳) در ساختار گرافن، شمار پیوندهای اشتراکی یگانه با شمار پیوندهای اشتراکی دوگانه برابر است.

۴) شمار اتم‌های کربن موجود در بلور سیلیسیم کربید، ۲ برابر شمار اتم‌های سیلیسیم موجود در آن است.

۵۹۲- چه تعداد از مطالب زیر درست است؟

آ) آنتالپی پیوندهای اشتراکی موجود در ساختار سیلیسیم خالص بیشتر از آنتالپی پیوندهای موجود در ساختار الماس است.

ب) ساختار ذره‌ای سیلیسیم خالص مشابه ساختار ذره‌ای فراوان‌ترین اکسید موجود در پوستهٔ جامد زمین است.

پ) جامدهای کووالانسی دارای ساختار پیوسته و غول‌آسا بوده و علاوه بر سختی بالا، موادی زودگداز نیز هستند.

ت) کربن و سیلیسیم متعلق به گروهی از جدول تناوبی هستند که تمام عناصر موجود در آن رسانایی الکتریکی دارند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۵۹۳- بلورهایی با حجم برابر از الماس و گرافیت در اختیار داریم. کدام‌یک از این مطالب در رابطه با این مواد نادرست است؟

۱) شمار اتم‌های کربن موجود در نمونهٔ الماس بیشتر از شمار اتم‌های کربن موجود در نمونهٔ گرافیت است.

۲) گرمای حاصل از سوختن نمونهٔ گرافیت بیشتر از گرمای حاصل از سوختن نمونهٔ الماس خواهد بود.

۳) نمونهٔ گرافیت سختی کم‌تری در مقایسه با بلور الماس داشته و از آن برای ساختن مغز مداد استفاده می‌شود.

۴) بلور الماس برخلاف گرافیت رسانایی الکتریکی نداشته و از آن برای ساختن ابزارهای شیشه‌بری استفاده می‌شود.

۵۹۴- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) الماس یک جامد کووالانسی سه‌بعدی است که از آن برای ساختن انواع مته‌ها استفاده می‌شود.

ب) سیلیسیم کربید یک جامد کووالانسی سخت بوده و از آن به عنوان یک مادهٔ ساینده استفاده می‌شود.

پ) با کشیدن مداد بر روی کاغذ، پیوندهای اشتراک $C-C$ شکسته شده و لایه‌های گرافیت روی هم می‌لغزند.

ت) گرافن ساختاری با الگوی کندوی زنبور عسل داشته و مقاومت کششی آن حدود ۱۰۰ برابر فولاد است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۵۹۵- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) در بلور سیلیس، همانند بلور الماس، انرژی لازم برای شکستن همهٔ پیوندهای اشتراکی یکسان و برابر با هم است.

۲) گرافن یک جامد کووالانسی دوبعدی بوده و در ساختار آن هر اتم کربن به ۳ اتم دیگر توسط پیوندهای اشتراکی متصل شده است.

۳) عدد اکسایش اتم‌های سیلیسم موجود در بلور سیلیس، برخلاف عدد اکسایش اتم کربن در یون کربنات، برابر $+4$ است.

۴) عناصر موجودر در ساختار سیلیس، مانند عناصر موجود در ساختار سیلیسیم کربید، متعلق به دستهٔ p از جدول تناوبی هستند.

۵۹۶- چه تعدادی از عبارت‌های زیر درست است؟

آ) گرافن گونه‌ای شفاف و انعطاف‌پذیر بوده و ضخامت یک نمونه از آن به اندازهٔ یک اتم کربن است.

ب) در همهٔ جامدهای کووالانسی، شمار زیادی از اتم‌های یکسان توسط پیوندهای اشتراکی به یکدیگر متصل شده‌اند.

پ) با توجه به بیشتربودن آنتالپی پیوند $C-C$ در مقایسه با پیوند $Si-C$، بلور سیلیسیم کربید سخت‌تر از الماس است.

ت) تعداد الکترون‌هایی با عدد کوانتومی فرعی ۱ در اتم سیلیسیم، ۴ برابر تعداد این الکترون‌ها در هر اتم کربن است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۵۹۷- چگالی گرافیت برابر با $2/28\ g.cm^{-3}$ بوده و فاصلهٔ هر یک از لایه‌های موجود در ساختار آن با لایه‌های مجاورش برابر ۳۳۳/۳ نانومتر است. در این شرایط، یک ورقه از گرافن به مساحت ۲۴ سانتی‌متر مربع تقریباً شامل چند مول اتم کربن می‌شود؟ $(C = 12\ g.mol^{-1})$

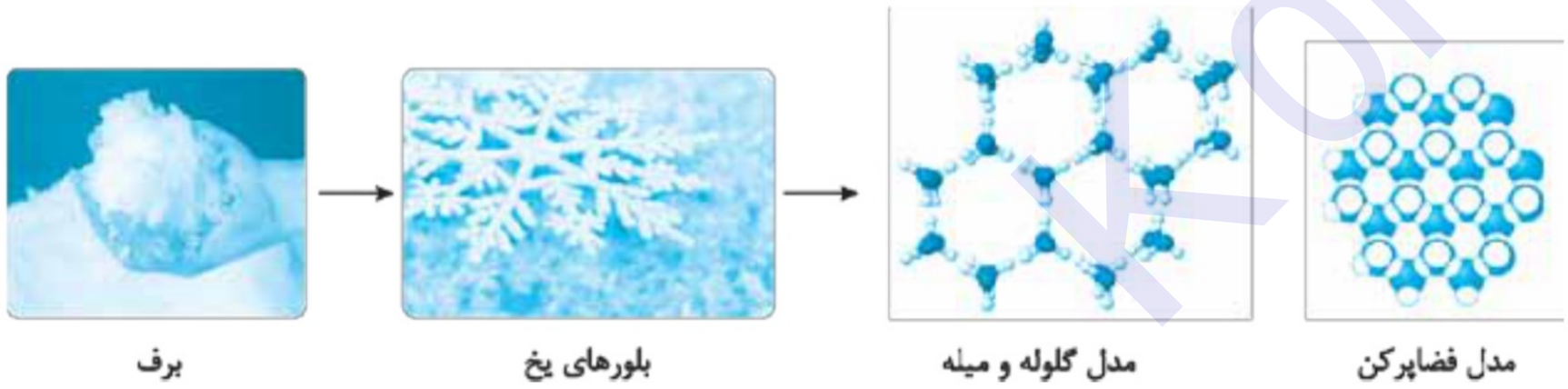
۱) $3/8\times10^{-5}$ ۲) $7/6\times10^{-5}$ ۳) $1/9\times10^{-5}$ ۴) $1/52\times10^{-4}$

بخش ۲ جامدهای مولکولی

مواد مولکولی

به گروهی از مواد که واحدهای سازندهٔ آن‌ها مولکول‌های مجزا هستند، مواد مولکولی گفته می‌شود. هر مولکول شامل دو یا چند اتم با پیوندهای اشتراکی بوده و نقشی کلیدی در تعیین خواص و رفتار این دسته از مواد دارد. کلر (Cl_2)، هیدروژن فلوئورید (HF) و اغلب ترکیب‌های آلی مانند هگزان (C_6H_{14})، جزء مواد مولکولی هستند و از واژه‌های شیمیایی رایج مانند فرمول مولکولی و نیروهای بین مولکولی می‌توان برای توصیف آن‌ها استفاده کرد. این گروه از مواد در دما و فشار اتاق حالت ثابتی ندارند و با توجه به نوع نیروهای بین مولکولی در آن‌ها، ممکن است به حالت گاز (مثل هیدروژن و کلرو متان)، مایع (مثل هگزان و آب) و یا جامد (مثل ید) باشند.

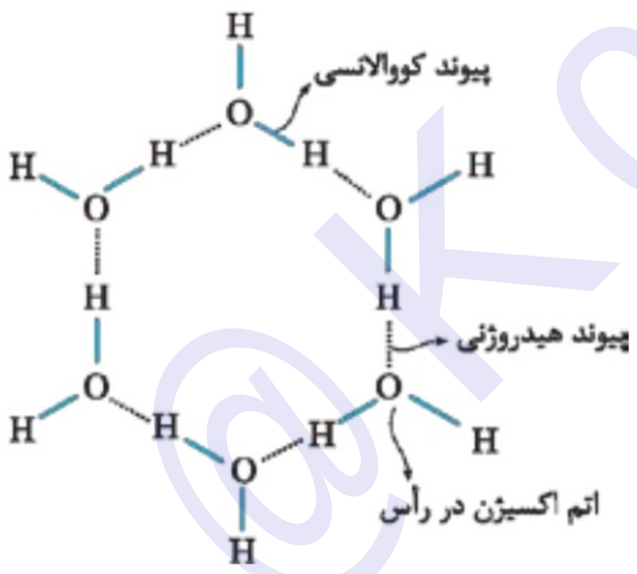
آب (H_2O)، یک مادهٔ کووالانسی است که از مولکول‌های مجزا و سه‌اتمی تشکیل می‌شود. با کاهش دمای آب، مولکول‌های H_2O در یک آرایش سه‌بعدی و منظم در کنار یکدیگر قرار گرفته و یک جامد مولکولی (یخ) را می‌سازند. تصویر زیر ساختار بلور یخ را نشان می‌دهد:



برف — بلورهای یخ — مدل گلوله و میله — مدل فضاپرکن

همان‌طور که مشخص است، مولکول‌های H_2O در ساختار یخ با تشکیل حلقه‌های شش‌گوشه، شبکه‌ای مانند کندوی زنبورعسل به وجود می‌آورند. در این ساختار، هر اتم اکسیژن به دو اتم هیدروژن با پیوند اشتراکی و به دو اتم هیدروژن از مولکول‌های دیگر نیز با پیوند هیدروژنی متصل شده است. *از بخش قبلی* به یاد دارید که در ساختار سیلیسیم و گرافیت نیز اتم‌ها با قرارگرفتن در یک الگوی منظم، حلقه‌های چندضلعی را تشکیل می‌دادند. تصاویر زیر، ساختار یخ، سیلیس و گرافیت را نشان می‌دهد:

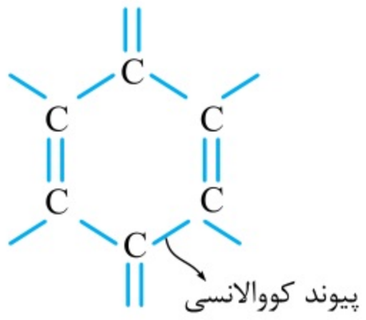
یخ:



سیلیس:



گرافیت:



چندنکته

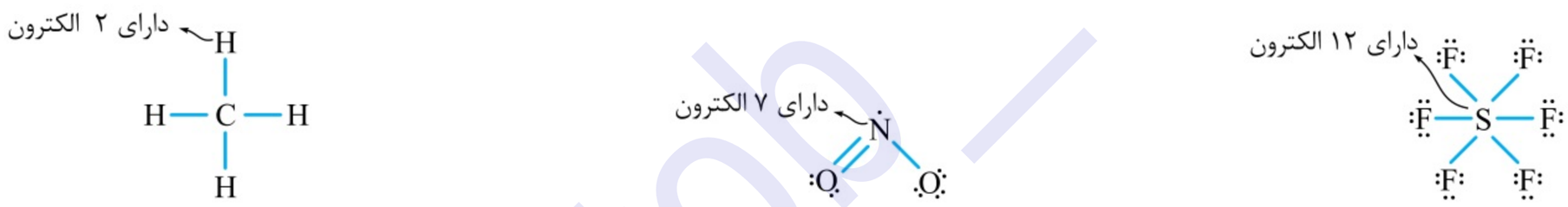
هر یک از حلقه‌های شش‌گوشهٔ موجود در ساختار یخ، شامل ۶ پیوند کووالانسی (اشتراکی) و ۶ پیوند هیدروژنی می‌شود. به عبارت دیگر، هر حلقه از برقرارشدن مجموعاً ۱۲ پیوند میان ۱۲ اتم مختلف تشکیل شده است. اجزای تشکیل‌دهندهٔ حلقه‌های شش‌گوشهٔ موجود در ساختار یخ، گرافیت و سیلیس به شرح جدول زیر است:

ماده	نوع ماده	تعداد اتم‌های سازندهٔ حلقه	تعداد پیوندهای سازندهٔ حلقه
یخ	جامد مولکولی	۶ اتم اکسیژن و ۶ اتم هیدروژن	۶ پیوند اشتراکی و ۶ پیوند هیدروژنی
سیلیس	جامد کووالانسی	۶ اتم سیلیسیم و ۶ اتم اکسیژن	۱۲ پیوند اشتراکی
گرافیت	جامد کووالانسی	۶ اتم کربن	۸ پیوند اشتراکی (۲ پیوند دوگانه و ۴ پیوند یگانه)

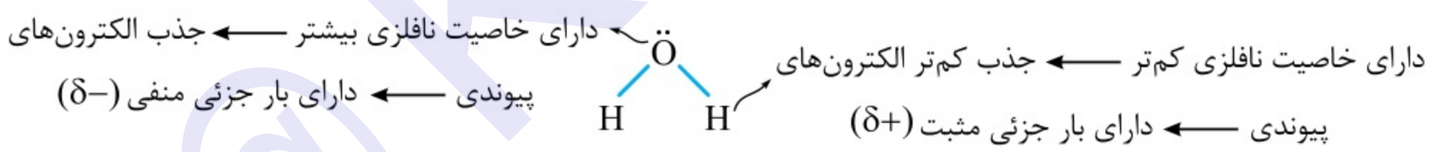
- در ساختار مواد مولکولی، میان شمار معینی از اتم‌ها پیوند اشتراکی وجود دارد و نیروی بین مولکول‌ها از نوع وان‌درووالسی و یا هیدروژنی است. برای ذوب‌کردن این مواد، باید به نیروهای ضعیف بین مولکولی در آن‌ها غلبه کنیم و به همین دلیل، چنین موادی دمای ذوب پایینی دارند و زودگداز هستند. در نقطهٔ مقابل، در ساختار جامدهای کووالانسی بین همهٔ اتم‌ها پیوند اشتراکی وجود دارد و به همین خاطر، چنین موادی دمای ذوب بالایی دارند و دیرگداز هستند.
- رفتارهای فیزیکی مواد مولکولی مثل نقطهٔ ذوب و جوش و آنتالپی تبخیر این مواد، به نوع و قدرت نیروهای بین مولکولی در آن‌ها بستگی دارد. در حالی که رفتار شیمیایی این مواد به طور عمده به پیوندهای اشتراکی (جفت‌الکترون‌های پیوندی) و جفت‌الکترون‌های ناپیوندی موجود در مولکول آن‌ها وابسته است.
- کربن دی‌اکسید (CO_2) یک مادهٔ مولکولی است که در هر مولکول آن یک اتم C توسط دو پیوند دوگانه به دو اتم اکسیژن متصل شده است. با کاهش دمای این ترکیب، مولکول‌های CO_2 به حالت جامد درآمده و یخ خشک ($CO_2(s)$) تولید می‌شود.
- عناصر هیدروژن (H_2)، نیتروژن (N_2)، اکسیژن (O_2)، فلوئور (F_2)، فسفر (P_4)، گوگرد (S_8)، کلر (Cl_2) و برم (Br_2)، جزء مواد مولکولی بوده و در تناوب‌های اول تا چهارم جدول دوره‌ای قرار دارند.
- همهٔ ترکیب‌هایی که در فشار و دمای اتاق به حالت مایع هستند، در دستهٔ مواد مولکولی قرار می‌گیرند؛ چرا که ترکیب‌های کووالانسی و ترکیب‌های یونی در دمای اتاق به حالت جامد (s) هستند و تنها ترکیب‌های مولکولی هستند که می‌توانند حالت گاز، مایع و یا جامد داشته باشند.

توزیع الکترون‌ها در مولکول‌ها

از شیمی دهم به یاد داریم که در ساختار لوویس یک گونهٔ شیمیایی، الکترون‌های ظرفیتی اتم‌های سازندهٔ آن ماده به نحوی نمایش داده می‌شوند که هر اتم براساس توزیع جفت‌الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی از قاعدهٔ هشت‌تایی پیروی می‌کند و مجموعاً ۸ الکترون در اطراف آن قرار داده می‌شود. البته، در برخی از گونه‌های شیمیایی از جمله رادیکال‌ها و مولکول‌های هیدروژن‌دار، اتم‌هایی وجود دارند که از قاعدهٔ هشت‌تایی پیروی نمی‌کنند. به عنوان مثال، ساختار لوویس SF_6، NO_2 و CH_4 به صورت زیر است:



از بخش ۲ شیمی دوازدهم نیز به یاد داریم که الکترون‌های پیوندی موجود در یک ترکیب شیمیایی به طور یکسان بر روی اتم‌های سازندهٔ آن پیوند پخش نمی‌شوند و با توجه به خاصیت نافلزی اتم‌های سازندهٔ آن پیوند، اکثر وقت خود را در اطراف اتمی می‌گذرانند که تمایل بیشتری به جذب این الکترون‌ها داشته باشد. در این شرایط، برخی از اتم‌ها بار الکتریکی جزئی منفی ($\delta-$) و برخی از آن‌ها بار الکتریکی جزئی مثبت ($\delta+$) پیدا می‌کنند. به عنوان مثال، توزیع الکترون‌ها در H_2O به صورت زیر است:



توزیع جفت‌الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی در هر مولکول، نقش مهمی در تعیین رفتارهای فیزیکی (مانند آنتالپی تبخیر و نقطهٔ ذوب و جوش) و شیمیایی (مانند واکنش‌پذیری و رفتار در میدان الکتریکی) آن مولکول دارد؛ پس با بررسی نحوهٔ توزیع الکترون‌ها در مولکول‌های سازندهٔ یک ماده، می‌توانیم برخی از رفتارهای آن ماده را توجیه کنیم.

شیمی‌دان‌ها برای نمایش توزیع الکترون‌ها و بررسی تراکم بار الکتریکی روی اتم‌های سازندهٔ یک گونهٔ شیمیایی، از شکل‌هایی به نام نقشهٔ پتانسیل الکترواستاتیکی استفاده می‌کنند. در این نقشه‌ها، رنگ آبی تراکم کم‌تر الکترون‌ها (بار جزئی مثبت) و رنگ قرمز *(در کتاب ما از رنگ خاکستری به جای رنگ قرمز استفاده شده است)* تراکم بیشتر الکترون‌ها (بار جزئی منفی) را نشان می‌دهد. به عنوان مثال، نقشهٔ الکترواستاتیکی مولکول‌های H_2O به صورت زیر است:



در ادامهٔ این بخش، به بررسی نحوهٔ توزیع الکترون‌ها و نقشهٔ الکترواستاتیکی برخی از گونه‌های شیمیایی می‌پردازیم.

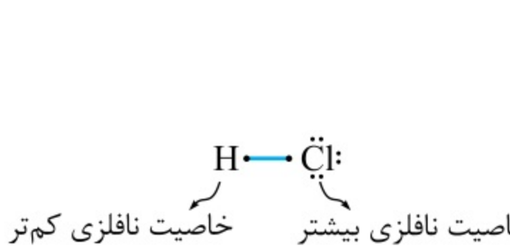
مولکول‌های دواتمی

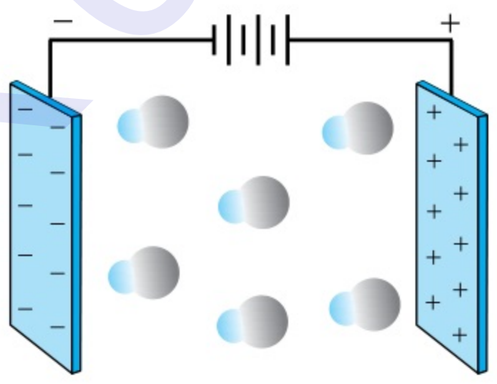
مولکول‌های دواتمی را به دو گروه «جورهسته» و «ناجورهسته» تقسیم‌بندی کرده و نحوهٔ توزیع الکترون‌ها را در هر گروه بررسی می‌کنیم.

۱- مولکول‌های دواتمی جورهسته: مولکول‌هایی مانند H_2 و Cl_2 که از دو اتم یکسان تشکیل شده‌اند، مولکول‌های دواتمی جورهسته نامیده می‌شوند. چون اتم‌های سازندهٔ این مولکول‌ها یکسان هستند، الکترون‌های پیوندی به طور مساوی بین آن‌ها توزیع شده و بر این اساس، احتمال حضور جفت‌الکترون‌های پیوندی در فضای بین دو هسته بیشتر است. به عبارت دیگر، الکترون‌های پیوندی بیشتر وقت خود را در فضای بین دو هسته می‌گذرانند و احتمال حضور آن‌ها روی هسته‌ها یکسان و متقارن است. با توجه به توزیع متقارن الکترون‌ها، این مولکول‌ها ناقطبی بوده و گشتاور دوقطبی آن‌ها برابر صفر است؛ پس مولکول‌های دواتمی جورهسته در میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا نمی‌کنند. تصویر زیر، نقشهٔ الکترواستاتیکی و ساختار لوویس مولکول‌های Cl_2 را نشان می‌دهد:



۲- مولکول‌های دواتمی ناجورهسته: مولکول‌هایی مانند HCl و HF که از دو اتم متفاوت تشکیل شده‌اند، مولکول‌های دواتمی ناجورهسته نامیده می‌شوند. در این مولکول‌ها، اتمی که تمایل بیشتری به جذب الکترون‌های پیوندی دارد و خاصیت نافلزی آن بیشتر است، الکترون‌های پیوندی را به سمت خود جذب کرده و بار جزئی منفی $(\delta-)$ پیدا می‌کند. در نقطهٔ مقابل، اتمی که خاصیت نافلزی کم‌تری دارد، بار جزئی مثبت $(\delta+)$ پیدا می‌کند. مولکول‌های دواتمی ناجورهسته، قطبی بوده و در حضور میدان الکتریکی از سمت سر منفی $(\delta-)$ خود به سمت قطب مثبت میدان جهت‌گیری پیدا می‌کنند. به عنوان مثال، در مولکول HCl اتم کلر خاصیت نافلزی بیشتری دارد و به همین خاطر، احتمال حضور الکترون‌های پیوندی در اطراف هستهٔ این اتم بیشتر از اتم هیدروژن است؛ پس اتم کلر بار جزئی منفی $(\delta-)$ و اتم هیدروژن بار جزئی مثبت $(\delta+)$ پیدا می‌کند. تصویر زیر نقشهٔ الکترواستاتیکی مولکول‌های HCl و جهت‌گیری آن‌ها در میدان الکتریکی را نشان می‌دهد:

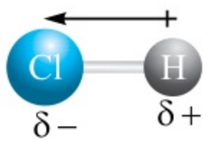




با توجه به دوقطبی بودن مولکول‌های دواتمی ناجورهسته، گشتاور دوقطبی این مولکول‌ها بزرگ‌تر از صفر می‌شود.

برای نشان‌دادن بار الکتریکی ایجادشده توسط الکترون‌های پیوندی موجود در هر پیوند، می‌توانیم از یک بردار الکتریکی به شکل ⟶+ که ابتدای آن سمت بار مثبت و انتهای آن سمت بار منفی را نشان می‌دهد، استفاده کنیم.

به عنوان مثال، بردار بار الکتریکی مولکول HCl به صورت مقابل رسم می‌شود:

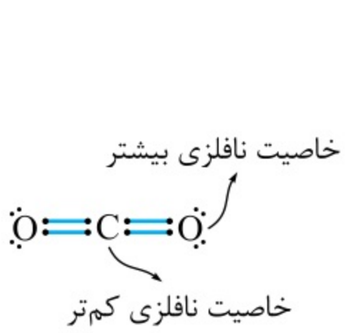


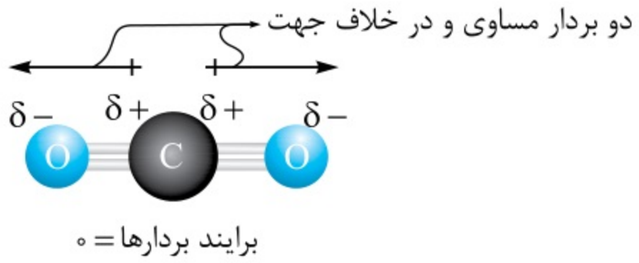
مولکول‌های سه‌اتمی

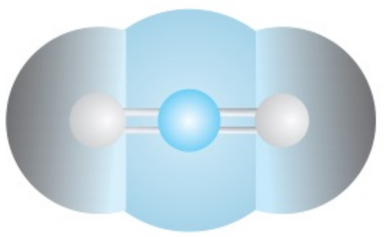
مولکول‌های سه‌اتمی را به دو گروه خطی و غیرخطی تقسیم می‌کنیم. در این گروه از مولکول‌ها ابتدا باید بردار الکتریکی ایجادشده توسط هر پیوند را مشخص کنیم و پس از آن، از بردارها برایند بگیریم. در مرحلهٔ آخر باید قطبی یا ناقطبی بودن مولکول‌ها را براساس بردار برایند بارهای الکتریکی مشخص کنیم.

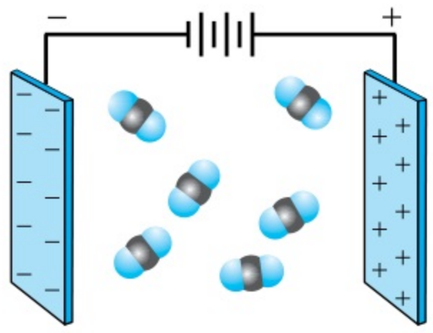
۱- مولکول‌های سه‌اتمی خطی: در مولکول‌های خطی سه‌اتمی، هستهٔ هر سه اتم موجود در مولکول بر روی یک خط راست قرار می‌گیرند. در واقع در اغلب این مولکول‌ها اتم مرکزی فاقد جفت‌الکترون ناپیوندی است و همهٔ اتم‌ها در یک راستا قرار می‌گیرند. برای بررسی قطبی بودن یا نبودن مولکول‌ها، ابتدا باید بردار بار الکتریکی هر پیوند را مشخص کنیم و پس از آن، از بردارها برایند بگیریم. اگر این بردارها همدیگر را خنثی کنند (برایند = ۰)، مولکول موردنظر ناقطبی است در حالی که اگر این بردارها یکدیگر را خنثی نکنند (برایند > ۰)، مولکول موردنظر قطبی است.

به عنوان مثال، در مولکول سه‌اتمی و خطی CO_2، اتم‌های اکسیژن توسط دو پیوند C=O به دو طرف اتم کربن متصل شده‌اند. از آن‌جا که خاصیت نافلزی اکسیژن بیشتر از کربن است، اتم‌های O جفت‌الکترون‌های پیوندی را به سمت خود جذب کرده و بار جزئی منفی $(\delta-)$ پیدا می‌کنند. تصاویر رسم‌شده، نقشهٔ الکترواستاتیکی، بردار بارهای الکتریکی و جهت‌گیری مولکول‌های CO_2 را در میدان الکتریکی نشان می‌دهند.



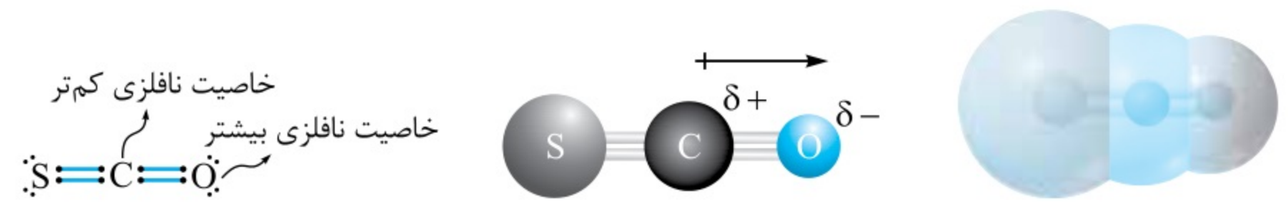






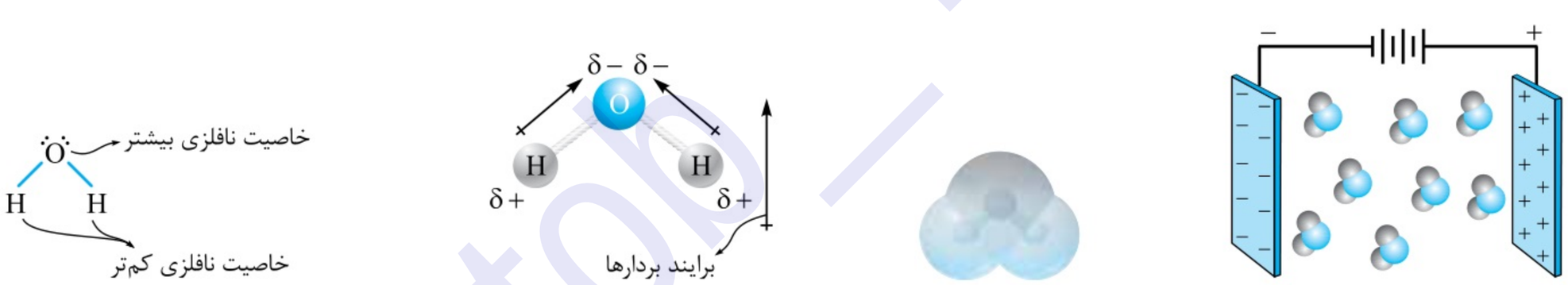
همان‌طور که مشخص است، در مولکول‌های CO_2 بردار بارهای الکتریکی یکدیگر را خنثی کرده و توزیع بار الکتریکی در اطراف اتم مرکزی (اتم کربن) متقارن است. بر این اساس، مولکول CO_2 ناقطبی بوده و گشتاور دوقطبی (μ) آن برابر با صفر است.

در نقطهٔ مقابل، مولکول‌های سه‌اتمی کربونیل سولفید (SCO) را در نظر بگیرید. در این مولکول خطی سه‌اتمی، هر یک از اتم‌های اکسیژن و گوگرد توسط یک پیوند دوگانه به اتم کربن (اتم مرکزی) متصل شده‌اند. چون خاصیت نافلزی اکسیژن بیشتر از کربن است، در پیوند $C=O$ اتم اکسیژن بار جزئی منفی $(\delta-)$ و اتم کربن بار الکتریکی جزئی مثبت $(\delta+)$ پیدا می‌کند. از آن‌جا که خاصیت نافلزی اتم‌های گوگرد و کربن تقریباً برابر است، بردار بار الکتریکی در پیوند $S=C$ برابر صفر شده و الکترون‌های سازندهٔ این پیوند تقریباً به طور متقارن بر روی اتم‌های S و C پخش می‌شوند. تصاویر زیر، نقشهٔ پتانسیل الکترواستاتیکی، ساختار لوویس و بردار بارهای الکتریکی را در مولکول SCO نشان می‌دهند:



همان‌طور که مشخص است، توزیع بار الکتریکی در اطراف اتم مرکزی کربونیل سولفید متقارن نیست و اتم اکسیژن سر منفی این مولکول را تشکیل می‌دهد. بر این اساس، مولکول SCO یک مولکول قطبی با گشاور دوقطبی بزرگ‌تر از صفر است و در میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا می‌کند.

۲- مولکول‌های سه‌اتمی غیرخطی: در مولکول‌های سه‌اتمی غیرخطی اگر یک یا چند الکترون ناپیوندی بر روی اتم مرکزی وجود داشته باشد، مولکول موردنظر ساختار خمیده (به صورت V) پیدا کرده و اتم‌های سازندهٔ آن، در یک راستا قرار نمی‌گیرند. برای بررسی قطبی یا ناقطبی بودن این مولکول‌ها و پیداکردن سر مثبت و منفی آن‌ها، ابتدا باید بردار بارهای الکتریکی هر پیوند را مشخص کنیم و پس از آن، از این بردارها برایند بگیریم. به عنوان مثال، در مولکول‌های سه‌اتمی و Vشکل H_2O، دو اتم هیدروژن توسط پیوندهای یگانه به اتم اکسیژن متصل شده‌اند. از آن‌جا که خاصیت نافلزی اکسیژن بیش از هیدروژن است، اتم‌های O جفت‌الکترون‌های پیوندی را به سمت خود جذب کرده و بار جزئی منفی $(\delta-)$ پیدا می‌کنند در حالی که اتم‌های H بار جزئی مثبت $(\delta+)$ پیدا می‌کنند. تصاویر زیر، نقشهٔ پتانسیل الکترواستاتیکی، ساختار لوویس، بردارهای بار الکتریکی و نحوهٔ جهت‌گیری مولکول‌های H_2O را در یک میدان الکتریکی نشان می‌دهند:



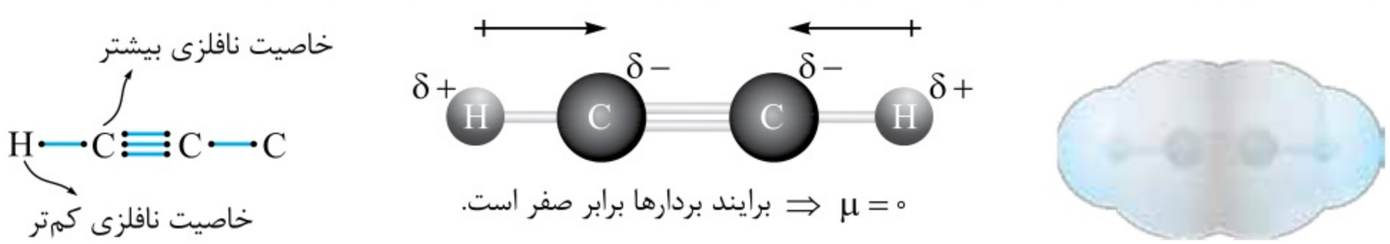
همان‌طور که مشخص است، توزیع بار الکتریکی در اطراف اتم مرکزی در مولکول‌های H_2O متقارن نیست و اتم اکسیژن سر منفی این مولکول را تشکیل می‌دهد. بر این اساس، مولکول‌های H_2O قطبی هستند و در حضور میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا می‌کنند.

با توجه به توضیحات داده‌شده، همهٔ مولکول‌های سه‌اتمی خمیده (مثل H_2O، SO_2 و NO_2) و آن دسته از مولکول‌های سه‌اتمی خطی که اتم‌های متصل به اتم مرکزی آن‌ها متفاوت با یکدیگر هستند (مثل SCO و N_2O) در دستهٔ مولکول‌های قطبی قرار می‌گیرند و آن دسته از مولکول‌های سه‌اتمی خطی که دو اتم یکسان به اتم مرکزی آن‌ها متصل شده است (مثل CO_2 و CS_2) در دستهٔ مولکول‌های ناقطبی قرار می‌گیرند.

مولکول‌های چهاراتمی

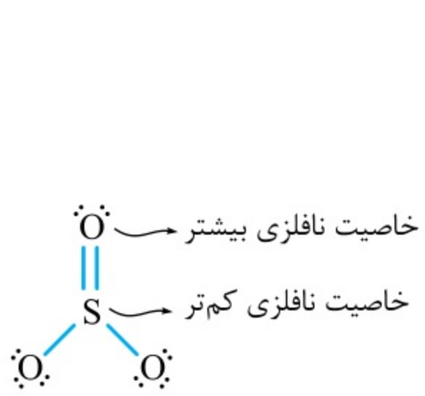
این گروه از مواد را به سه دستهٔ مولکول‌های چهاراتمی خطی، مولکول‌های چهاراتمی مسطح و مولکول‌های چهاراتمی غیرمسطح تقسیم‌بندی کرده و هر گروه را به طور مجزا بررسی می‌کنیم.

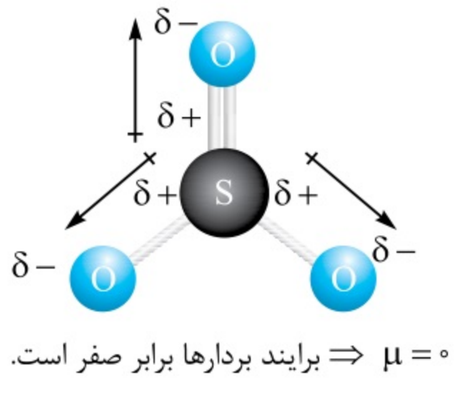
۱- مولکول‌های چهاراتمی خطی: برخی از گونه‌های شیمیایی از جمله اتین در این دسته قرار می‌گیرند. چون خاصیت نافلزی کربن بیشتر از هیدروژن است، اتم‌های C موجود در اتین، الکترون‌های پیوندی را به سمت خود جذب کرده و بار جزئی منفی $(\delta-)$ پیدا می‌کنند. تصاویر زیر، ساختار لوویس، بردارهای بار الکتریکی و نقشهٔ پتانسیل الکترواستاتیکی مولکول‌های اتین را نشان می‌دهند.



همان‌طور که مشخص است، بردارهای بار الکتریکی در این مولکول یکدیگر را خنثی می‌کنند؛ پس C_2H_2 در مجموع یک مولکول ناقطبی است.

۲- مولکول‌های چهاراتمی مسطح: در مولکول‌های چهاراتمی، اگر هیچ الکترون ناپیوندی بر روی اتم مرکزی وجود نداشته باشد، مولکول موردنظر ساختار مسطح پیدا می‌کند. به عنوان مثال، در مولکول‌های SO_3 هیچ الکترون ناپیوندی بر روی اتم مرکزی وجود ندارد و این مولکول‌ها ساختار مسطح دارند. از آن‌جا که خاصیت نافلزی اکسیژن بیشتر از گوگرد است، اتم‌های O موجود در SO_3 بار جزئی منفی و اتم S موجود در آن بار جزئی مثبت پیدا می‌کند. تصاویر زیر، ساختار لوویس، نقشهٔ الکترواستاتیکی و بردارهای بار الکتریکی را در مولکول SO_3 نشان می‌دهند:



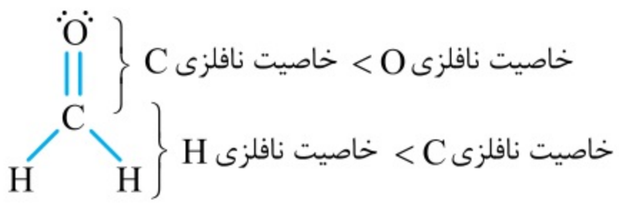


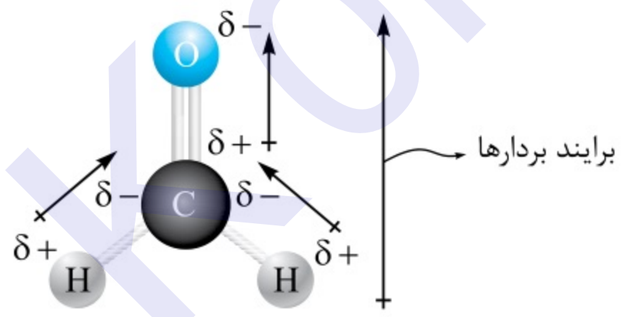
برایند بردارها برابر صفر است. $\Rightarrow \mu = 0$



همان‌طور که مشخص است، در مولکول SO_3 همهٔ اتم‌های اطراف اتم مرکزی یکسان هستند و به همین خاطر، توزیع الکترون‌ها در اطراف اتم مرکزی به صورت یکنواخت و متقارن صورت می‌گیرد؛ پس SO_3 یک مولکول ناقطبی با گشتاور دوقطبی (μ) برابر صفر است.

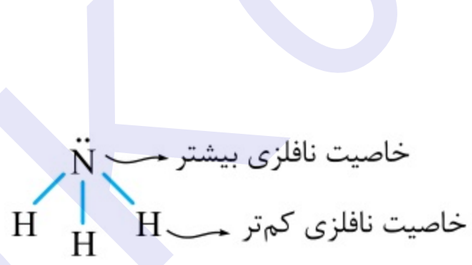
در نقطهٔ مقابل، در برخی از مولکول‌های چهاراتمی مسطح مثل CH_2O، اتم‌های اطراف اتم مرکزی یکسان نیستند و به همین خاطر، توزیع الکترون‌ها در اطراف اتم مرکزی به صورت یکنواخت و متقارن صورت نمی‌گیرد. ساختار لوویس و بردارهای بار الکتریکی در مولکول CH_2O به صورت زیر است:

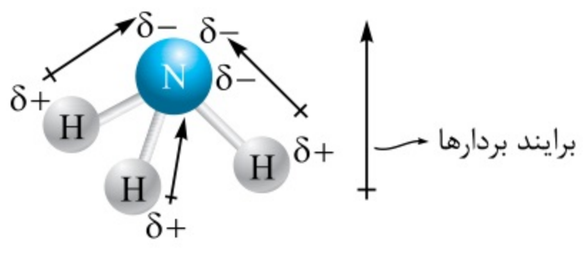




همان‌طور که مشخص است، در این مولکول برایند بردارها به سمت اتم O قرار گرفته و این اتم سر منفی مولکول را تشکیل می‌دهد.

۳- مولکول‌های چهاراتمی غیرمسطح: در مولکول‌های چهاراتمی اگر یک یا چند الکترون ناپیوندی بر روی اتم مرکزی قرار داشته باشند، این مولکول‌ها حالت غیرمسطح پیدا می‌کنند. به عنوان مثال، مولکول‌های NH_3 چهاراتمی هستند و به خاطر، وجود یک جفت‌الکترون ناپیوندی بر روی اتم مرکزی آن‌ها، ساختار غیرمسطح دارند. از آن‌جا که خاصیت نافلزی اتم‌های N بیشتر از اتم‌های H است، در مولکول NH_3 اتم‌های هیدروژن بار جزئی مثبت و اتم نیتروژن بار جزئی منفی پیدا می‌کند. تصاویر زیر، نقشهٔ پتانسیل الکترواستاتیکی، بردارهای بار الکتریکی و ساختار لوویس مولکول‌های NH_3 را نشان می‌دهند.







همان‌طور که مشخص است، در مولکول NH_3 توزیع الکترون‌ها به صورت نامتقارن صورت می‌گیرد؛ پس گشتاور دوقطبی این مولکول بزرگ‌تر از صفر می‌شود و در حضور یک میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا می‌کند.

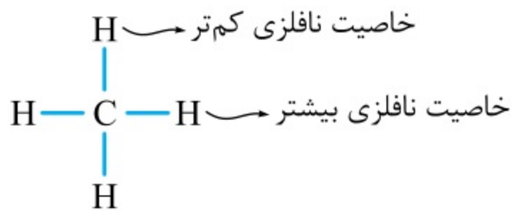
با توجه به توضیحات داده‌شده، مولکول‌های چهاراتمی غیرمسطح و آن دسته از مولکول‌های چهاراتمی مسطح که اتم‌های اطراف اتم مرکزی آن‌ها متفاوت با یکدیگر هستند، در دستهٔ مولکول‌های قطبی قرار داده می‌شوند و آن دسته از مولکول‌های چهاراتمی مسطح که در آن‌ها همهٔ اتم‌های اطراف اتم مرکزی یکسان هستند، در دستهٔ مولکول‌های ناقطبی قرار می‌گیرند.

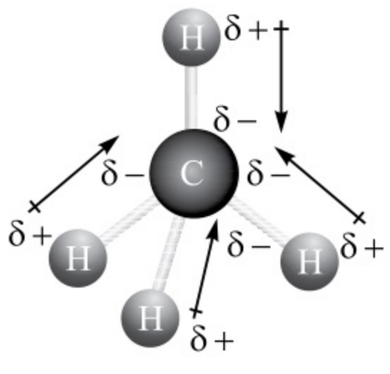
مولکول‌های پنج اتمی

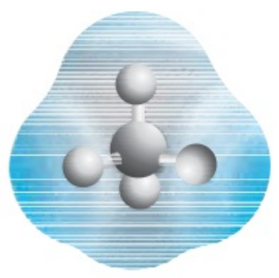


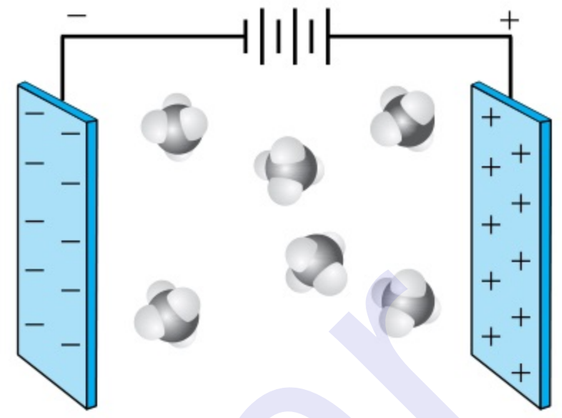
در حد کتاب درسی، فقط مولکول‌هایی را بررسی می‌کنیم که یک اتم مرکزی دارند و بر روی اتم مرکزی آن‌ها نیز هیچ الکترون ناپیوندی وجود ندارد. این گروه از مولکول‌ها ساختاری سه‌بعدی دارند و در آن‌ها ۴ اتم مجزا در اطراف اتم مرکزی قرار می‌گیرند. به عنوان مثال، به مدل فضاپرکن متان (CH_4) دقت کنید:

در گروه اول از این مواد، همهٔ اتم‌هایی که در اطراف اتم مرکزی قرار می‌گیرند یکسان هستند. به عنوان مثال، کربن تتراکلرید (CCl_4) و متان (CH_4) در این گروه قرار می‌گیرند. در مولکول‌های سازندهٔ این مواد، بردار بارهای الکتریکی در چهار جهت مختلف در اطراف اتم مرکزی قرار می‌گیرند و برایند آن‌ها صفر می‌شود. تصاویر زیر، ساختار لوویس، بردار بارهای الکتریکی، نقشهٔ پتانسیل الکترواستاتیکی و عدم جهت‌گیری مولکول‌های CH_4 را در میدان الکتریکی نشان می‌دهد.



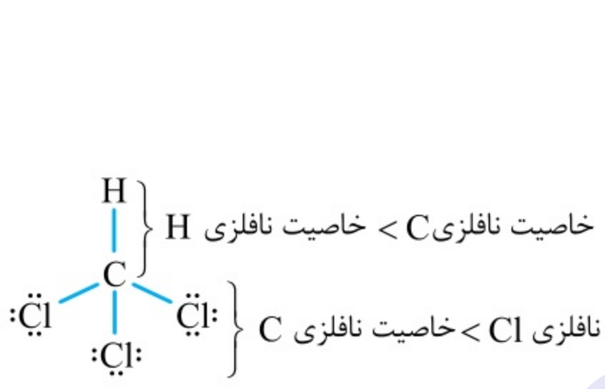


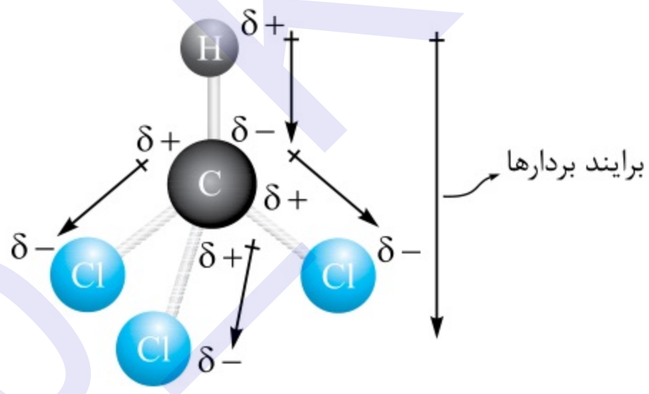




همان‌طور که مشخص است، در مولکول‌های متان، الکترون‌ها به صورت متقارن در اطراف اتم مرکزی پخش شده‌اند و این مولکول در مجموع ناقطبی ($\mu = 0$) است و مولکول‌های آن در حضور میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا نمی‌کنند.

در گروه دوم از مولکول‌های پنج‌اتمی، حداقل یکی از اتم‌های موجود در اطراف اتم مرکزی با سایر اتم‌های موجود در اطراف آن متفاوت است. به عنوان مثال، کلروفرم ($CHCl_3$) و دی‌کلرو متان (CH_2Cl_2) در این گروه قرار می‌گیرند. در مولکول‌های سازندهٔ این مواد، بردار بارهای الکتریکی در چهار طرف اتم مرکزی قرار می‌گیرند اما با توجه به متفاوت‌بودن اتم‌های اطراف اتم مرکزی، این بردارها یکدیگر را خنثی نمی‌کنند و به همین دلیل، مولکول‌های سازندهٔ این مواد قطبی ($\mu > 0$) هستند. تصاویر زیر ساختار لوویس، بردار بارهای الکتریکی و نقشهٔ پتانسیل الکترواستاتیکی کلروفرم را نشان می‌دهند:







با توجه به تصاویر بالا، مولکول‌های کلروفرم قطبی بوده و گشتاور دوقطبی (μ) آن‌ها بزرگ‌تر از صفر است.

مولکول‌های آلی

این گروه از مواد را در دو دستهٔ هیدروکربن‌ها و مولکول‌های آلی پیچیده‌تر که در ساختار خود علاوه بر عناصر C و H، شامل عناصر N و O نیز می‌شوند، قرار می‌دهیم و مواد موجود در هر دسته را بررسی می‌کنیم:



۱- هیدروکربن‌ها: این مواد از اتصال اتم‌های هیدروژن و کربن به وجود می‌آیند. توزیع الکترون‌ها در نقشهٔ پتانسیل الکترواستاتیکی اغلب هیدروکربن‌ها به صورت متقارن و یکنواخت است و به همین خاطر، گشتاور دوقطبی این ترکیب‌ها برابر صفر می‌شود. تصویر مقابل، نقشهٔ پتانسیل الکترواستاتیکی پروپان (C_3H_8) را نشان می‌دهد:

همان‌طور که مشخص است، مولکول‌های C_3H_8 ناقطبی هستند و در حضور میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا نمی‌کنند.



۲- مولکول‌های آلی اکسیژن‌دار یا نیتروژن‌دار: در این مواد علاوه بر اتم‌های کربن و هیدروژن، اتم‌های اکسیژن و یا نیتروژن نیز در قالب گروه‌های عاملی گوناگون وجود دارند. از آن‌جا که خاصیت نافلزی اتم‌های O و N از خاصیت نافلزی اتم‌های C و H بیشتر است، تراکم بار الکتریکی بر روی اتم‌های هیدروژن و نیتروژن بیشتر می‌شود و اتم‌های موردنظر سر منفی این مولکول‌ها را تشکیل می‌دهند. تصویر مقابل، نقشهٔ پتانسیل الکترواستاتیکی مولکول‌های دی‌متیل اتر ($CH_3 - O - CH_3$) را نشان می‌دهد:

همان‌طور که مشخص است، توزیع بار الکتریکی در مولکول‌های دی‌متیل اتر متقارن نیست و این مولکول‌ها قطبی هستند.

نکتهٔ ترکیبی مولکول‌های آلی بزرگ مثل انواع ویتامین‌ها و اسیدهای چرب، از دو بخش قطبی و ناقطبی تشکیل شده‌اند. رفتارهای مختلف این مواد از جمله انحلال‌پذیری آن‌ها در آب، به قدرت هر یک از بخش‌های سازندهٔ مولکول آن‌ها بستگی دارد. به عنوان مثال، در مولکول‌های ویتامین (ث) بخش قطبی قدرت بیشتری داشته و این بخش بر بخش ناقطبی مولکول غلبه می‌کند؛ پس ویتامین (ث) قطبی است.

چندنکته

◄ به طور کلی، اگر روی اتم مرکزی یک مولکول چنداتمی، یک یا چند الکترون ناپیوندی قرار داشته باشد، توزیع بار الکتریکی در آن مولکول نامتقارن بوده و گشتاور دوقطبی آن مولکول بزرگ‌تر از صفر می‌شود و آن مولکول در حضور میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا می‌کند.

◄ اگر روی اتم مرکزی یک مولکول چنداتمی، هیچ الکترون ناپیوندی وجود نداشته باشد و اتم‌های متصل به اتم مرکزی در آن مولکول نیز یکسان باشند، مولکول موردنظر ناقطبی خواهد بود و در حضور یک میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا نخواهد کرد.

◄ مطابق تصویر مقابل، برای تشخیص قطبی یا ناقطبی بودن مولکول‌های سازندهٔ یک مایع، می‌توانیم یک میلهٔ شیشه‌ای باردار را به باریکه‌ای از آن مایع نزدیک کنیم. اگر باریکهٔ مایع تحت تأثیر میدان ایجادشده توسط میلهٔ شیشه‌ای منحرف شود، پی می‌بریم که مولکول‌های سازندهٔ آن ماده قطبی هستند در حالی که اگر باریکهٔ مایع منحرف نشود، پی می‌بریم که مولکول‌های سازندهٔ آن ماده ناقطبی هستند.



پرسش‌های چهارگزینه‌ای

مواد مولکولی

۵۹۸- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) یخ، همانند یک نمونهٔ خالص از سیلیس، سختی بالایی داشته و برخلاف آن، ظاهری شفاف دارد.

۲) رفتارهای شیمیایی مواد مولکولی به طور عمده به نوع نیروهای بین مولکولی در این مواد بستگی دارد.

۳) جامدهای کووالانسی موادی دیرگداز بوده و عناصر اصلی سازندهٔ آن‌ها در طبیعت، کربن و سیلیسیم هستند.

۴) مواد مولکولی از واحدهای مجزایی به نام مولکول تشکیل شده‌اند و همهٔ آن‌ها در دما و فشار اتاق حالت گاز دارند.

۵۹۹- چند مورد از مطالب زیر نادرست است؟

آ) در ساختار سیلیسیم کربید، برخلاف ساختار یخ، همهٔ اتم‌ها توسط پیوندهای اشتراکی به یکدیگر متصل شده‌اند.

ب) یخ یک جامد مولکولی با سختی بالا به شمار می‌رود و همانند گرافیت دارای ساختار سه‌بعدی است.

پ) در ساختار یخ، هر اتم اکسیژن توسط دو پیوند هیدروژنی به دو اتم هیدروژن از مولکول‌های دیگر متصل شده است.

ت) رفتارهای فیزیکی مختلف مواد مولکولی به نوع و قدرت نیروهای بین مولکولی در این مواد بستگی دارد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶۰۰- همهٔ عبارت‌های زیر درست هستند؛ به‌جز:

۱) آنتالپی تبخیر، دمای ذوب و دمای جوش، از جمله رفتارهای فیزیکی مواد مولکولی مختلف به شمار می‌روند.

۲) آب خالص از تجمع مولکول‌های H_2O تشکیل شده و همانند یک نمونهٔ خالص از الماس، رسانایی الکتریکی ندارد.

۳) در ساختار برف، مولکول‌های H_2O در یک آرایش منظم و با تشکیل حلقه‌های شش‌گوشه در کنار هم قرار گرفته‌اند.

۴) از واژه‌های شیمیایی رایج مثل مولکول و نیروهای بین مولکولی نمی‌توان برای توصیف سیلیس و الماس استفاده کرد.

۶۰۱- چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

آ) هر یک از شش‌گوشه‌های موجود در ساختار ذره‌ای یخ، از کنار هم قرارگرفتن ۳ مولکول H_2O تشکیل شده‌اند.

ب) در مواد مولکولی، قدرت نیروهای بین مولکولی ضعیف‌تر از قدرت پیوندهای اشتراکی بین اتم‌های هر مولکول است.

پ) هر یک از واحدهای سازندهٔ مواد مولکولی بر اثر اتصال دو یا چند اتم مجزا توسط پیوندهای اشتراکی ایجاد می‌شوند.

ت) اغلب ترکیب‌های آلی جزء مواد مولکولی بوده و مولکول‌ها نقشی کلیدی در تعیین خواص و رفتار آن‌ها بر عهده دارند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶۰۲- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) متان، آمونیاک و کربن دی‌اکسید، برخلاف گرافیت و سیلیسیم کربید، در دستهٔ مواد مولکولی قرار می‌گیرند.

۲) همهٔ هالوژن‌ها در دمای اتاق به حالت گاز بوده و از آن‌ها برای ساختن لامپ چراغ‌های جلوی خودروها استفاده می‌شود.

۳) الکترون‌های موجود بین دو اتم کلر در آرایش الکترون ـ نقطه‌ای مولکول‌های Cl_2 به هر دو اتم سازندهٔ این مولکول‌ها تعلق دارند.

۴) اتن، همانند پلی‌اتن، در دستهٔ مواد مولکولی قرار داشته و برای توصیف آن از واژهٔ «فرمول مولکولی» می‌توان استفاده کرد.

۶۰۳- چند مورد از مطالب زیر در رابطه با مقایسهٔ میان یخ و کوارتز درست است؟ $(Si = ۲۸ , O = ۱۶ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$

آ) در ساختار ذره‌ای کوارتز، همانند ساختار ذره‌ای یخ، اتم‌های اکسیژن در رأس شش‌گوشه‌های ایجادشده قرار می‌گیرند.

ب) در ساختار یخ، همانند ساختار کوارتز، هر اتم اکسیژن توسط ۲ پیوند اشتراکی به دو اتم یکسان متصل شده است.

پ) درصد جرمی اتم‌های اکسیژن در یک نمونه از کوارتز، ۰/۶ برابر درصد جرمی اتم‌های این عنصر در یخ است.

ت) یخ ظاهری شفاف داشته و دمای ذوب و جوش آن در مقایسه با دمای ذوب و جوش کوارتز کم‌تر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

توزیع الکترون‌ها در مولکول‌ها

۶۰۴- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) نحوهٔ توزیع جفت‌الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی در یک مولکول، نقش مهمی در تعیین رفتار آن مولکول در میدان الکتریکی دارد.

۲) در نقشهٔ پتانسیل الکترواستاتیکی مولکول‌های HCl، تراکم بیشتر بار منفی بر روی اتم‌هایی قرار دارد که با رنگ آبی نشان داده می‌شوند.

۳) مولکول‌های دو اتمی جورهسته در حضور یک میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا نکرده و گشتاور دوقطبی آن‌ها برابر با صفر است.

۴) احتمال حضور الکترون‌های پیوندی در اطراف اتمی با خاصیت فلزی کم‌تر در مولکول‌های دواتمی ناجور هسته، بیشتر از اتم دیگر است.

۶۰۵- چه تعداد از مطالب زیر درست است؟

آ) مولکول‌های دواتمی جورهسته، برخلاف مولکول‌های دواتمی ناجورهسته، در حضور میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا می‌کنند.

ب) در مولکول‌های دواتمی هیدروژن فلوئورید، به اتم فلوئور بار جزئی منفی و به اتم هیدروژن بار جزئی مثبت نسبت داده می‌شود.

پ) الکترون‌های پیوندی موجود در ساختار مولکول‌های دواتمی کلر، بیشتر وقت خود را در فضای بین دو اتم کلر سپری می‌کنند.

ت) توزیع بار بر روی اتم‌های سازندهٔ مولکول $CO_۲$ یکسان نبوده و این مولکول‌ها در میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا می‌کنند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶۰۶- مولکول‌های سازندهٔ ساده‌ترین عضو از خانوادهٔ ..... ، برخلاف مولکول‌های سازندهٔ ساده‌ترین عضو از خانواده‌های ..... و ..... ، در حضور یک میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا ..... .

۱) استرها ـ اترها ـ آلکن‌ها ـ می‌کنند
۲) آلکان‌ها ـ الکل‌ها ـ اترها ـ نمی‌کنند
۳) آلکین‌ها ـ آلکن‌ها ـ الکل‌ها ـ نمی‌کنند
۴) الکل‌ها ـ آلکین‌ها ـ کتون‌ها ـ می‌کنند

۶۰۷- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) در مولکول هیدروژن کلرید، احتمال حضور جفت‌الکترون پیوندی در اطراف هستهٔ اتم کلر بیشتر از هستهٔ اتم هیدروژن است.

۲) در هر یک از مولکول‌های سه‌اتمی $CS_۲$، برخلاف مولکول‌های پنج‌اتمی کربن تتراکلرید، اتم مرکزی دارای بار جزئی منفی است.

۳) در مولکول‌های کربن دی‌اکسید، الکترون‌های پیوندی بیشتر وقت خود را در اطراف اتمی سپری می‌کنند که شعاع کوچک‌تری دارد.

۴) مولکول‌های کربونیل سولفید ساختار خطی داشته و گشتاور دوقطبی آن‌ها همانند مولکول‌های کلروفرم بزرگ‌تر از صفر است.

۶۰۸- در مولکول‌های ..... ، ..... مولکول‌های ..... ، بار جزئی ..... را می‌توان به اتم مرکزی نسبت داد اما این مولکول‌ها در حضور میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا نمی‌کنند.

۱) گوگرد دی‌اکسید ـ برخلاف ـ آمونیاک ـ مثبت
۲) کربن تتراکلرید ـ همانند ـ گوگرد تری‌اکسید ـ مثبت
۳) متان ـ همانند ـ کربونیل سولفید ـ منفی
۴) گوگرد تری‌اکسید ـ برخلاف ـ متان ـ منفی

۶۰۹- چند مورد از مطالب داده‌شده درست است؟

آ) فرمول شیمیایی کلروفرم به صورت $CH_۳Cl$ بوده و در هر یک از این مولکول‌ها، اتم کلر دارای بار جزئی منفی است.

ب) در مولکول‌های گوگرد تری‌اکسید، اتم‌های اکسیژن دارای بار جزئی منفی و اتم گوگرد دارای بار جزئی مثبت است.

پ) گشتاور دوقطبی همهٔ مولکول‌هایی که از اتصال اتم‌های یکسان به یکدیگر تشکیل شده‌اند، برابر با صفر دبای است.

ت) به دلیل توزیع متقارن بار الکتریکی در مولکول‌های آمونیاک، این مولکول‌ها در میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا نمی‌کنند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶۱۰- کدام‌یک از عبارت‌های داده‌شده نادرست است؟

۱) مولکول‌های گوگرد تری‌اکسید، همانند مولکول‌های متان، در میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا نمی‌کنند.

۲) نقشهٔ پتانسیل الکترواستاتیکی مقابل را می‌توان به مولکول‌های دواتمی هیدروژن کلرید نسبت داد.

۳) مولکول‌های اتین همانند مولکول‌های $CO_۲$ ساختاری خطی داشته و گشتاور دوقطبی آن‌ها برابر صفر است.

۴) در مولکول خمیدهٔ آب، همانند مولکول‌های آمونیاک، تراکم بار الکتریکی منفی روی هستهٔ اتم مرکزی بیشتر است.

۶۱۱- چند مورد از عبارت‌های زیر در رابطه با کربونیل سولفید درست هستند؟ $(S = ۳۲ , Si = ۲۸ , O = ۱۶ , C = ۱۲ : g.mol^{-۱})$

آ) درصد جرمی اتم‌های کربن در مولکول‌های کربونیل سولفید، ۱/۵ برابر درصد جرمی آن در سیلیسیم کربید است.

ب) شمار جفت‌الکترون‌های ناپیوندی در هر مولکول $SO_۲$، ۱/۵ برابر شمار این الکترون‌ها در هر مولکول کربونیل سولفید است.

پ) در حضور یک میدان الکتریکی، این مولکول‌ها از سمت اتم‌های اکسیژن خود به طرف قطب منفی جهت‌گیری پیدا می‌کنند.

ت) در هر مولکول کربونیل سولفید، همانند هر مولکول گوگرد تری‌اکسید، ۴ پیوند اشتراکی بین اتم‌های سازنده وجود دارد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶۱۲- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) با نزدیک‌کردن یک میلهٔ شیشه‌ای باردار به یک باریکهٔ مایع از کلروفرم، باریکهٔ مایع از میلهٔ شیشه‌ای دورتر می‌شود.

۲) اتم‌های سازندهٔ مولکول هیدروژن سولفید، همانند اتم‌های سازندهٔ مولکول گوگرد دی‌اکسید، در یک راستا قرار ندارند.

۳) در یک نمونه از مولکول‌های آب، برخلاف مولکول‌های گوگرد دی‌اکسید، اتم‌های اکسیژن سر منفی مولکول‌ها را تشکیل می‌دهند.

۴) در شرایط یکسان، از میان گازهای نیتروژن و کربن مونوکسید، گاز نیتروژن آسان‌تر از گاز کربن مونوکسید به مایع تبدیل می‌شود.

۶۱۳- همهٔ عبارت‌های زیر درست هستند؛ به‌جز:

۱) در کربن تتراکلرید، همانند یک نمونهٔ خالص از الماس، هر اتم کربن توسط ۴ پیوند به چهار اتم مشابه متصل شده است.

۲) شمار پیوندهای اشتراکی در هر یک از مولکول‌های دی‌نیتروژن پنتااکسید، ۲ برابر شمار این پیوندها در کربونیل سولفید است.

۳) شمار پیوندهای هیدروژنی موجود در ساختار ذره‌ای یخ، با شمار پیوندهای اشتراکی موجود در ساختار ذره‌ای آن برابر است.

۴) فلوئور از مولکول‌های دواتمی جورهسته تشکیل شده و دمای جوش یک نمونه از آن، بالاتر از دمای جوش هیدروژن کلرید است.

۶۱۴- جرم‌های برابری از ساده‌ترین عضو خانوادهٔ آلکان‌ها و دومین عضو خانوادهٔ آلکین‌ها را در حضور مقدار کافی اکسیژن می‌سوزانیم. گشتاور دوقطبی چند درصد از مولکول‌های فراوردهٔ تولیدشده در این فرایند، بزرگ‌تر از صفر است؟ $(C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$

۱) ۲۸ ۲) ۴۴ ۳) ۵۶ ۴) ۷۲

۶۱۵- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) نقشهٔ پتانسیل الکترواستاتیکی هر یک از مولکول‌های $OF_۲$ به صورت مقابل است.

ب) مولکول‌های آب، برخلاف مولکول‌های کربن تتراکلرید، توسط یک میلهٔ باردار جذب می‌شوند.

پ) در یک نمونه از مولکول‌های آمونیاک، اتم‌هایی که شعاع کوچک‌تری دارند، دارای بار جزئی منفی هستند.

ت) شمار الکترون‌های ناپیوندی در هر مولکول کلروفرم، ۲/۵ برابر شمار این الکترون‌ها در هر مولکول اتیلن گلیکول است.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۶۱۶- چند مورد از مطالب زیر، در رابطه با گاز تولیدشده در آند سلول مربوط به فرایند هال درست است؟

آ) با برقراری میدان الکتریکی در اطراف مولکول‌های این گاز، مولکول‌های موردنظر جهت‌گیری پیدا نمی‌کنند.

ب) مولکول‌های این گاز، همانند مولکول‌های گاز اتین و گاز کربونیل سولفید، دارای ساختار خطی هستند.

پ) گشتاور دوقطبی مولکول‌های سازندهٔ این گاز، همانند گشتاور دوقطبی مولکول‌های پروپان، برابر با صفر است.

ت) خصلت نافلزی اتم مرکزی در مولکول‌های این گاز، بیشتر از خصلت نافلزی سایر اتم‌های سازندهٔ آن است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶۱۷- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با گاز مرداب نادرست است؟

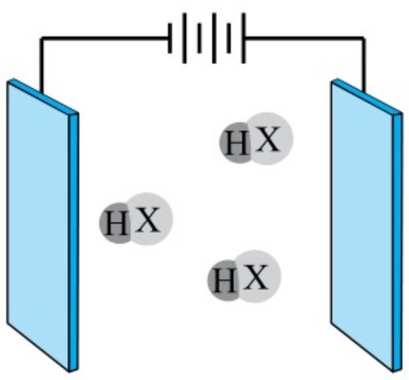
۱) مولکول‌های آن، برخلاف مولکول‌های نیتروژن دی‌اکسید، در حضور میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا نمی‌کنند.

۲) در نقشهٔ پتانسیل الکترواستاتیکی مولکول‌های این گاز، اتم مرکزی با رنگ قرمز و اتم‌های پیرامون آن با رنگ آبی مشخص می‌شوند.

۳) یک ترکیب شیمیایی ناقطبی است و از آن به عنوان گاز عمل‌آورنده در صنایع کشاورزی استفاده می‌شود.

۴) عدد اکسایش اتم مرکزی در این مولکول، برخلاف عدد اکسایش اتم مرکزی در مولکول‌های کربونیل سولفید، برابر با ۴− است.

۶۱۸- مولکول‌های گاز HX در حضور یک میدان الکتریکی، مطابق با تصویر مقابل جهت‌گیری پیدا می‌کنند.



کدام‌یک از مطالب زیر، در رابطه با این گاز نادرست است؟

۱) خاصیت نافلزی اتم‌های عنصر X بیشتر از خاصیت نافلزی اتم‌های هیدروژن است.

۲) در نقشهٔ الکترواستاتیکی هر یک از مولکول‌های HX، اتم X با رنگ آبی نشان داده می‌شود.

۳) در مولکول‌های HX، همانند مولکول‌های آمونیاک، اتم‌های هیدروژن دارای بار جزئی مثبت هستند.

۴) مولکول‌های سازندهٔ آن ناجورهسته بوده و گشتاور دوقطبی آن‌ها همانند مولکول‌های $N_۲O$ بزرگ‌تر از صفر است.

۶۱۹- چگالی مخلوطی از گازهای گوگرد دی‌اکسید و گوگرد تری‌اکسید در دمای $39\ ^\circ C$ و فشار ۱ اتمسفر برابر با ۳ گرم بر لیتر است. پس از برقراری یک میدان الکتریکی در اطراف این مخلوط گازی، چند درصد از مولکول‌های موجود در آن جهت‌گیری پیدا می‌کنند؟ $(S = 32 , O = 16 : g.mol^{-1})$

۱) ۸۰ ۲) ۷۵ ۳) ۲۵ ۴) ۲۰

۶۲۰- تصویر زیر، نقشهٔ پتانسیل الکترواستاتیکی مولکول‌های A_2B را نشان می‌دهد. چند مورد از مطالب زیر در رابطه با این گاز درست است؟



آ) عناصر A و B به ترتیب می‌توانند متعلق به گروه ۱۶ و گروه ۱۴ از جدول تناوبی باشند.

ب) در حضوی میدان الکتریکی، مولکول‌های A_2B از سمت اتم A به طرف قطب منفی جهت‌گیری پیدا می‌کنند.

پ) بار جزئی اتم‌های A در این مولکول، همانند بار جزئی اتم اکسیژن در مولکول کربونیل سولفید، منفی است.

ت) عدد اکسایش اتم B در این مولکول، همانند عدد اکسایش اتم نیتروژن در مولکول آمونیاک، بزرگ‌تر از صفر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶۲۱- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) در یک قطعه از بلور سیلیس خالص، شمار الکترون‌های پیوندی ۲ برابر شمار الکترون‌های ناپیوندی است.

۲) در بلور گرافیت، ۵۰ درصد از الکترون‌های ظرفیتی هر اتم کربن در تشکیل پیوندهای دوگانه شرکت می‌کنند.

۳) مولکول‌های نیتروژن دی‌اکسید، برخلاف مولکول‌های آب ساختاری خطی داشته و گشتاور دوقطبی آن‌ها برابر صفر است.

۴) مولکول‌های سازندهٔ یخ خشک، در یک آرایش سه‌بعدی در کنار هم قرار گرفته و سبب ایجاد حلقه‌های شش‌گوشه می‌شوند.

۶۲۲- چند مورد از مطالب زیر در رابطه با گازهای اکسیژن و اوزون درست است؟

آ) در شرایط یکسان از نظر دما و فشار، چگالی یک نمونه از گاز اکسیژن، ۱/۵ برابر چگالی یک نمونه از گاز اوزون است.

ب) در مولکول‌های اکسیژن، احتمال حضور جفت‌الکترون‌های پیوندی در فضای بین هستهٔ اتم اکسیژن بیشتر است.

پ) در شرایط یکسان، یک نمونه از گاز اوزون را در دماهای پایین‌تری نسبت به گاز اکسیژن می‌توان به مایع تبدیل کرد.

ت) در مولکول اوزون، عدد اکسایش اتم اکسیژن که تعداد الکترون‌های ناپیوندی بیشتری دارد، برابر با +۳ است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶۲۳- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با دی‌متیل اتر نادرست است؟

۱) این ترکیب شیمیایی، همانند یک نمونهٔ خالص از اوکتان، در دما و فشار اتاق به حالت مایع وجود دارد.

۲) شمار پیوندهای اشتراکی موجود در هر مولکول نفتالن، ۳ برابر شمار این پیوندها در هر مولکول دی‌متیل اتر است.

۳) نوع نیروی بین مولکولی غالب در یک نمونهٔ خالص از این ترکیب شیمیایی، از نوع پیوند هیدروژنی است.

۴) توزیع بار الکتریکی در این مولکول نامتقارن بوده و این ماده در دستهٔ مواد قطبی قرار می‌گیرد.

۶۲۴- چند مورد از مطالب زیر در رابطه با مولکول‌های گوگرد تری‌اکسید درست است؟

آ) یک اکسید اسیدی بوده و بر اثر انحلال هر مول از آن در آب، مجموعاً چهار مول یون در محلول ایجاد می‌شود.

ب) گشتاور دوقطبی مولکول‌های آن همانند گشتاور دوقطبی مولکول‌های هیدروژن سولفید بزرگ‌تر از صفر است.

پ) شمار پیوندهای اشتراکی در هر مولکول آن، ۱/۵ برابر شمار پیوندهای اشتراکی در گوگرد دی‌اکسید است.

ت) در حضوی یک میدان الکتریکی، مولکول‌های آن از سمت اتم S خود به طرف قطب منفی جهت گیری پیدا می‌کنند.

ث) اتم‌های سازندهٔ هر یک از مولکول‌های آن، برخلاف اتم‌های سازندهٔ مولکول متان، بر روی یک صفحه قرار می‌گیرند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶۲۵- اگر در آرایش الکترونی اتم‌های A و B، به ترتیب ۴ و ۱۰ الکترون با $l = 1$ وجود داشته باشد، .....

۱) گشتاور دوقطبی مولکول‌های BA_3 برخلاف گشتاور دوقطبی مولکول‌های A_3 برابر با صفر است.

۲) عناصر A و B متعلق به دستهٔ p جدول تناوبی بوده و با عنصر $_{33}X$ در یک گروه قرار می‌گیرند.

۳) مولکول‌های A_2 همانند مولکول‌های BA_2 در حضور یک میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا نمی‌کنند.

۴) این دو عنصر، همانند نیتروژن نافلز هستند و بین آن‌ها ۸ عنصر دیگر در جدول تناوبی قرار گرفته است.

۶۲۶- جرم‌های برابری از اوره و سیلیس در اختیار داریم. چند مورد از مطالب زیر در رابطه با این مواد درست است؟

$(Si = ۲۸ , O = ۱۶ , N = ۱۴ , C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$

آ) تعداد اتم‌های اکسیژن موجود در نمونهٔ سیلیس دو برابر تعداد اتم‌های اکسیژن موجود در نمونهٔ اوره است.

ب) سیلیس یک جامد کووالانسی دیرگداز بوده و نقطهٔ جوش آن در مقایسه با نقطهٔ جوش اوره بالاتر است.

پ) تعداد الکترون‌های ناپیوندی در نمونهٔ سیلیس، دو برابر تعداد این الکترون‌ها در نمونهٔ اوره است.

ت) نوع نیروهای بین مولکولی در نمونهٔ سیلیس از نوع وان‌درووالسی و در نمونهٔ اوره از نوع پیوند هیدروژنی است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶۲۷- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) انحلال‌پذیری یک نمونهٔ پروپان در شرایط یکسان در هگزان بیشتر از انحلال‌پذیری آن در آب است.

۲) گشتاور دوقطبی همهٔ فراورده‌های حاصل از واکنش برقکافت آب، همانند مولکول پروپان، برابر با صفر است.

۳) در نقشهٔ پتانسیل الکترواستاتیکی کربونیل سولفید، اتمی که کوچک‌ترین شعاع را دارد، با رنگ قرمز نشان داده می‌شود.

۴) اتم‌های سازندهٔ مولکول‌های $CH_۲O$، همانند اتم‌های سازندهٔ مولکول‌های فسفر تری‌کلرید، در یک صفحه قرار دارند.

۶۲۸- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با گازهای هیدروژن کلرید و هیدروژن فلوئورید نادرست است؟

۱) مقدار بار جزئی مثبت اتم هیدروژن در هر مولکول HCl، بیشتر از مقدار بار جزئی مثبت اتم هیدروژن در مولکول HF است.

۲) بین مولکول‌های هیدروژن فلوئورید، برخلاف مولکول‌های هیدروژن کلرید، امکان برقراری پیوند هیدروژنی وجود دارد.

۳) گشتاور دوقطبی مولکول‌های HCl همانند مولکول‌های HF بزرگ‌تر از صفر بوده و قدرت اسیدی آن‌ها بیشتر از مولکول‌های HF است.

۴) دمای جوش یک نمونهٔ خالص از هیدروژن فلوئورید، بالاتر از دمای جوش یک نمونهٔ خالص از هیدروژن کلرید است.

۶۲۹- اگر عناصر X، Y و Z سه عنصر متوالی از جدول تناوبی باشند که در دما و فشار اتاق به شکل مولکول‌های دواتمی گازی وجود دارند، کدام‌یک از موارد زیر درست است؟

۱) اتم‌های سازندهٔ مولکول $XZ_۳$، همانند اتم‌های سازندهٔ مولکول $SO_۳$، در یک صفحه قرار می‌گیرند.

۲) در مولکول‌های $YZ_۲$، همانند مولکول‌های گاز آمونیاک، عدد اکسایش اتم مرکزی منفی است.

۳) مولکول XYZ ساختاری خمیده دارد و همانند مولکول‌های $H_۲O$ در میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا می‌کند.

۴) مولکول XY قطبی بوده و همانند مولکول کربن مونوکسید، دارای یک پیوند دوگانه در ساختار خود است.

۶۳۰- چند مورد از مطالب زیر در رابطه با مقایسهٔ میان فلوئور و برم درست است؟

آ) آنتالپی پیوند $F — H$ در مولکول‌های HF، بیشتر از آنتالپی پیوند $Br — H$ در مولکول‌های HBr است.

ب) قدرت نیروهای وان‌درووالسی در یک نمونهٔ خالص از برم، بیشتر از قدرت آن در یک نمونهٔ خالص از فلوئور است.

پ) در نقشهٔ پتانسیل الکترواستاتیکی ذرات سازندهٔ این مواد، هر دو انتهای مولکول‌ها به رنگ آبی نشان داده می‌شود.

ت) یک نمونهٔ خالص از برم، با شدت بیشتری در مقایسه با یک نمونهٔ خالص از گاز فلوئور با گاز هیدروژن واکنش می‌دهد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶۳۱- کدام گزینه در رابطه با مولکول‌های NO و $NO_۲$ نادرست است؟

۱) شمار پیوندهای دوگانهٔ موجود در ساختار NO، با شمار این پیوندها در مولکول $NO_۲$ برابر است.

۲) تفاوت شمار الکترون‌های ناپیوندی موجود در مولکول NO و مولکول $NO_۲$، برابر با ۴ عدد است.

۳) مولکول‌های گاز NO، همانند مولکول‌های $NO_۲$، پرانرژی و ناپایدار بوده و واکنش‌پذیری بالایی دارند.

۴) مولکول‌های NO قطبی بوده و برخلاف مولکول‌های $NO_۲$ در حضور میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا می‌کنند.

۶۳۲- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) اگر مولکول $AX_۳$ قطبی باشد، اتم مرکزی در این مولکول دارای تعدادی الکترون ناپیوندی است.

ب) ید یک مولکول دواتمی جورهسته به شمار می‌رود و تراکم بار الکتریکی در تمام نقاط مولکول آن یکسان است.

پ) دی‌متیل اتر، یکی از ایزومرهای اتانول محسوب می‌شود و همانند اتانول، از مولکول‌های قطبی تشکیل شده است.

ت) مولکول‌های $NH_۳$ و $SCl_۲$ قطبی بوده و احتمال حضور جفت‌الکترون‌های پیوندی پیرامون هستهٔ اتم مرکزی آن‌ها بیشتر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

بخش ۳ جامدهای یونی

آشنایی با جامدهای یونی

به یاد داریم که هرگاه اتم‌های یک عنصر فلزی مثل سدیم در مجاورت با اتم‌های یک عنصر نافلزی مثل کلر قرار بگیرند، اتم‌های فلزی اکسایش پیدا می‌کنند و الکترون‌های خود را به اتم‌های نافلزی منتقل می‌کنند. طی این فرایند اتم‌ها با یکدیگر الکترون دادوستد می‌کنند و به یون‌هایی با بار مخالف تبدیل می‌شوند و در نتیجهٔ آن یک ترکیب یونی تولید می‌شود. به عنوان مثال، فلز سدیم براساس معادلهٔ $2NaCl(s) \rightarrow Na(s) + Cl_2(g)$ و مطابق با تصویر زیر، با گاز کلر واکنش می‌دهد و طی این فرایند، یک جامد یونی سفیدرنگ تولید می‌شود که همان نمک خوراکی است:



نیم‌واکنش اکسایش: $Na(s) \rightarrow Na^+(s) + e^-$ $\qquad {}_{11}Na : [{}_{10}Ne]3s^1 \Rightarrow {}_{11}Na^+ : [{}_{10}Ne]$

نیم‌واکنش کاهش: $Cl_2(g) + 2e^- \rightarrow 2Cl^-(s)$ $\qquad {}_{17}Cl : [{}_{10}Ne]3s^2 3p^5 \Rightarrow {}_{17}Cl^- : [{}_{18}Ar]$

پس از دادوستد الکترون و تشکیل یون‌ها، میان یون‌های ناهم‌نام نیروی جاذبه و میان یون‌های هم‌نام نیروی دافعه ایجاد می‌شود. این نیروها به شمار معینی از یون‌ها محدود نمی‌شود؛ بلکه میان همهٔ یون‌ها و در فاصله‌های گوناگون وارد می‌شوند. در واقع اگر هر یک از یون‌ها همانند کره‌ای باردار باشد، انتظار می‌رود نیروهای جاذبه و دافعه از همهٔ جهت‌ها به آن وارد شود. وجود سدیم کلرید و دیگر جامدهای یونی در طبیعت نشان می‌دهد که نیروهای جاذبه میان یون‌های ناهم‌نام بر نیروهای دافعهٔ میان یون‌های هم‌نام غالب است و به همین خاطر، شمار بسیار زیادی از یون‌ها به سوی یکدیگر کشیده می‌شوند و جامدهای یونی مثل سدیم کلرید را می‌سازند. در این دسته از مواد، آنیون‌ها و کاتیون‌ها در یک آرایش منظم و سه‌بعدی در کنار هم قرار می‌گیرند و شبکهٔ بلوری جامد یونی موردنظر را تشکیل می‌دهند.

واژهٔ شبکهٔ بلوری برای توصیف آرایش سه‌بعدی و منظم اتم‌ها، یون‌ها و یا مولکول‌ها در حالت جامد به‌کار می‌رود. تصاویر زیر، آرایش یون‌های سدیم و کلرید را در شبکهٔ بلوری سدیم کلرید نشان می‌دهد.



همان‌طور که مشخص است، آرایش یون‌ها در سرتاسر شبکهٔ بلوری سدیم کلرید، همانند سایر جامدهای یونی، از یک الگوی تکراری پیروی می‌کند؛ به طوری که هر کاتیون با شمار معینی از آنیون‌ها و هر آنیون با شمار معینی از کاتیون‌ها احاطه شده است. به شمار نزدیک‌ترین یون‌های ناهم‌نام موجود در اطراف هر یون در شبکهٔ بلور، عدد کوئوردیناسیون می‌گویند. بر این اساس، عدد کوئوردیناسیون هر یک از یون‌های Na^+ و Cl^- در بلور سدیم کلرید با هم مساوی و برابر ۶ است؛ پس می‌توان گفت که در بلور این ماده، هر یون Na^+ توسط ۶ یون Cl^- و هر یون Cl^- توسط ۶ یون Na^+ احاطه شده است.

چندنکته

- در واکنش میان اتم‌های سدیم و مولکول‌های کلر، اتم‌های Na الکترون از دست داده و شعاع آن‌ها کاهش پیدا می‌کند، در حالی که اتم‌های Cl الکترون به دست می‌آورند و شعاع آن‌ها افزایش پیدا می‌کند. مقایسهٔ شعاع گونه‌های شرکت‌کننده در این واکنش به صورت $Na^+ < Cl < Na < Cl^-$ است.
- طی واکنش میان اتم‌های سدیم و مولکول‌های کلر، علاوه بر سدیم کلرید، مقدار زیادی نور و گرما نیز تولید می‌شود. نور آزادشده به هنگام انجام‌شدن این واکنش شیمیایی زردرنگ است.

نکتهٔ ترکیبی فلزهای لیتیم (Li) و پتاسیم (K) نیز با گاز کلر واکنش می‌دهند و به هنگام انجام‌شدن این واکنش‌ها به ترتیب نور قرمز و ارغوانی رنگ تولید می‌شود.

◀ براساس قانون کولن که به صورت مقابل است، نیرویی که ذرات باردار به یکدیگر وارد می‌کنند، با مجذور فاصلهٔ میان آن ذرات (d^2) رابطهٔ وارونه (عکس) دارد. *با یه دقت کوچولو* در بلور جامدهای یونی، متوجه می‌شویم که یون‌های ناهم‌نام در مقایسه با یون‌های هم‌نام به یکدیگر نزدیک‌تر هستند (فاصلهٔ میان آن‌ها کم‌تر است) و به همین خاطر است که در بلور جامدهای یونی، نیروی جاذبهٔ میان یون‌های ناهم‌نام قوی‌تر از نیروی دافعهٔ میان یون‌های هم‌نام می‌شود.

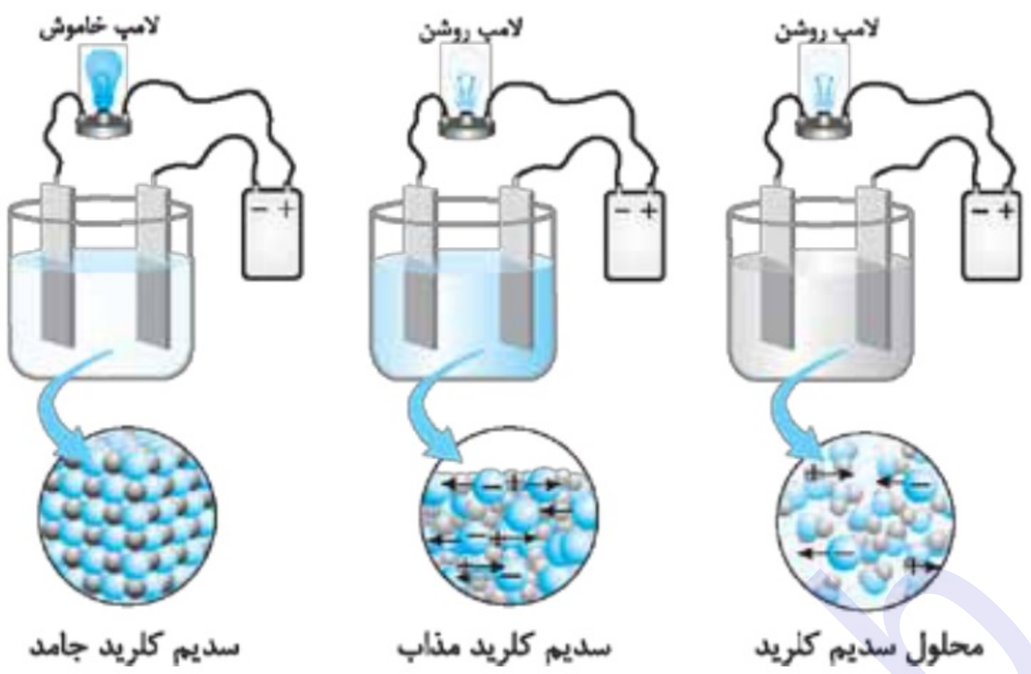
$$F = k\frac{q_1 . q_2}{d^2}$$

◀ در شبکهٔ بلور ترکیب‌های یونی، همانند جامدهای کووالانسی، واحدهای مجزا و جداگانه‌ای به نام مولکول وجود ندارد و به همین خاطر، واژه‌های شیمیایی رایج مانند فرمول مولکولی و نیروهای بین مولکولی را برای توصیف این مواد نمی‌توان به‌کار برد.

◀ در یک جامد بلوری با فرمول شیمیایی A_mB_n که از کنار هم قرارگرفتن یون‌های B^{m-} و A^{n+} ایجاد شده است، نسبت میان عدد کوئوردیناسیون کاتیون به عدد کوئوردیناسیون آنیون برابر با $\frac{n}{m}$ می‌شود. به عبارت دیگر، نسبت عدد کوئوردیناسیون کاتیون به آنیون در شبکهٔ یک ترکیب یونی برابر با نسبت شمار آنیون‌ها به کاتیون‌ها در فرمول شیمیایی آن ترکیب می‌شود.

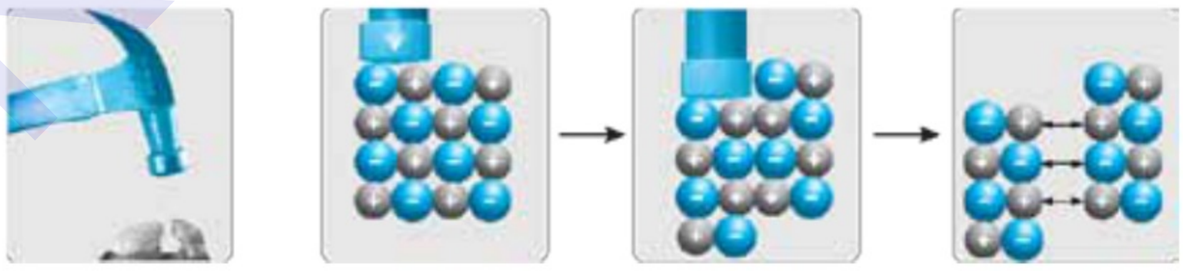
◀ از آن‌جا که مجموع بار الکتریکی کاتیون‌ها و آنیون‌های موجود در هر ترکیب یونی با هم برابر است، ترکیبات یونی از لحاظ بار الکتریکی خنثی هستند.

◀ ترکیب‌های یونی در حالت جامد رسانای جریان الکتریسیته نیستند اما با ذوب‌کردن این مواد یا انحلال آن‌ها در آب، یک محلول الکترولیت به دست می‌آید. تصویر مقابل، رسانایی الکتریکی سدیم کلرید مذاب و محلول سدیم کلرید را در مقایسه با سدیم کلرید جامد نشان می‌دهد. همان‌طور که مشخص است، یون‌های Na^+ و Cl^- موجود در بلور جامد سدیم کلرید در سر جای خود ثابت هستند و نمی‌توانند آزادانه حرکت کنند؛ پس سدیم کلرید جامد رسانای جریان الکتریسیته نیست. در نقطهٔ مقابل، در سدیم کلرید مذاب یا محلول سدیم کلرید، یون‌های Na^+ و Cl^- آزادانه در محلول حرکت می‌کنند و به همین خاطر، این محلول‌ها رسانای جریان الکتریسیته هستند.



نکتهٔ ترکیبی به مواد رسانایی که جریان الکتریسیته را به واسطهٔ حرکت یون‌ها عبور می‌دهند، به اصطلاح رسانای یونی می‌گویند.

◀ شبکهٔ بلور ترکیبات یونی شامل تعداد زیادی یون می‌شود که با یک آرایش ویژه و منظم در کنار هم قرار گرفته‌اند. در این حالت، نیروهای جاذبهٔ ایجادشده بین یون‌ها ناهم‌نام سبب حفظ پیوستگی بلور جامد یونی می‌شود. با واردشدن یک نیروی خارجی (مثل ضربه) به بلور ترکیب یونی، لایه‌های سازندهٔ این ترکیب جابه‌جا شده و یون‌های هم‌نام موجود در آن در مقابل یکدیگر قرار می‌گیرند. در چنین شرایطی، نیروی دافعهٔ ایجادشده میان یون‌های هم‌نام باعث شکستن شبکهٔ بلور و جداشدن قطعات آن از هم می‌شوند. بر این اساس، می‌توان گفت ترکیبات یونی سخت و شکننده هستند.



◀ ترکیب‌های یونی نقطهٔ ذوب بالایی دارند و در دمای اتاق نیز به حالت جامد دیده می‌شوند.

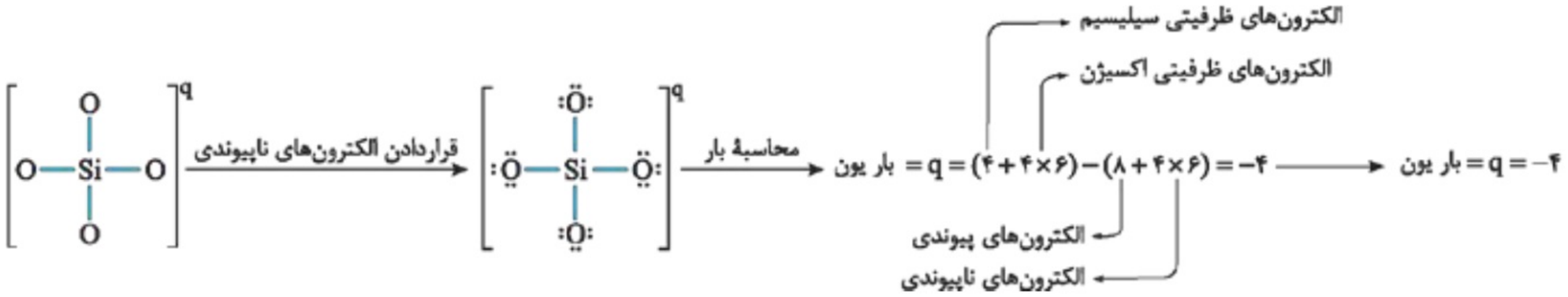
◀ تنوع و شمار مواد مولکولی (مثل آب و متان) بیشتر از مواد یونی (مثل سدیم کلرید و کلسیم اکسید) است و تنوع و شمار مواد یونی نیز بیشتر از مواد کووالانسی (مثل گرافیت و سیلیسیم کربید) است.

نکتهٔ ترکیبی به کمک آزمون شعله، می‌توانیم نوع کاتیون فلزی موجود در یک ترکیب یونی را پیدا کنیم. برای این منظور، مقداری از محلول نمک موردنظر را با افشانه روی شعله می‌پاشیم و با توجه به تغییررنگ شعله، نوع کاتیون فلزی موجود در آن ترکیب را پیدا می‌کنیم. به عنوان مثل، رنگ نمک‌های گوناگونی که حاوی یون‌های سدیم هستند (مثل سدیم کلرید و سدیم سولفات) مشابه هم و زردرنگ است.

◀ برای تعیین بار الکتریکی یک یون چنداتمی که ساختار لوویس آن را داریم، ابتدا باید با قراردادن جفت‌الکترون‌های ناپیوندی در اطراف هر اتم، همهٔ اتم‌های موجود در آن را به آرایش هشت‌تایی برسانیم. پس از آن، بار الکتریکی یون را به کمک رابطهٔ زیر محاسبه می‌کنیم:

بار یون = مجموع تعداد الکترون‌های ظرفیتی اتم‌های سازندهٔ یون − مجموع تعداد الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی در یون

به عنوان مثال، برای تعیین بار یون سیلیکات به صورت زیر عمل می‌کنیم:



شعاع یونی و چگالی بار

با شعاع اتمی و مباحث مربوط به آن در شیمی یازدهم آشنا شدیم. اندازهٔ شعاع اتم‌های مختلف هنگام تبدیل‌شدن به یون‌های مثبت و منفی تغییر می‌کند. بسیاری از رفتارها و ویژگی‌های ترکیب‌های یونی، به شعاع یون‌های سازندهٔ آن‌ها وابسته است.

شعاع یونی

جدول زیر، شعاع یون‌های مختلف را در مقایسه با اتم‌های خنثی نشان می‌دهد:

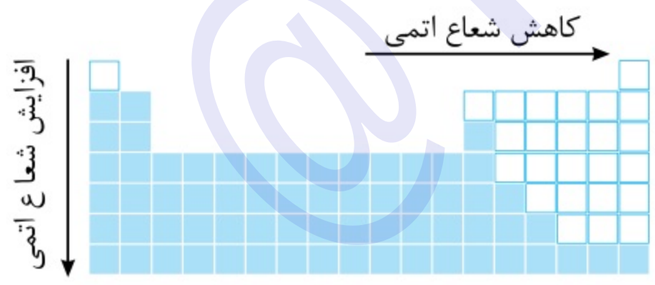
گروه / دوره	۱۷	۱۶	۲	۱
دوم	F F^- ۷۱ pm ۱۳۳ pm	O O^{2-} ۷۳ pm ۱۴۰ pm		Li Li^+ ۱۵۲ pm ۷۶ pm
سوم	Cl Cl^- ۹۹ pm ۱۸۱ pm	S S^{2-} ۱۰۲ pm ۱۸۴ pm	Mg Mg^{2+} ۱۶۰ pm ۷۲ pm	Na Na^+ ۱۸۶ pm ۱۰۲ pm

$1\ pm = 10^{-12}\ m$

براساس داده‌ها موجود در این جدول، شعاع یون مثبت (کاتیون) هر عنصر از شعاع اتمی آن عنصر کوچک‌تر است و شعاع یون منفی (آنیون) هر عنصر نیز از شعاع اتمی آن عنصر بزرگ‌تر است. در واقع با کاهش تعداد الکترون‌های یک اتم، آن اتم به یون مثبت تبدیل شده و نیروی جاذبهٔ هسته بر الکترون‌های باقی‌مانده افزایش پیدا می‌کند و به همین خاطر الکترون‌ها به هستهٔ اتم نزدیک‌تر می‌شوند. در نقطهٔ مقابل، با اضافه‌شدن یک یا چند الکترون به یک اتم، آن اتم به یون منفی تبدیل شده و نیروی دافعهٔ میان الکترون‌ها افزایش پیدا می‌کند و به همین خاطر الکترون‌ها از هسته دورتر می‌شوند.

نکته میزان تغییر شعاع یک اتم هنگام تبدیل‌شدن به یون، با بار یون ایجادشده متناسب است. به عنوان مثال، اتم Cu برای تبدیل‌شدن به یون‌های Cu^+ و Cu^{2+} باید به ترتیب ۱ و ۲ الکترون از دست بدهد و میزان تغییر شعاع اتم‌های Cu نیز هنگام تبدیل‌شدن به یون Cu^{2+} بیشتر از زمان تبدیل‌شدن به یون Cu^+ است.

روند تغییر شعاع یونی در جدول تناوبی



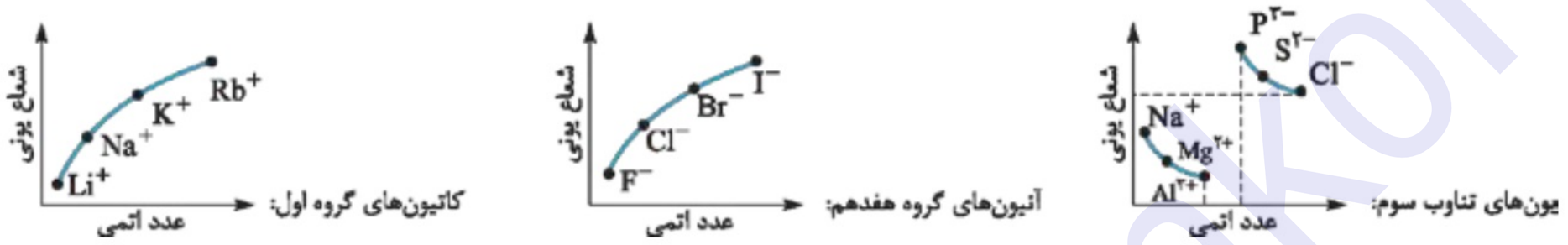
مجدداً از شیمی یازدهم به یاد داریم که در یک گروه از جدول تناوبی، با حرکت از بالا به پایین، تعداد لایه‌های الکترونی زیادتر شده و شعاع اتمی عناصر افزایش پیدا می‌کند. در یک تناوب نیز با حرکت از چپ به راست، نیروی جاذبهٔ هسته بر الکترون‌های اطراف آن بیشتر شده و شعاع اتمی عناصر کاهش پیدا می‌کند. روند تغییرات شعاع اتمی عناصر مختلف به صورت مقابل است:

۱- روند تغییر شعاع یونی در یک گروه: در یک گروه از جدول تناوبی، با حرکت از بالا به پایین، تعداد لایه‌های الکترونی موجود در یون‌ها بیشتر شده و به همین خاطر، شعاع یونی عناصر افزایش پیدا می‌کند. به عنوان مثال، مقایسهٔ شعاع یونی کاتیون‌های حاصل از عناصر گروه اول به صورت $Cs^+ > Rb^+ > K^+ > Na^+ > Li^+$ و مقایسهٔ شعاع یونی آنیون‌های حاصل از عناصر گروه هفدهم (هالوژن‌ها) به صورت $I^- > Br^- > Cl^- > F^-$ است.

۲- روند تغییر شعاع یونی در یک تناوب: از میان آنیون‌های موجود در یک دوره، با افزایش بار یون‌ها، شعاع آن‌ها بیشتر می‌شود. به عنوان مثال، مقایسهٔ شعاع آنیون‌های موجود در تناوب دوم به صورت ${}_9F^- < {}_8O^{2-} < {}_7N^{3-}$ است. *اگه یکم* به نماد این یون‌ها دقت کنید، پی می‌برید که شمار الکترون‌های موجود در آن‌ها با هم برابر است در حالی که تعداد پروتون‌های موجود در هستهٔ این یون‌ها با هم متفاوت است. *کاملاً مشخصه که* در هر یونی که شمار پروتون‌های موجود در هسته بیشتر باشد، این پروتون‌ها الکترون‌های اطراف خود را با قدرت بیشتری جذب می‌کنند و شعاع آن یون کوچک‌تر خواهد بود.

به عبارت دیگر، با افزایش عدد اتمی در آنیون‌هایی که تعداد الکترون‌های برابری دارند، نیروی جاذبهٔ هسته افزایش یافته و شعاع یونی کاهش پیدا می‌کند. از میان کاتیون‌های موجود در یک دوره نیز با افزایش بار یون‌ها، شعاع آن‌ها کاهش پیدا می‌کند. به عنوان مثال، مقایسهٔ کاتیون‌های موجود در تناوب سوم به صورت $_{11}Na^{+} > {}_{12}Mg^{2+} > {}_{13}Al^{3+}$ است. *مجدداً* با دقت در نماد این کاتیون‌ها پی می‌برید که شمار الکترون‌های موجود در آن‌ها با هم برابر است در حالی که تعداد پروتون‌های موجود در هستهٔ آن‌ها با هم متفاوت است. *واضحه که* در هر یونی که شمار پروتون‌های هسته بیشتر باشد، این پروتون‌ها الکترون‌های اطراف خود را با قدرت بیشتری جذب می‌کنند و شعاع آن یون کوچک‌تر می‌شود. به عبارت دیگر با افزایش عدد اتمی در کاتیون‌هایی که تعداد الکترون‌های برابری دارند، نیروی جاذبهٔ هسته بیشتر شده و شعاع یونی کاهش پیدا می‌کند.

البته، توجه داریم که شمار لایه‌های الکترونی موجود در آنیون‌های یک دوره، یکی بیشتر از شمار لایه‌های الکترونی کاتیون‌های موجود در آن دوره است و به همین خاطر، شعاع آنیون‌های موجود در هر دوره به طور کلی بیشتر از کاتیون‌های موجود در آن دوره است. نمودارهای زیر، شعاع کاتیون‌های موجود در گروه اول، آنیون‌های موجود در گروه هفدهم و یون‌های موجود در تناوب سوم را نشان می‌دهد:



نکته به طور کلی از میان یون‌هایی که شمار الکترون‌های برابری دارند، شعاع گونه‌ای که شمار پروتون‌های بیشتری دارد نسبت به بقیهٔ یون‌ها کوچک‌تر است و شعاع گونه‌ای که شمار پروتون‌های کم‌تری دارد، نسبت به بقیهٔ یون‌ها بزرگ‌تر است. به عنوان مثال، یون‌های $_{8}O^{2-}$ و $_{12}Mg^{2+}$ شمار الکترون‌های برابری دارند اما چون پروتون‌های موجود در یون Mg^{2+} بیشتر است، این یون شعاع کوچک‌تری دارد.

چگالی بار یون‌ها

برای مقایسهٔ میزان برهم‌کنش میان یون‌ها از کمیتی به نام «چگالی بار» استفاده می‌شود. اگر هر یون را به شکل یک کره در نظر بگیریم، چگالی بار آن از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

بار الکتریکی الکترون $= 1/6 \times 10^{-19}$ کولن

$$\text{چگالی بار} = \frac{\text{بار یون}}{\text{حجم یون}} = \frac{\text{بار الکتریکی الکترون} \times \text{تعداد الکترون‌های مبادله‌شده برای تولید یون از اتم خنثی}}{\frac{4}{3}\pi \times (\text{شعاع یون})^3}$$

با توجه به سختی محاسبهٔ چگالی بار یون‌ها، می‌توانیم از یک نسبت ساده‌تر که از تقسیم بار یون به شعاع آن به دست می‌آید استفاده کنیم. به عنوان مثال، اگر شعاع یون‌های Mg^{2+} و F^{-} به ترتیب برابر با ۶۶ و ۱۳۳ پیکومتر باشد، در رابطه با این یون‌ها داریم:

$$\text{نسبت بار به شعاع در } F^{-} = \frac{\text{بار}}{\text{شعاع}} = \frac{1}{133} \simeq 7/5 \times 10^{-3} \qquad \text{نسبت بار به شعاع در } Mg^{2+} = \frac{\text{بار}}{\text{شعاع}} = \frac{2}{66} \simeq 3 \times 10^{-2}$$

به طور کلی، با افزایش چگالی بار آنیون‌ها و کاتیون‌ها، تراکم بار الکتریکی روی آن‌ها افزایش پیدا کرده و نیروی جاذبهٔ میان آن‌ها قوی‌تر می‌شود. به بیان دیگر، قدرت نیروی جاذبهٔ ایجادشده بین آنیون‌ها و کاتیون‌ها با چگالی بار آن‌ها رابطهٔ مستقیم دارد.

روند تغییر چگالی بار در جدول تناوبی

برای مقایسهٔ قدرت نیروی جاذبهٔ بین آنیون‌ها و کاتیون‌های مختلف، باید روند تغییر چگالی بار یون‌های حاصل از عناصر موجود در جدول تناوبی را بلد باشیم.

۱- روند تغییر چگالی بار در یک گروه: در یک گروه از جدول تناوبی با حرکت از بالا به پایین، شعاع یون‌ها افزایش پیدا می‌کند، در حالی که بار الکتریکی آن‌ها ثابت باقی می‌ماند. بر این اساس، در یک گروه از جدول تناوبی با حرکت از بالا به پایین، چگالی بار *یا همون* نسبت بار به شعاع یون‌ها کاهش پیدا می‌کند.

۲- روند تغییر چگالی بار در کاتیون‌های یک دوره: در یک دوره از جدول تناوبی با حرکت از چپ به راست، شعاع کاتیون‌ها کاهش پیدا می‌کند اما بار الکتریکی آن‌ها افزایش پیدا می‌کند. بر این اساس، در یک دوره با حرکت از چپ به راست، چگالی بار *یا همون* نسبت بار به شعاع کاتیون‌ها افزایش پیدا می‌کند. به عنوان مثال، چون یون Mg^{2+} در مقایسه با یون Na^{+} شعاع کوچک‌تر و بار بیشتری دارد، پس چگالی بار آن از چگالی بار یون Na^{+} بیشتر است.

۳- روند تغییر چگالی بار در آنیون‌های یک دوره: در یک دوره از جدول تناوبی، با حرکت از چپ به راست علاوه بر شعاع آنیون‌ها، بار آن‌ها نیز کاهش پیدا می‌کند اما از آن‌جا که میزان کاهش بار برای این یون‌ها بیشتر از کاهش شعاع آن‌ها است، با حرکت از چپ به راست در یک دوره، چگالی بار آنیون‌ها کاهش پیدا می‌کند. به عنوان مثال، چگالی بار یون O^{2-} بیشتر از یون F^{-} است.

نکته به طور کلی، از میان آنیون‌های موجود در یک دوره از جدول تناوبی، یونی که بار الکتریکی بیشتری داشته باشد، چگالی بار بزرگ‌تری نیز دارد. از میان کاتیون‌های موجود در یک دوره نیز یونی که بار الکتریکی بیشتری داشته باشد، چگالی بار بیشتری دارد.

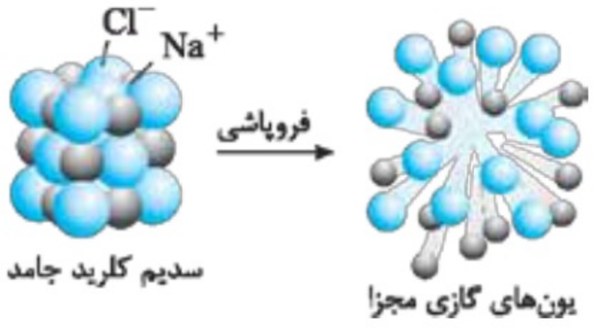
تست **قدرت نیروی جاذبهٔ ایجادشده میان کدام جفت از یون‌های زیر بیشتر است؟**

۱) Ca^{2+} و F^- ۲) Ca^{2+} و Cl^- ۳) K^+ و F^- ۴) K^+ و Cl^-

پاسخ **گزینهٔ «۱»** با افزایش چگالی بار کاتیون‌ها و آنیون‌ها، قدرت نیروی جاذبهٔ میان آن‌ها بیشتر می‌شود؛ پس باید به دنبال آنیون و کاتیونی باشیم که چگالی بار بیشتری دارند. از میان یون‌های Ca^{2+} و K^+، چون یون Ca^{2+} شعاع کوچک‌تر و بار بزرگ‌تری دارد، پس چگالی بار بیشتری نیز خواهد داشت. از میان یون‌های F^- و Cl^- نیز چون یون F^- شعاع کوچک‌تری دارد، چگالی بار بیشتری خواهد داشت.

آنتالپی فروپاشی

به انرژی لازم برای فروپاشی شبکهٔ بلوری یک مول جامد یونی در فشار ثابت و تبدیل آن به یون‌های گازی مجزا، آنتالپی فروپاشی شبکه گفته می‌شود. آنتالپی فروپاشی شبکهٔ جامدهای یونی را در مقیاس کیلوژول بر مول گزارش کرده و با نماد $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ نشان می‌دهند. به عنوان مثال، معادلهٔ زیر، واکنش فروپاشی شبکهٔ بلور سدیم کلرید جامد را نشان می‌دهد:

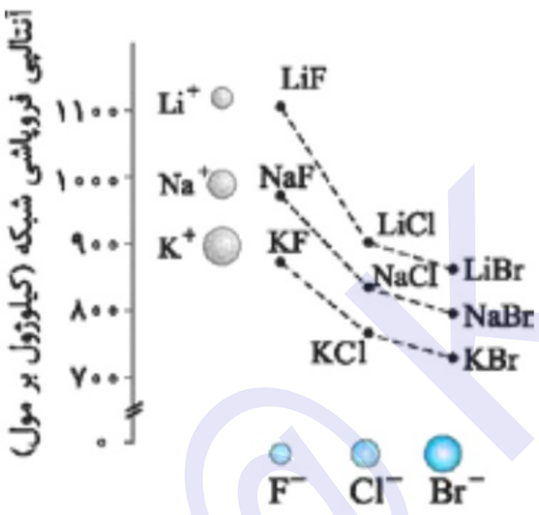


$$\underbrace{NaCl(s)}_{\text{جامد یونی}} \rightarrow \overbrace{Na^+(g) + Cl^-(g)}^{\text{یون‌های گازی مجزا}} \; ; \; \Delta H_{\text{فروپاشی}} = +۷۸۷ \; kJ.mol^{-۱}$$

همان‌طور که گفتیم، هر چه چگالی بار یون‌های سازندهٔ یک ترکیب یونی بیشتر باشد، این یون‌ها با نیروی بیشتری به سمت یکدیگر جذب می‌شوند و پایداری و استحکام شبکهٔ بلوری نیز بیشتر می‌شود. بر این اساس، با افزایش چگالی بار یون‌های سازندهٔ ترکیب‌های یونی، آنتالپی فروپاشی این مواد افزایش پیدا می‌کند و فروپاشی شبکهٔ بلوری آن‌ها دشوارتر می‌شود.

چندنکته

- برای فروپاشی بلور ترکیب‌های یونی، باید به نیروی جاذبهٔ میان یون‌ها غلبه کنیم؛ پس می‌توان گفت فروپاشی شبکهٔ بلور ترکیب‌های یونی یک فرایند گرماگیر است و مقدار $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ نیز همواره بزرگ‌تر از صفر می‌شود.
- هالیدهای فلزهای قلیایی شامل گروهی از ترکیب‌های یونی می‌شوند که از واکنش میان عناصر فلزی گروه اول (فلزهای قلیایی) و عناصر نافلزی گروه ۱۷ (هالوژن‌ها) به دست می‌آیند. به طور کلی در هالیدهای فلزهای قلیایی با افزایش عدد اتمی آنیون یا کاتیون، شعاع این یون‌ها افزایش پیدا کرده و چگالی بار آن‌ها کم‌تر می‌شود. در این گروه از ترکیب‌های یونی، با افزایش عدد اتمی آنیون یا کاتیون، آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلوری جامد یونی کاهش پیدا می‌کند. به عنوان مثال، چون عدد اتمی پتاسیم بیش از لیتیم است، آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور پتاسیم کلرید کم‌تر از آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور لیتیم کلرید می‌شود.

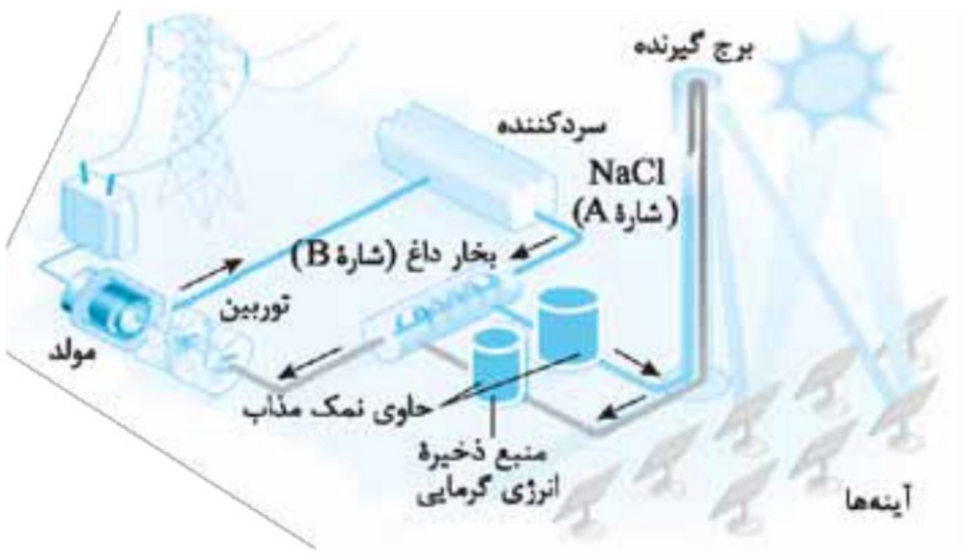


- به طور کلی، آنتالپی فروپاشی شبکهٔ یک جامد یونی با مجموع قدرمطلق بار آنیون و کاتیون سازندهٔ آن ترکیب رابطهٔ مستقیم دارد. از این قاعده می‌توانیم برای مقایسهٔ آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور جامدهای یونی استفاده کنیم. به عنوان مثال، مجموع قدرمطلق بار الکتریکی آنیون و کاتیون سازندهٔ کلسیم اکسید (CaO) برابر ۴ می‌شود در حالی که مجموع قدرمطلق بار الکتریکی آنیون و کاتیون سازندهٔ منیزیم فلوئورید ($MgF_۲$) برابر ۳ می‌شود؛ پس آنتالپی فروپاشی شبکهٔ کلسیم اکسید بیشتر از منیزیم فلوئورید است. چنان‌چه مجموع قدرمطلق بار الکتریکی آنیون‌ها و کاتیون‌های دو ترکیب یونی مختلف با هم برابر بود، به سراغ مقایسهٔ شعاع یون‌ها می‌رویم. در این شرایط، هر ترکیبی که یون‌هایی با شعاع کوچک‌تر داشته باشد، آنتالپی فروپاشی بزرگ‌تری خواهد داشت. به عنوان مثال، مجموع قدرمطلق بار الکتریکی کاتیون و آنیون در $Na_۲O$ و $MgF_۲$ برابر ۳ است اما چون یون Na^+ در مقایسه با یون Mg^{2+} و یون O^{2-} نیز در مقایسه با یون F^- شعاع بزرگ‌تری دارند، پس آنتالپی فروپاشی $Na_۲O$ کم‌تر از $MgF_۲$ می‌شود.
- به طور کلی، هر چه آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور یک ترکیب یونی بیشتر باشد، آنیون‌ها و کاتیون‌های آن ترکیب با قدرت بیشتری به سمت یکدیگر جذب می‌شوند و به همین خاطر نقطهٔ ذوب و جوش آن ترکیب یونی نیز بالاتر خواهد بود.

نیروگاه‌های حرارتی خورشیدی

خورشید بزرگ‌ترین منبع انرژی برای زمین است. این ستاره انرژی خود را در قالب پرتوهای الکترومغناطیسی به سمت ما (زمین) گسیل می‌کند که از آن می‌توان به عنوان یک منبع انرژی تجدیدپذیر استفاده کرد. از آن‌جا که بهره‌گیری بیشتر از این انرژی پاک موجب کاهش ردپای زیست‌محیطی می‌شود، دانشمندان به دنبال فناوری‌هایی هستند که بتوانند بخشی از این انرژی خدادادی و رایگان را ذخیره کرده و به شکل انرژی الکتریکی وارد چرخهٔ مصرف کنند. تبدیل پرتوهای خورشیدی به انرژی الکتریکی *اصلاً آسون نیست* و به دانش و فناوری پیشرفته نیاز دارد و به همین خاطر است که فقط در برخی از کشورهای توسعه‌یافته انجام می‌شود.

تصویر مقابل، شمایی از فناوری مورد نیاز برای تولید انرژی الکتریکی از پرتوهای خورشیدی را نشان می‌دهد:

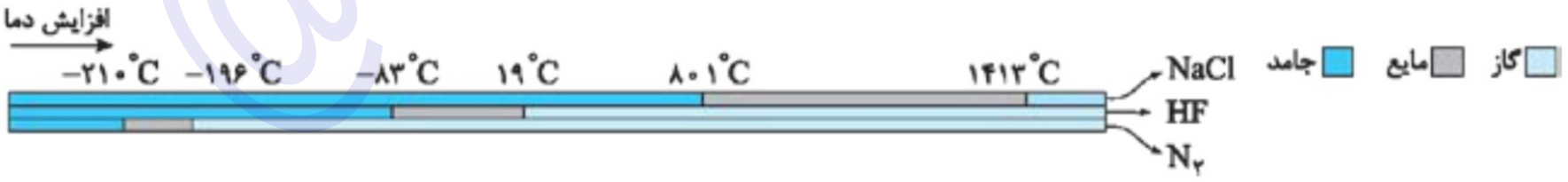


در این فرایند، پرتوهای خورشیدی پس از بازتاب از سطح آینه‌ها در بالاترین نقطهٔ برج متمرکز شده و انرژی خود را به شارهٔ A (سیال A) که در حال عبورکردن از این قسمت است، منتقل می‌کنند و موجب افزایش دمای این ماده می‌شوند. شارهٔ A پس از افزایش دما به سمت منبع ذخیرهٔ انرژی گرمایی جریان پیدا کرده و در این مخزن باقی می‌ماند.

در هنگام نیاز به انرژی الکتریکی، شارهٔ A از منبع ذخیرهٔ انرژی گرمایی به طرف مخزن انتقال حرارت جاری شده و بخشی از انرژی خود را به شارهٔ B (آب) می‌دهد و آن را به بخار تبدیل می‌کند. پس از انتقال حرارت، دمای شارهٔ A کاهش پیدا کرده و مجدداً به سمت یک مخزن ذخیره‌کننده حرکت می‌کند و از آن‌جا دوباره به سمت برج گیرنده می‌رود. در واقع وظیفهٔ شارهٔ A رساندن حرارت خورشید به شارهٔ B است. بخار آب تولیدشده در مخزن انتقال حرارت، به سمت یک توربین حرکت کرده و با چرخاندن آن سبب تولید انرژی الکتریکی می‌شود. پس از به حرکت درآوردن توربین، بخار آب به سمت سردکننده جاری می‌شود تا دوباره در چرخهٔ تولید بخار قرار بگیرد.

چندنکته

- *همون‌طور که گفتیم*، با متمرکزشدن انرژی خورشیدی بر روی برج گیرنده، دمای شارهٔ A افزایش می‌یابد و این شارهٔ بسیار داغ به سمت منبع ذخیرهٔ انرژی گرمایی جاری می‌شود و در این مخزن باقی می‌ماند. در روزهای ابری و در طول شب *که خبری از خورشید نیست*، این ماده از مخزن ذخیرهٔ انرژی گرمایی خارج شده و انرژی لازم برای تبدیل آب به بخار داغ را فراهم می‌کند. بر این اساس ماده‌ای که به عنوان شارهٔ A مصرف می‌شود، باید هم ظرفیت گرمایی بالایی داشته باشد و هم در گسترهٔ دمایی بزرگ‌تری به حالت مایع باشد تا بتواند انرژی گرمایی خورشید را برای مدت طولانی‌تری نگه دارد. به همین خاطر، از سدیم کلرید مذاب به عنوان شارهٔ A (شارهٔ یونی) استفاده می‌شود.
- هر مادهٔ خالص، در دماهای بالاتر از نقطهٔ جوش خود به حالت گاز، در بازهٔ دمایی بین نقطهٔ ذوب و جوش خود به حالت مایع و در دماهای پایین‌تر از نقطهٔ ذوب خود به حالت جامد وجود دارد. بر این اساس، هر چه تفاوت نقطهٔ ذوب و جوش یک ماده بیشتر باشد، آن ماده در گسترهٔ دمایی بیشتری به حالت مایع است. تصویر زیر حالت‌های فیزیکی سه مادهٔ خالص N_2، HF و NaCl را در دماهای مختلف نشان می‌دهد:



همان‌طور که مشخص است، سدیم کلرید در بازه‌ای به طول ۶۱۲ °C به حالت مایع است در حالی که HF و N_2 در بازه‌هایی به طول ۱۰۲ °C و ۱۱ °C به حالت مایع هستند؛ پس از موادی مثل HF و N_2 نمی‌توانیم به عنوان شارهٔ A در نیروگاه‌های حرارتی خورشید استفاده کنیم. در واقع اگر گسترهٔ مایع‌بودن شارهٔ A کم باشد، این ماده توانایی ذخیرهٔ انرژی خورشید را در مخزن ذخیره‌کنندهٔ انرژی نخواهد داشت.

- به طور کلی، هر چه تفاوت نقطهٔ ذوب و جوش یک مادهٔ خالص بیشتر باشد، نیروهای جاذبهٔ میان ذره‌های سازندهٔ آن ماده قوی‌تر است. از طرفی HF و N_2 جزء ترکیب‌های مولکولی هستند و NaCl نیز یک ترکیب یونی است؛ پس با توجه به بیشتربودن تفاوت نقطهٔ ذوب و جوش NaCl نسبت به دو ترکیب دیگر، می‌توان گفت نیروی جاذبهٔ میان آنیون‌ها و کاتیون‌ها در ترکیب‌های یونی، قوی‌تر از نیروی جاذبهٔ وان‌درووالسی و یا پیوند هیدروژنی میان ذرات سازندهٔ ترکیب‌های مولکولی است.

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

آشنایی با جامدهای یونی

۶۳۳- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با سدیم کلرید نادرست است؟

۱) آرایش الکترونی کاتیون و آنیون سازندهٔ این ترکیب به ترتیب مشابه آرایش الکترونی نئون و آرگون است.

۲) رسانایی الکتریکی محلول ۱ مولار آن از رسانایی الکتریکی محلول ۱ مولار هیدروفلوئوریک اسید بیشتر است.

۳) در این ترکیب، نیروهای جاذبه میان یون‌های ناهم‌نام، بر نیروهای دافعهٔ میان یون‌های هم‌نام غالب است.

۴) در محلول آبی آن، مولکول‌های آب از سمت اتم‌های اکسیژن خود به طرف یون‌های کلرید جذب می‌شوند.

۶۳۴- چند مورد از عبارت‌های داده‌شده درست هستند؟

آ) شمار پیوندهای اشتراکی موجود در یون سیلیکات با شمار پیوندهای اشتراکی در یون سولفات برابر است.

ب) در همهٔ ترکیب‌های یونی، عدد کوئوردیناسیون کاتیون‌ها با عدد کوئوردیناسیون آنیون‌ها برابر است.

پ) بلور کلسیم کلرید، رسانای جریان الکتریسیته بوده و میزان رسانایی آن بیشتر از سدیم کلرید است.

ت) ترکیب‌های یونی با توجه به نوع و بار یون‌های سازندهٔ خود، در دمای اتاق به حالت جامد یا مایع وجود دارند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶۳۵- همهٔ مطالب زیر درست هستند؛ به‌جز:

۱) نسبت میان شمار آنیون‌ها به کاتیون‌ها در بلور منیزیم سیلیکات، برابر با مقدار این نسبت در بلور سدیم سولفید است.

۲) در واکنش تولید سدیم کلرید، اتم‌های سدیم یک الکترون با عدد کوانتومی فرعی ۱ از دست داده و اکسایش می‌یابند.

۳) در بلور نمک خوراکی، عدد کوئوردیناسیون یون‌های کلرید با عدد کوئوردیناسیون یون‌های سدیم برابر است.

۴) در ترکیب یونی کلسیم فسفات، برخلاف ترکیب آلومینیم نیترید، علاوه بر پیوند یونی، پیوند کووالانسی نیز وجود دارد.

۶۳۶- کدام موارد از مطالب زیر، نادرست است؟

آ) سیلیسیم دی‌اکسید، مقاومت گرمایی بالایی داشته و یک مادهٔ دیرگداز به شمار می‌رود.

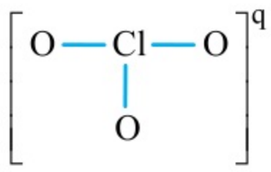
ب) نقشهٔ پتانسیل الکترواستاتیکی مولکول‌های فسفر تری‌کلرید و گوگرد تری‌اکسید مشابه یکدیگر است.

پ)ترکیب‌های گوناگون حاصل از سیلیسیم و اکسیژن، در حدود ۵۰٪ از پوستهٔ جامد زمین را تشکیل می‌دهند.

ت) نور و گرمای زیاد آزادشده در واکنش میان فلز سدیم و گاز کلر، نشان می‌دهد که این واکنش بسیار گرماده است.

۱) (آ) و (ب) ۲) (ب) و (پ) ۳) (آ) و (ت) ۴) (پ) و (ت)

۶۳۷- تصویر زیر، ساختار یون کلرات را نشان می‌دهد. اگر همهٔ اتم‌های موجود در این یون از قاعدهٔ هشت‌تایی پیروی کنند، .....



۱) بار الکتریکی این یون چند اتمی، فقط متعلق به یکی از اتم‌های اکسیژن شرکت‌کننده در ساختار آن است.

۲) شمار اتم‌های O در واحد فرمولی کلسیم کلرات، ۱/۵ برابر شمار اتم‌های این عنصر در واحد فرمولی سدیم فسفات است.

۳) شمار الکترون‌های ناپیوندی در آن، با شمار الکترون‌های ناپیوندی موجود در هر مولکول گوگرد دی‌اکسید برابر است.

۴) نسبت میان شمار اتم‌ها به شمار عناصر در واحد فرمولی منیزیم کلرات، برابر با مقدار این نسبت در آمونیوم سولفید است.

۶۳۸- چه تعداد از مطالب زیر نادرست است؟

آ) شمار اتم‌های موجود در واحد فرمولی آمونیوم سیلیکات، ۵ برابر شمار اتم های موجود در واحد فرمولی منیزیم نیترید است.

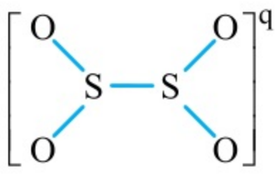
ب) برای توصیف ویژگی‌های سدیم کلرید، همانند سیلیسیم کربید، از واژهٔ «فرمول مولکولی» نمی‌توان استفاده کرد.

پ) کاتیون‌های حاصل از همهٔ فلزهای اصلی موجود در جدول تناوبی عناصر، قاعدهٔ هشت‌تایی را رعایت می‌کنند.

ت) محلول سدیم کلرید رسانای جریان الکتریسیته بوده و از برقکافت آن می‌توان برای به دست آوردن فلز سدیم استفاده کرد.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۶۳۹- تصویر مقابل، ساختار یون دی‌تیونات را نشان می‌دهد. اگر در این یون همهٔ اتم‌ها از قاعدهٔ هشت‌تایی پیروی کنند، درصد جرمی اتم‌های مس در بلور مس (II) دی‌تیونات برابر با ..... بوده و عدد اکسایش اتم‌های گوگرد در این ترکیب برابر با ..... است. ($Cu = ۶۴ , S = ۳۲ , O = ۱۶ : g.mol^{-۱}$)



۱) ۲۵ ـ ۲+ ۲) ۲۵ ـ ۳+ ۳) ۳۳/۳ ـ ۲+ ۴) ۳۳/۳ ـ ۳+

۶۴۰- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با یک نمونه از کلسیم کلرید درست است؟

۱) برای تشخیص نوع آنیون موجود در ساختار این ترکیب شیمیایی، می‌توانیم از آزمون شعله استفاده کنیم.

۲) در آرایش الکترونی هر یک از کاتیون‌های موجود در ساختار آن، ۱۲ الکترون با عدد کوانتومی فرعی ۱ وجود دارد.

۳) عدد کوئوردیناسیون آنیون سازندهٔ این ترکیب، ۲ برابر عدد کوئوردیناسیون کاتیون موجود در ساختار آن است.

۴) نسبت میان شمار آنیون‌ها به شمار کاتیون‌ها در بلور آن، با مقدار این نسبت در بلور اسکاندیم فسفات برابر است.

۶۴۱- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) بلور جامدهای یونی شامل ذره‌هایی با بار مخالف بوده و برخلاف گرافیت، جریان الکتریسیته را از خود عبور نمی‌دهند.
ب) فلزهای قلیایی، متعلق به گروه اول جدول تناوبی بوده و یون‌های حاصل از همهٔ آن‌ها دارای آرایش هشت‌تایی هستند.
پ) از آزمون شعله می‌توانیم برای تشخیص کاتیون‌های موجود در ساختار همهٔ ترکیب‌های یونی استفاده کنیم.
ت) با واردشدن ضربه به بلور ترکیب‌های یونی، یون‌های موجود در آن جابه‌جا شده و موجب‌شکستن و خردشدن بلور می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶۴۲- اگر آرایش الکترونی عناصر A، B و C، به ترتیب به زیرلایه‌های $4p^5$، $3p^1$ و $3p^4$ ختم شود، فرمول ترکیب یونی حاصل از عناصر B و C به صورت ..... بوده و برای تشکیل یک مول ترکیب یونی حاصل از عنصر A با اسکاندیم نیز ..... مول الکترون بین اتم‌ها مبادله می‌شود.

۱) B_2C_3 ـ ۳ ۲) B_3C_2 ـ ۳ ۳) B_2C_3 ـ ۶ ۴) B_2C_2 ـ ۶

۶۴۳- چند مورد از مطالب زیر در رابطه با واکنش‌های داده‌شده درست است؟

I) $Mg(s) + 2Cl(g) \rightarrow MgCl_2(s)$ **II)** $Mg(s) + Cl_2(g) \rightarrow MgCl_2(s)$

آ) مقدار تغییر آنتالپی واکنش II در مقایسه با مقدار تغییر آنتالپی واکنش I منفی‌تر است.
ب) با انجام‌شدن واکنش I، شعاع اتم‌های منیزیم افزایش یافته و شعاع اتم‌های کلر کاهش پیدا می‌کند.
پ) فراوردهٔ حاصل از واکنش‌های I و II، یک جامد یونی شکننده بوده و در حالت جامد، رسانایی الکتریکی ندارد.
ت) برای توصیف فراوردهٔ تولیدشده در واکنش II، برخلاف گاز کلر مصرف‌شده در آن، از واژهٔ «مولکول» استفاده نمی‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶۴۴- درصد جرمی اتم‌های برم در ترکیب یونی حاصل از این عنصر با یکی از عناصر موجود در گروه دوم جدول تناوبی برابر با ۸۰٪ است. جرم هر مول از این ترکیب یونی برابر با ..... گرم بوده و طی برقکافت هر مول از آن در یک سلول الکترولیتی، ..... لیتر بخار برم در دمای ۱۱۷ °C در سمت ..... تولید می‌شود. ($Br = 80\ g.mol^{-1}$)

۱) ۱۰۰ ـ ۳۲ ـ کاتد ۲) ۲۰۰ ـ ۱۶ ـ آند ۳) ۱۰۰ ـ ۱۶ ـ کاتد ۴) ۲۰۰ ـ ۳۲ ـ آند

۶۴۵- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) در بلور سدیم کلرید، حداقل فاصلهٔ میان یون‌های ناهم‌نام بیشتر از حداقل فاصلهٔ میان یون‌های هم‌نام است.
۲) سدیم کلرید، یک ترکیب یونی شکننده محسوب می‌شود و همانند یک نمونهٔ خالص از سیلیسیم، در اثر ضربه خرد می‌شود.
۳) از واژهٔ شبکهٔ بلوری فقط برای توصیف آرایش منظم و سه‌بعدی ذره‌ها در بلور ترکیب‌های یونی و کووالانسی استفاده می‌شود.
۴) اگر فرمول شیمیایی روبیدیم اگزالات به صورت $Rb_2C_2O_4$ باشد، فرمول شیمیایی روی اگزالات به صورت $Zn_2C_2O_4$ می‌شود.

۶۴۶- چند مورد از مطالب زیر نادرست است؟

آ) شمار اتم‌های موجود در واحد فرمولی کلسیم استات، ۳ برابر شمار اتم‌های موجود در واحد فرمولی کلسیم نیترید است.
ب) ترکیب‌های یونی دارای آرایش سه‌بعدی و منظم از آنیون‌ها و کاتیون‌ها بوده و همهٔ آن‌ها محلول در حلال‌های قطبی هستند.
پ) تنوع مواد مولکولی بیشتر از تنوع ترکیب‌های یونی و تنوع ترکیب‌های یونی نیز بیشتر از تنوع ترکیب‌های کووالانسی است.
ت) اتم‌های سازندهٔ یون نیترات، همانند اتم‌های سازندهٔ مولکول‌های گوگرد تری‌اکسید، در یک صفحه قرار می‌گیرند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶۴۷- همهٔ مطالب زیر درست هستند؛ به‌جز:

۱) با ریختن مقداری منیزیم کلرید در آب، محلولی حاصل می‌شود که همانند یک نمونهٔ مذاب از منیزیم کلرید، رسانای جریان برق است.
۲) اگر فرمول شیمیایی استرانسیم سولفیت به صورت $SrSO_3$ باشد، در هر واحد فرمول آلومینیم سولفیت ۱۱ اتم وجود خواهد داشت.
۳) در بلور منیزیم فلوئورید، برخلاف بلور سدیم کلرید، شمار لایه‌های الکترونی در اطراف هستهٔ آنیون و کاتیون با یکدیگر برابر است.
۴) نسبت میان شمار اتم‌های O به اتم‌های Si در سیلیس، برابر با نسبت میان تعداد یون‌های کلرید به یون‌های منیزیم در منیزیم کلرید است.

۶۴۸- چند مورد از مطالب زیر درست است؟ ($^{65}_{30}Zn$)

آ) در بلور روی کلرید، آرایش الکترونی آنیون و کاتیون به یک زیرلایه با عدد کوانتومی اصلی مشابه ختم می‌شود.
ب) درصد جرمی مس در یک نمونه از بلور مس (I) سولفید، دو برابر درصد جرمی این عنصر در بلور مس (II) سولفید است.
پ) نسبت میان شمار آنیون‌ها به شمار کاتیون‌ها در فراورده‌های نهایی تولیدشده در واکنش خوردگی آهن، برابر با ۱/۵ است.
ت) عدد کوئوردیناسیون یون سدیم در بلور سدیم کلرید، با شمار الکترون‌هایی با $l = 1$ در آرایش الکترونی این یون برابر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶۴۹- مادهٔ A در دمای اتاق به حالت جامد بوده و رسانای جریان الکتریسیته نیست. کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با این ماده درست است؟

۱) در این شرایط، برای توصیف مادهٔ موردنظر قطعاً نمی‌توانیم از واژه‌های شیمیایی رایج مثل فرمول مولکولی استفاده کنیم.
۲) اگر مادهٔ A نرم بوده و با کشیدن آن بر روی کاغذ، رد سیاه‌رنگ ایجاد شود، یکی از آلوتروپ‌های الماس به حساب می‌آید.
۳) اگر این ماده در حالت مذاب رسانای جریان الکتریسیته باشد، بلور آن از تجمع آنیون‌ها و کاتیون‌ها تشکیل شده است.
۴) اگر مادهٔ A بر اثر ضربهٔ چکش خرد شود، در ساختار این ماده میان همهٔ اتم‌ها پیوندهای اشتراکی وجود دارد.

شعاع یونی و چگالی بار

۶۵۰- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) در یک تناوب از جدول دوره‌ای، با حرکت از چپ به راست، شعاع اتمی عناصر، همانند عدد اتمی آن‌ها، افزایش پیدا می‌کند.

۲) مقایسهٔ شعاع یون‌های حاصل از عناصر آلومینیم، سدیم و منیزیم به صورت $Na^{+} < Mg^{2+} < Al^{3+}$ است.

۳) در گروه هفدهم جدول تناوبی، همانند گروه اول آن، با حرکت از بالا به پایین، شعاع یون‌ها افزایش پیدا می‌کند.

۴) در یک نمونه از بلور سدیم کلرید جامد، چگالی بار آنیون‌ها در مقایسه با چگالی بار کاتیون‌ها بیشتر است.

۶۵۱- با توجه به داده‌های موجود در جدول زیر، حداقل فاصلهٔ میان هستهٔ اتم‌های سدیم در بلور سدیم کلرید تقریباً برابر با چند پیکومتر است؟

یون	شعاع (پیکومتر)
سدیم	۹۸
کلرید	۱۸۲

۱) ۲۸۰ ۲) ۳۹۵ ۳) ۴۲۰ ۴) ۵۶۰

۶۵۲- چند مورد از مطالب زیر در رابطه با پتاسیم کلرید درست است؟

آ) در این ترکیب، همانند منیزیم سولفید، چگالی بار آنیون‌ها در مقایسه با چگالی بار کاتیون‌ها بیشتر است.

ب) رسانایی الکتریکی محلول یک مولار آن از رسانایی الکتریکی محلول یک مولار کلسیم کلرید کم‌تر است.

پ) آرایش الکترونی آنیون‌ها و کاتیون‌های سازندهٔ آن به یک زیرلایهٔ مشابه با الکترون‌های برابر ختم می‌شود.

ت) یک ترکیب یونی دوتایی بوده و همانند سایر ترکیب‌های یونی دوتایی، فراوردهٔ واکنش میان یک فلز با یک نافلز است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶۵۳- با توجه به داده‌های موجود در جدول زیر، چگالی بار یون منیزیم تقریباً ..... برابر چگالی بار یون سولفید است و چگالی بلور منیزیم سولفید نیز تقریباً برابر با ..... گرم بر سانتی‌متر مکعب می‌شود.
$(S = ۳۲ , Mg = ۲۴ : g.mol^{-1})$

یون	شعاع (پیکومتر)
منیزیم	۶۶
سولفید	۱۸۴

۱) ۱/۸ ـ ۲۱/۶ ۲) ۱/۸ ـ ۷/۸ ۳) ۲/۹ ـ ۲۱/۶ ۴) ۲/۹ ـ ۷/۸

۶۵۴- چه تعداد از مطالب داده‌شده درست هستند؟

آ) فلزهای قلیایی در گروه اول جدول تناوبی جای داشته و شعاع کاتیون‌های پایدار آن‌ها از شعاع اتمی آن‌ها کوچک‌تر است.

ب) شعاع کاتیون پایدار حاصل از فلز منیزیم در مقایسه با شعاع کاتیون پایدار حاصل از فلز پتاسیم کوچک‌تر است.

پ) از میان آنیون‌ها و کاتیون‌های تک‌اتمی حاصل از عناصر موجود در تناوب سوم، یون فسفید دارای بیشتری شعاع یونی است.

ت) قدرت جاذبهٔ میان یون‌های موجود در بلور پتاسیم کلرید از قدرت جاذبهٔ میان یون‌های سازندهٔ پتاسیم برمید کم‌تر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶۵۵- عناصر W، X، Y و Z چهار عنصر متوالی از جدول تناوبی هستند. اگر X معادل با فراوان‌ترین گاز نجیب موجود در هواکره باشد، .....

۱) یون حاصل از اکسایش اتم‌های Y، فراوان‌ترین کاتیون موجود در آب دریاها به شمار می‌رود.

۲) شعاع آنیون‌های حاصل از عنصر W در مقایسه با شعاع کاتیون‌های حاصل از عنصر Z بزرگ‌تر است.

۳) عنصر Z دارای کوچک‌ترین شعاع یونی در تناوب خود و عنصر W دارای بزرگ‌ترین شعاع یونی در تناوب خود است.

۴) عنصر W یک گاز بی‌رنگ است که از مولکول‌های دواتمی جورهسته تشکیل شده و طی یک واکنش گرماده با سدیم واکنش می‌دهد.

۶۵۶- چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟

آ) یون آلومینیم، همانند یون سولفید، در مقایسه با یون‌های فسفید شعاع کوچک‌تری دارد.

ب) برای محاسبهٔ چگالی بار هر یون، باید مقدار بار آن یون را بر مساحت سطحی آن یون تقسیم کنیم.

پ) اگر آرایش الکترونی یون‌های M^{+} و N^{-} مشابه هم باشد، چگالی بار یون N^{-} بیشتر از یون دیگر خواهد بود.

ت) شعاع یون‌های حاصل از کاهنده‌ترین عنصر موجود در جدول تناوبی، از شعاع اتم‌های این عنصر بزرگ‌تر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶۵۷- تصویر زیر، بخشی از جدول تناوبی عناصر را نشان می‌دهد. با توجه به این جدول، کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

گروه / دوره	۱	۲	۱۶	۱۷
۳	X	Z		Q
۴		Y	W	M

۱) در ترکیب یونی حاصل از واکنش میان عناصر Q و Y، شمار کاتیون‌ها دو برابر شمار آنیون‌ها است.

۲) چگالی بار یون پایدار حاصل از عنصر W بیشتر از چگالی بار یون پایدار حاصل از عنصر M است.

۳) شدت نور ایجادشده در واکنش میان Z و Q بیشتر از شدت نور ایجادشده در واکنش میان Y و Q است.

۴) یون‌های حاصل از M و X، در مقایسه با یون‌های حاصل از Q و X، با قدرت بیشتری یکدیگر را می‌ربایند.

۶۵۸- چه تعداد از مطالب زیر نادرست است؟

آ) از میان یون‌های حاصل از عناصر موجود در تناوب سوم جدول دوره‌ای، چگالی بار یون آلومینیم بیشتر از سایر یون‌ها است.

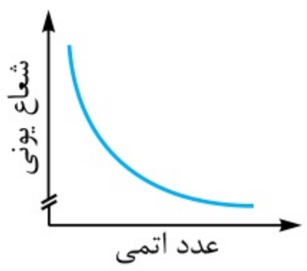
ب) اگر فرمول نیترید فلز اصلی X به صورت XN باشد، فرمول سولفات و نیترات این فلز به صورت $X_2(SO_4)_3$ و $X(NO_3)_3$ می‌شود.

پ) در جامدهای یونی، نیروهای جاذبه و دافعهٔ بین ذرات به شمار معینی از یون‌ها محدود نشده و میان همهٔ آن‌ها وجود دارد.

ت) چگالی بار کاتیون‌ها در بلور کروم (III) کلرید در مقایسه با چگالی بار کاتیون‌های موجود در بلور کروم (II) کلرید بیشتر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶۵۹- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟



۱) نمودار مقابل را می‌توان به روند تغییرات شعاع یون‌های پایدار حاصل از عناصر نافلزی موجود در تناوب سوم نسبت داد.

۲) شعاع اتمی فسفر کوچک‌تر از شعاع اتمی آلومینیم است در حالی که یون P^{3-} شعاع بزرگ‌تری نسبت به یون Al^{3+} دارد.

۳) تفاوت شعاع آنیون‌ها و کاتیون‌های موجود در بلور سدیم کلرید بیشتر از مقدار این تفاوت در بلور منیزیم سولفید است.

۴) اگر شعاع یون اکسید تقریباً ۲ برابر شعاع یون لیتیم باشد، چگالی بار یون اکسید تقریباً ۰/۲۵ برابر یون لیتیم می‌شود.

۶۶۰- چگالی بار یون $^{43}X^{n+}$ برابر با 8×10^{4} کولن بر سانتی‌متر مکعب و شعاع این یون برابر با ۱۰۰ pm است. اگر تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها در این یون برابر ۵ باشد، شمار الکترون‌های موجود در این عنصر کدام است؟ (بار الکتریکی الکترون را برابر با $1/6\times10^{-19}$ و مقدار π را برابر با ۳ در نظر بگیرید.)

۱) ۱۷ ۲) ۱۸ ۳) ۱۹ ۴) ۲۰

۶۶۱- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با منیزیم کلرید درست است؟ ($Cl = 35/5 , Mg = 24 : g.mol^{-1}$)

۱) در واکنش مربوط به تولید ۳۸ گرم از این ترکیب، $1/204\times10^{23}$ الکترون بین گونه‌های اکسنده و کاهنده مبادله می‌شود.

۲) در بلور این ترکیب شیمیایی، چگالی بار یون‌هایی که شعاع کوچک‌تری دارند، در مقایسه با چگالی بار سایر یون‌ها بیشتر است.

۳) در واکنش تولید این ترکیب شیمیایی، شعاع اتم‌های سازندهٔ عنصری که قدرت کاهندگی بیشتری دارد، افزایش پیدا می‌کند.

۴) نسبت بار به شعاع برای آنیون موجود در این ترکیب، کم‌تر از مقدار نسبت بار به شعاع برای آنیون موجود در پتاسیم برمید است.

آنتالپی فروپاشی

۶۶۲- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) اگر شعاع یون اسکاندیم برابر با ۸۰ پیکومتر باشد، نسبت بار به شعاع برای این یون برابر با $3/75\times10^{-2}$ می‌شود.

۲) آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور همهٔ ترکیب‌های یونی، برخلاف آنتالپی واکنش سوختن ترکیب‌های آلی، همواره مثبت است.

۳) انرژی مبادله‌شده در واکنش $MgCl_2(g) \rightarrow Mg^{2+}(g) + 2Cl^{-}(g)$، معادل با $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ شبکهٔ بلور منیزیم کلرید است.

۴) هر چه چگالی بار آنیون‌ها و کاتیون‌های سازندهٔ یک جامد یونی کم‌تر باشد، شبکهٔ آن جامد یونی آسان‌تر فروپاشیده می‌شود.

۶۶۳- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) با افزایش آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور ترکیب‌های یونی، دمای جوش و ذوب این ترکیب‌ها افزایش پیدا می‌کند.

ب) مقایسهٔ $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ شبکهٔ سدیم کلرید، منیزیم کلرید و پتاسیم کلرید به صورت $NaCl < KCl < MgCl_2$ است.

پ) در بلور پتاسیم کلرید، آرایش الکترونی کاتیون‌ها و آنیون‌ها مشابه هم بوده و چگالی بار آنیون‌ها بیشتر از کاتیون‌ها است.

ت) شبکهٔ بلوری یک مول سدیم کلرید در مقایسه با شبکهٔ بلوری یک مول لیتیم فلوئورید سخت‌تر فروپاشیده می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶۶۴- شمار آنیون‌های موجود در یک نمونه از بلور منیزیم فلوئورید، با شمار آنیون‌های موجود در یک نمونه آلومینیم اکسید برابر است. اگر آنتالپی فروپاشی شبکهٔ آلومینیم اکسید تقریباً ۵/۴ برابر آنتالپی فروپاشی شبکهٔ منیزیم فلوئورید باشد، انرژی لازم برای تبدیل بلور آلومینیم اکسید به یون‌های گازی مجزا، چند برابر انرژی لازم برای تبدیل بلور منیزیم فلوئورید به یون‌های گازی مجزا است؟

۱) ۱/۸ ۲) ۳/۶ ۳) ۸/۱ ۴) ۲/۷

۶۶۵- اعداد موجود در جدول مقابل، دمای ذوب ترکیب‌های لیتیم فلوئورید، سدیم کلرید، پتاسیم برمید و پتاسیم کلرید را نشان می‌دهد. بر این اساس، در ترکیب ..... شمار الکترون‌ها در آرایش آنیون و کاتیون برابر بوده و آنتالپی فروپاشی ترکیب ..... در مقایسه با سایر مواد بالاتر است.

ترکیب	دمای ذوب (°C)
I	۸۰۱
II	۸۴۵
III	۷۳۴
IV	۷۷۰

۱) I ـ پتاسیم کلرید ۲) IV ـ لیتیم فلوئورید

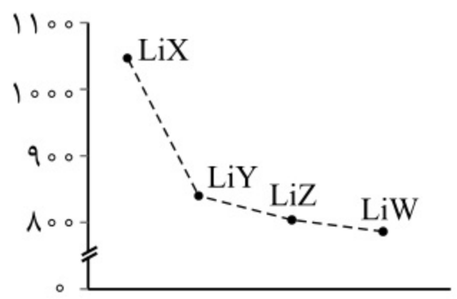
۳) III ـ لیتیم فلوئورید ۴) II ـ پتاسیم کلرید

۶۶۶- چند مورد از مقایسه‌های زیر به درستی نشان داده شده است؟

- **شمار الکترون‌های مبادله‌شده برای تولید یک مول ترکیب یونی: $NaCl < MgS < Al_2O_3$**
- **آنتالپی فروپاشی ترکیب یونی: $Na_2O < MgO < Al_2O_3$**
- **شمار اتم‌های موجود در یک واحد از ترکیب یونی: آمونیوم نیترات > منیزیم سولفات > کلسیم سیلیکات**
- **چگالی بار کاتیون موجود در ترکیب یونی: $NaF < MgCl_2 < Al_2O_3$**

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶۶۷- نمودار مقابل، فروپاشی ΔH شبکهٔ هالیدهای فلز لیتیم را نشان می‌دهد. با توجه به این نمودار، .....



۱) عنصر Y متعلق به تناوب سوم بوده و شعاع اتمی آن در مقایسه با شعاع اتمی عنصر Z بیشتر است.

۲) آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلوری LiX در مقایسه با آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلوری NaX کم‌تر است.

۳) چگالی بار و شعاع آنیون‌های Z^- در مقایسه با چگالی بار و شعاع آنیون‌های Y^- کم‌تر است.

۴) مقایسهٔ واکنش‌پذیری عناصر نافلزی X، Y و Z نسبت به هم به صورت: $X > Y > Z$ است.

۶۶۸- مقداری از یون‌های $Mg^{2+}(g)$ و $F^-(g)$ را با یکدیگر وارد واکنش می‌کنیم. اگر تفاوت جرم واکنش‌دهنده‌های مصرف‌شده در این فرایند برابر با ۳/۵ گرم باشد، با انرژی آزادشده در آن، دمای چند گرم آب را می‌توان به اندازهٔ $25\ ^\circ C$ افزایش داد؟ (آنتالپی فروپاشی شبکهٔ منیزیم فلوئورید برابر با ۲۹۵۶/۸ کیلوژول بر مول و ظرفیت گرمایی ویژهٔ آب برابر $4/2\ J.g^{-1}.^\circ C^{-1}$ است. $Mg = 24 , F = 19 : g.mol^{-1}$)

۱) ۲۶۴۰ ۲) ۵۲۸۰ ۳) ۳۵۲۰ ۴) ۷۰۴۰

۶۶۹- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با واکنش فروپاشی شبکهٔ بلور سدیم برمید درست است؟

۱) ΔH آن برابر است با مقدار گرمای آزادشده در فشار ثابت برای فروپاشی شبکهٔ یونی یک مول سدیم برمید جامد.

۲) مقدار آنتالپی فروپاشی این ترکیب در مقایسه با مقدار آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلوری لیتیم کلرید بزرگ‌تر است.

۳) فراورده‌های حاصل از آن حالت گازی داشته و پایداری آن‌ها کم‌تر از پایداری واکنش‌دهنده‌های مصرف‌شده است.

۴) به ازای مصرف‌شدن هر مول واکنش‌دهنده در آن، یک مول الکترون بین گونه‌های اکسنده و کاهنده مبادله می‌شود.

۶۷۰- با توجه به جدول روبه‌رو که به مقایسهٔ آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور چند ترکیب یونی با یکای $kJ.mol^{-1}$ مربوط می‌باشد، کدام مقایسه نادرست است؟ *(سراسری ریاضی خارج از کشور ۹۶)*

کاتیون \ آنیون	F^-	O^{2-}
Na^+	a	b
Mg^{2+}	c	d
Al^{3+}	e	f

۱) $f > d > e$

۲) $a < c < d$

۳) $e > d > a$

۴) $a < c < e$

۶۷۱- فلزهای M و N متعلق به گروه اول جدول تناوبی بوده و طی واکنش میان آن‌ها با گاز کلر، به ترتیب نورهای زرد و قرمز رنگ از سامانهٔ واکنش گسیل می‌شود. بر این اساس، چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) آنتالپی فروپاشی شبکهٔ ترکیب N_2O در مقایسه با آنتالپی فروپاشی شبکهٔ ترکیب M_2O بیشتر است.

ب) قدرت کاهندگی اتم‌های سازندهٔ فلز N در مقایسه با قدرت کاهندگی اتم‌های سازندهٔ فلز M کم‌تر است.

پ) چگالی بار کاتیون‌های حاصل از فلز N در مقایسه با چگالی بار کاتیون‌های حاصل از فلز M بیشتر است.

ت) آنتالپی فروپاشی شبکهٔ ترکیب MF در مقایسه با آنتالپی فروپاشی شبکهٔ منیزیم اکسید بیشتر است.

ث) در شرایط یکسان، یک نمونهٔ خالص از MCl در دماهای بالاتری نسبت به یک نمونه از NCl ذوب می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶۷۲- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) مقایسهٔ: $Fe_2O_3 < FeCl_2 < FeO$ در رابطه با آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور ترکیب‌های داده‌شده به درستی انجام شده است.

۲) تفاوت فروپاشی ΔH شبکهٔ لیتیم فلوئورید و سدیم کلرید، بیشتر از تفاوت فروپاشی ΔH شبکهٔ لیتیم کلرید و سدیم فلوئورید است.

۳) دماهای ۷۱۵، ۷۷۵، ۱۴۱۸ درجهٔ سلسیوس را به ترتیب می‌توان به نقطهٔ ذوب ترکیب‌های $CaCl_2$، $RbCl$ و CaF_2 نسبت داد.

۴) اگر آنتالپی فروپاشی شبکهٔ MgF_2 برابر $2957\ kJ.mol^{-1}$ باشد، آنتالپی فروپاشی شبکهٔ $CaCl_2$ می‌تواند برابر $3619\ kJ.mol^{-1}$ باشد.

۶۷۳- آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور منیزیم اکسید برابر با ۳۷۹۸ کیلوژول بر مول است. جهت تأمین انرژی مورد نیاز برای تولید ۵۰ مول یون گازی بر اثر فروپاشی شبکهٔ منیزیم اکسید، باید چند میکروگرم ماده در واکنشگاه هسته‌ای به انرژی تبدیل شود؟

۱) $1/055\times10^{-3}$ ۲) ۱/۰۵۵ ۳) $2/11\times10^{-3}$ ۴) ۲/۱۱

۶۷۴- جدول زیر، آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور سه مورد از ترکیب‌های یونی حاصل از واکنش میان فلز سدیم و هالوژن‌ها را نشان می‌دهد. با توجه به داده‌های موجود در این جدول، .....

ترکیب یونی	آنتالپی فروپاشی شبکه ($kJ.mol^{-1}$)
NaX	۹۲۳
NaY	۷۸۷
NaZ	۷۴۷

۱) دمای جوش یک نمونه از مولکول‌های Z_2 کم‌تر از دمای جوش یک نمونه از مولکول‌های X_2 است.

۲) در شرایط یکسان، قدرت نیروهای وان‌دروالسی در یک نمونه از X_2 قوی‌تر از یک نمونه از Y_2 است.

۳) اگر آنتالپی شبکهٔ بلور KF برابر با $821\ kJ.mol^{-1}$ باشد، عنصر X حتماً معادل با فلوئور است.

۴) در نقشهٔ پتانسیل الکترواستاتیکی مولکول‌های YX، اتم‌های X به رنگ آبی نشان داده می‌شوند.

۶۷۵- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) شبکهٔ بلوری منیزیم فلوئورید در مقایسه با شبکهٔ بلوری سدیم اکسید، سخت‌تر فروپاشیده می‌شود.

ب) از میان همهٔ هالیدهای فلزهای قلیایی، لیتیم فلوئورید دارای بالاترین آنتالپی شبکهٔ بلور است.

پ) قدرت نیروی جاذبهٔ بین یون‌های سدیم و کلرید بیشتر از قدرت نیروی جاذبهٔ بین یون‌های پتاسیم و برمید است.

ت) بین سدیم فلوئورید و منیزیم اکسید، ترکیبی که آنیون آن چگالی بار بیشتری دارد، $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ بیشتری نیز دارد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶۷۶- با توجه به این‌که اتم‌های فلز X از تناوب سوم در واکنش با اکسیژن ترکیب یونی با فرمول X_2O تشکیل می‌دهد و اتم‌های عنصر Y هم‌دورهٔ آن با اتم‌های نیتروژن ترکیب یونی با فرمول Y_3N_2 تشکیل می‌دهد، کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) شعاع اتمی و واکنش‌پذیری عنصر Y در مقایسه با شعاع اتمی و واکنش‌پذیری عنصر X بیشتر است.

۲) عنصر Y دارای ۶ الکترون با عدد کوانتومی فرعی ۱ بوده و خاصیت فلزی آن در مقایسه با عنصر X بیشتر است.

۳) دمای جوش ترکیب یونی حاصل از واکنش میان Y با اکسیژن بیشتر از ترکیب حاصل از واکنش میان X با فلوئور است.

۴) چگالی بار یون پایدار حاصل از عنصر Y در مقایسه با چگالی بار یون پایدار حاصل از عنصر X کم‌تر است.

۶۷۷- با دادن ۹۲۱ کیلوژول انرژی به مخلوطی از لیتیم فلوئورید و سدیم فلوئورید، این مخلوط به طور کامل به یون‌های گازی تجزیه شده و ۰/۹ مول یون $F^-(g)$ در این فرایند تولید می‌شود. اگر آنتالپی شبکهٔ لیتیم فلوئورید و سدیم فلوئورید به ترتیب برابر با ۱۰۳۶ و ۹۲۲ کیلوژول بر مول باشد. درصد جرمی سدیم فلوئورید در مخلوط اولیه کدام است؟ $(Na = ۲۳ , F = ۱۹ , Li = ۷ : g.mol^{-1})$

۱) ۲۱ ۲) ۱۶/۸ ۳) ۲۵/۲ ۴) ۱۸/۹

۶۷۸- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) یک قطعه از بلور آهن (III) اکسید، در دماهای بالاتری نسبت به یک قطعه از بلور آهن (II) اکسید ذوب می‌شود.

۲) آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور آلومینیم فلوئورید در مقایسه با آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور منیزیم اکسید کم‌تر است.

۳) در بلور سدیم فلوئورید، شعاع کاتیون‌ها کم‌تر از آنیون‌ها بوده و $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ این ترکیب نیز در مقایسه با LiF کم‌تر است.

۴) تفاوت $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ شبکهٔ لیتیم فلوئورید و لیتیم کلرید، بیشتر از تفاوت $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ شبکهٔ سدیم فلوئورید و سدیم کلرید است.

۶۷۹- با توجه به واکنش‌های مقابل، اگر آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور آلومینیم اکسید برابر ۱۵۹۱۶ کیلوژول بر مول باشد، آنتالپی پیوند $O=O$ برابر با چند کیلوژول بر مول می‌شود؟

$$I)\ 2Al_2O_3(s) \rightarrow 4Al(s) + 3O_2 \qquad \Delta H = 3350\ kJ$$

$$II)\ Al(g) \rightarrow Al(s) \qquad \Delta H = -330\ kJ$$

$$III)\ Al(g) \rightarrow Al^+(g) + e^- \qquad \Delta H = 680\ kJ$$

$$IV)\ Al^+(g) \rightarrow Al^{2+}(g) + e^- \qquad \Delta H = 1920\ kJ$$

$$V)\ Al^{2+}(g) \rightarrow Al^{3+}(g) + e^- \qquad \Delta H = 2830\ kJ$$

$$VI)\ O(g) + e^- \rightarrow O^-(g) \qquad \Delta H = -141\ kJ$$

$$VII)\ O^-(g) + e^- \rightarrow O^{2-} \qquad \Delta H = 800\ kJ$$

۱) ۳۷۲

۲) ۲۴۸

۳) ۷۴۴

۴) ۴۹۶

۶۸۰- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با سدیم برمید درست است؟

۱) با پاشیدن محلول این ترکیب روی شعله، همانند زمانی که محلول لیتیم برمید را روی شعله بپاشیم، رنگ شعله زرد می‌شود.

۲) برخلاف منیزیم اکسید، چگالی بار آنیون‌های سازندهٔ این ترکیب شیمیایی کم‌تر از چگالی بار کاتیون‌های سازندهٔ آن است.

۳) شمار الکترون‌های مبادله‌شده برای تولید هر مول از این ترکیب یونی، با شمار این الکترون‌ها در واکنش تولید منیزیم کلرید برابر است.

۴) اگر نقطهٔ ذوب این ترکیب یونی برابر با ۷۴۷ درجهٔ سلسیوس باشد، نقطهٔ ذوب کلسیم یدید می‌تواند برابر با ۷۷۹ درجهٔ سلسیوس باشد.

۶۸۱- آنتالپی فروپاشی شبکهٔ سدیم کلرید و پتاسیم برمید به ترتیب برابر ۷۸۷ و ۶۹۰ کیلوژول بر مول است. بر این اساس، چه تعداد از مطالب زیر درست است؟

آ) مقدار آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور پتاسیم کلرید می‌تواند برابر با ۷۱۷ کیلوژول بر مول باشد.

ب) برای تولید چهار مول یون گازی بر اثر فروپاشی شبکهٔ پتاسیم برمید، ۲۷۶۰ kJ انرژی نیاز است.

پ) در شرایط یکسان، نقطهٔ ذوب سدیم برمید کم‌تر از سدیم کلرید و بیشتر از پتاسیم برمید است.

ت) اگر $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ شبکهٔ KF برابر ۸۲۱ kJ باشد، $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ شبکهٔ KCl می‌تواند برابر ۷۷۰ kJ باشد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶۸۲- عناصر A، B، C، D و E به ترتیب، پنج عنصر متوالی از جدول تناوبی هستند. اگر عنصر C معادل با یک گاز نجیب باشد، .....

۱) از بین انواع ترکیب‌های یونی مختلفی که از واکنش میان این عناصر تولید می‌شوند، ترکیب DB دارای بالاترین $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ است.

۲) شعاع اتمی عنصر B در مقایسه با شعاع اتمی عنصر A کم‌تر بوده و خاصیت نافلزی این عنصر بیشتر از خاصیت نافلزی A است.

۳) در شرایط یکسان، ترکیب یونی DB در مقایسه با ترکیب یونی حاصل از عناصر E و B در دماهای بالاتری ذوب می‌شود.

۴) چگالی بار یون پایدار حاصل از کاهش اتم‌های A، بیشتر از دو برابر چگالی بار یون پایدار حاصل از اکسایش اتم‌های D است.

نیروگاه‌های حرارتی خورشیدی

۶۸۳- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) اگر دمای جوش KCl بیشتر از NaCl باشد، این ترکیب در مقایسه با NaCl در گسترهٔ دمایی بزرگ‌تری به حالت مایع است.

ب) سدیم کلرید یک ترکیب یونی بوده و در مقایسه با ترکیب‌های مولکولی مختلف، در گسترهٔ دمایی بزرگ‌تری به حالت مایع است.

پ) در نیروگاه‌های خورشیدی، اشعهٔ خورشید بر روی برج گیرنده متمرکز شده و موجب تبخیر مولکول‌های آب در این برج می‌شود.

ت) هیدروژن فلوئورید یک ترکیب قطبی بوده و نقطهٔ جوش و ذوب آن، به ترتیب، در مقایسه با نقطهٔ جوش و ذوب آب کم‌تر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶۸۴- در یک نیروگاه خورشیدی که از سدیم کلرید به عنوان شارهٔ یونی استفاده می‌کند، اگر از ..... به عنوان شارهٔ یونی استفاده شود، حداکثر گرمای قابل ذخیره‌سازی در این نیروگاه تقریباً به اندازهٔ ..... مگاژول ..... می‌یابد. (این نیروگاه توانایی ذخیرهٔ حداکثر ۵۰۰ مول شارهٔ یونی مذاب را دارد. $g.mol^{-1}: Na = ۲۳ , Cl = ۳۵/۵ , K = ۳۹ , Br = ۸۰$)

ترکیب یونی	دمای ذوب ($^\circ C$)	دمای جوش ($^\circ C$)	ظرفیت گرمای ویژه ($J.g^{-1}.^\circ C^{-1}$)
سدیم کلرید	۸۰۱	۱۴۱۳	۱/۴۵
پتاسیم برمید	۷۳۵	۱۴۳۵	۱/۰۳
پتاسیم کلرید	۷۷۰	۱۴۲۰	۱/۵۲

۱) پتاسیم برمید ـ ۱۶/۸ ـ کاهش
۲) پتاسیم کلرید ـ ۱۰/۸ ـ افزایش
۳) پتاسیم کلرید ـ ۱۲/۸ ـ افزایش
۴) پتاسیم برمید ـ ۱۴/۴ ـ کاهش

۶۸۵- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) هر چه تفاوت نقطهٔ ذوب و جوش یک مادهٔ خالص بیشتر باشد، نیروهای جاذبه میان ذره‌های سازندهٔ آن ماده قوی‌تر است.

۲) در نیروگاه‌های خورشیدی، NaCl شاره‌ای بسیار داغ است که بخار داغ مورد نیاز برای به حرکت درآوردن توربین‌های مولد را تولید می‌کند.

۳) نیتروژن از مولکول‌های دواتمی و ناقطبی تشکیل شده و تفاوت بین نقطهٔ ذوب و جوش آن کم‌تر از تفاوت بین نقطهٔ ذوب و جوش آب است.

۴) خورشید یک منبع انرژی تجدیدناپذیر و پاک بوده و با استفادهٔ بیشتر از آن می‌توان ردپای زیست‌محیطی را کاهش داد.

۶۸۶- در یک نیروگاه حرارتی، از آب و پتاسیم کلرید به عنوان شاره‌های انتقال‌دهندهٔ گرما استفاده می‌شود. با توجه به داده‌های موجود در جدول زیر، هر مول از شارهٔ یونی دمای حداکثر چند گرم آب $۲۰\ ^\circ C$ را تا $۱۰۰\ ^\circ C$ افزایش می‌دهد؟ (گرمای ویژهٔ آب برابر $۴/۲\ J.g^{-1}.^\circ C^{-1}$ است. $g.mol^{-1}: K = ۳۹ , Cl = ۳۵/۵$)

ترکیب یونی	دمای ذوب ($^\circ C$)	دمای جوش ($^\circ C$)	ظرفیت گرمایی ویژه ($J.g^{-1}.^\circ C^{-1}$)
پتاسیم کلرید	۷۷۰	۱۴۲۱	۱/۵۲

۱) ۲۱۰/۶
۲) ۲۱۹/۴
۳) ۱۷۵/۶
۴) ۱۸۲/۸

۶۸۷- در نیروگاه‌های خورشیدی، .....

۱) به منظور ذخیرهٔ انرژی خورشید، سیال مولکولی با دمای بالا در منبع ذخیرهٔ انرژی گرمایی تجمع پیدا می‌کند.

۲) شاره‌ای که گرمای پرتوهای خورشیدی را جذب می‌کند، دمای ذوب و جوش بالاتری نسبت به شارهٔ دیگر دارد.

۳) سیال مولکولی مورد استفاده یک ترکیب قطبی بوده و گشتاور دوقطبی آن کوچک‌تر از گشتاور دوقطبی $H_۲S$ است.

۴) شارهٔ یونی استفاده‌شده همانند شارهٔ مولکولی مورد استفاده، در دمای اتاق به حالت جامد وجود دارد.

۶۸۸- چه تعداد از عبارت‌های زیر در رابطه با سدیم کلرید درست است؟

آ) در گسترهٔ دمایی که سدیم کلرید به حالت مایع دیده می‌شود، مولکول‌های هیدروژن فلوئورید و نیتروژن در فاز گاز وجود دارند.

ب) دمای ذوب آن کم‌تر از کلسیم کلرید بوده و با افزودن مقداری کلسیم کلرید به این ترکیب، دمای ذوب آن کاهش پیدا می‌کند.

پ) قدرت نیروهای جاذبهٔ میان ذرات سازندهٔ NaCl، بیشتر از قدرت پیوندهای هیدروژنی موجود بین مولکول‌های HF است.

ت) مادهٔ موجود در منبع ذخیرهٔ انرژی گرمایی نیروگاه‌های خورشیدی، همانند یکی از فراورده‌های تولیدشده طی فرایند هال، حالت مذاب دارد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

بخش ۴ جامدهای فلزی

آشنایی با جامدهای فلزی

مواد از جمله فلزها همواره برای زندگی انسان و ادامهٔ آن ضروری و ارزشمند بوده‌اند تا آن‌جا که تمدن‌های آغازی نیز براساس گسترهٔ کاربری این مواد به صورت دورهٔ سنگی، دورهٔ برنز (آلیاژی از قلع و مس) و دورهٔ آهن نام‌گذاری شده‌اند. فلزها همواره نقش مهمی در رشد، گسترش و ارتقای کیفیت زندگی داشته و بسیاری باور دارند که پایداری جامعهٔ پیشرفته با فناوری کارآمد به گستردگی استفاده از فلزات بستگی دارد.

فلزها در هر چهار دستهٔ s (مثل سدیم)، p (مثل آلومینیم)، d (مثل مس) و f (مثل اورانیم) از جدول تناوبی جای دارند و بخش عمده‌ای از عناصر موجود در این جدول را تشکیل می‌دهند. رفتارهای فیزیکی فلزها شامل درخشندگی (داشتن جلا)، رسانایی الکتریکی، رسانایی گرمایی و شکل‌پذیری (چکش‌خواری) آن‌ها می‌شود در حالی که رفتارهای شیمیایی آن‌ها شامل واکنش‌پذیری و تنوع عدد اکسایش اتم‌های این عناصر می‌شود.

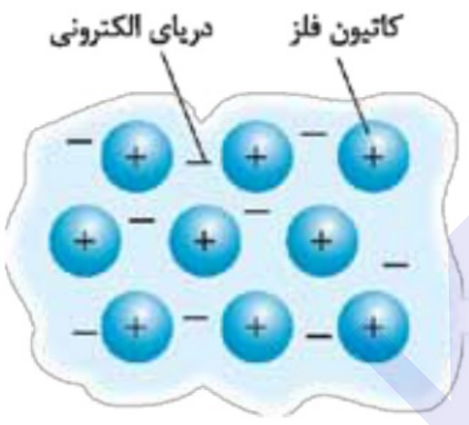
نکته فلزهای دستهٔ s (گروه ۱ و ۲) فقط دارای یک نوع عدد اکسایش در ترکیب‌های خود هستند در حالی که برخی از عناصر فلزی موجود در دسته‌های p، d و f دارای یک نوع عدد اکسایش (مثل روی با عدد اکسایش ۲+) و برخی از آن‌ها دارای چند نوع عدد اکسایش (مثل مس با اعداد اکسایش ۱+ و ۲+) در ترکیب‌های خود هستند.

نکتهٔ ترکیبی رفتارهای شیمیایی فلزها به میزان توانایی اتم آن‌ها به از دست دادن الکترون وابسته است. هر چه اتم فلزی در شرایط معین آسان‌تر الکترون از دست بدهد، خصلت فلزی بیشتری داشته و فعالیت شیمیایی آن بیشتر است. به طور کلی، در هر گروه با حرکت از بالا به پایین و در هر تناوب با حرکت از راست به چپ، واکنش‌پذیری عناصر فلزی افزایش پیدا می‌کند.

نکتهٔ ترکیبی خواص فیزیکی شبه‌فلزها مثل داشتن جلا و ... بیشتر به فلزها شبیه است در حالی که رفتار شیمیایی این عناصر مشابه نافلزها است.

نکتهٔ ترکیبی فراوان‌ترین عنصر سازندهٔ سیارهٔ زمین، یک عنصر فلزی واسطه (آهن) است در حالی‌که در سیارهٔ مشتری هیچ عنصر فلزی وجود ندارد.

شبکهٔ بلوری فلزها



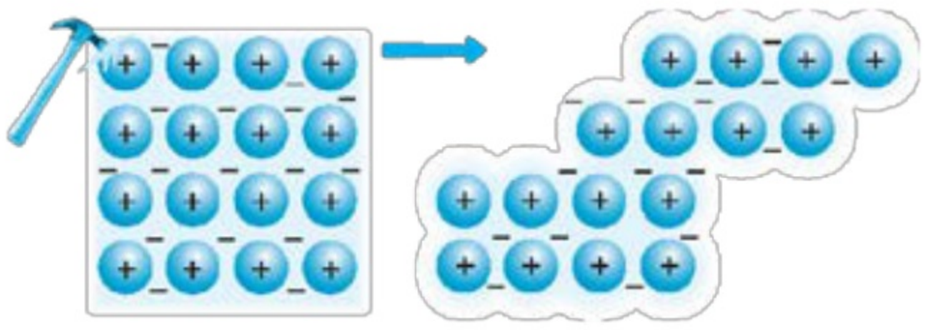
تصویر مقابل، یک الگوی ساده از شبکهٔ بلوری فلزها را نشان می‌دهد که برای توجیه برخی از رفتارهای فیزیکی این عناصر ارائه شده و به مدل دریای الکترونی معروف است. براساس این مدل، ساختار فلزها آرایش منظمی از کاتیون‌ها در سه بعد است که در فضای میان آن‌ها سست‌ترین الکترون‌های موجود در هر اتم (الکترون‌های ظرفیتی) دریایی را ساخته‌اند و در آن آزادانه جابه‌جا می‌شوند.

در صورت عدم حضور دریای الکترونی در شبکهٔ بلوری فلزها، کاتیون‌های موجود در این شبکه یکدیگر را دفع کرده و موجب از هم پاشیدن شبکهٔ بلوری می‌شوند در حالی که در حضور دریای الکترونی، بین این الکترون‌ها و کاتیون‌های فلزی، نیروی جاذبه برقرار شده و ساختار شبکهٔ بلوری حفظ می‌شود. بر این اساس، می‌توان گفت دریای الکترونی عاملی است که چیدمان کاتیون‌ها را در شبکهٔ بلوری حفظ می‌کند.

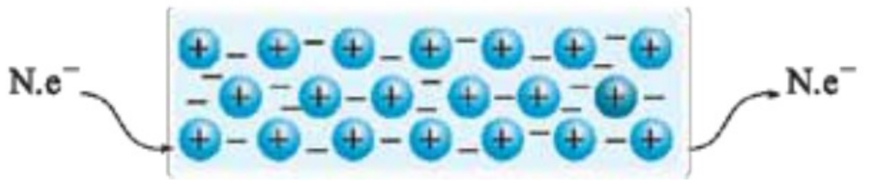
از آن‌جا که الکترون‌های موجود در ساختار فلزها آزادانه در فضای میان کاتیون‌ها در حال حرکت هستند، هر الکترون موجود در دریای الکترونی را نمی‌توان تنها متعلق به یک اتم دانست.

توجیه رفتارهای عناصر فلزی

با توجه به مدل دریای الکترونی، خاصیت چکش‌خواری فلزها و رسانایی الکتریکی آن‌ها را می‌توان توجیه کرد. تصویر روبه‌رو، برای توجیه خاصیت چکش‌خواری فلزها براساس مدل دریای الکترونی ارائه شده است:



با واردشدن یک نیروی خارجی به شبکهٔ بلوری فلزها، کاتیون‌های سازندهٔ این شبکه بر روی هم می‌لغزند و جابه‌جا می‌شوند و الکترون‌های موجود در دریای الکترونی را نیز به همراه خود جابه‌جا می‌کنند. چون در این حالت هم الکترون‌ها فضای بین کاتیون‌ها را پر می‌کنند، شبکهٔ بلوری فلز حفظ می‌شود. تصویر زیر نیز برای توجیه خاصیت رسانایی الکتریکی جامدهای فلزی براساس مدل دریای الکترونی ارائه شده است:



شبکهٔ بلوری جامدهای فلزی از نظر بار الکتریکی خنثی است؛ پس مجموع بار الکترون‌های موجود در دریای الکترونی آن باید با مجموع بار الکتریکی کاتیون‌ها برابر باشد. با اتصال جریان الکتریسیته به فلز، تعدادی (N) الکترون وارد بلور فلز شده و تعادل بار الکتریکی موجود در بلور آن به هم می‌خورد؛ پس برای حفظ این تعادل، باید همان تعداد (N) الکترون از سمت دیگر فلز خارج شود.

از بار الکتریکی کاتیون‌های موجود در بلور فلزها و تعادل بار الکتریکی در آن‌ها می‌توانیم برای محاسبهٔ تعداد الکترون‌های موجود در دریای الکترونی استفاده کنیم. به عنوان مثال، در یک قطعه از بلور آلومینیم که شامل 10^{10} یون Al^{3+} می‌شود، 3×10^{10} الکترون در دریای الکترونی وجود دارد.

تشخیص مواد

تا الان با ویژگی‌های مختلف مواد آشنا شدیم. *حالا نوبت می‌رسه به* استفاده از این ویژگی‌ها برای تشخیص یک مادهٔ خاص و یا مقایسهٔ مواد با یکدیگر. برای این منظور، از نمودار روبه‌رو استفاده می‌کنیم:



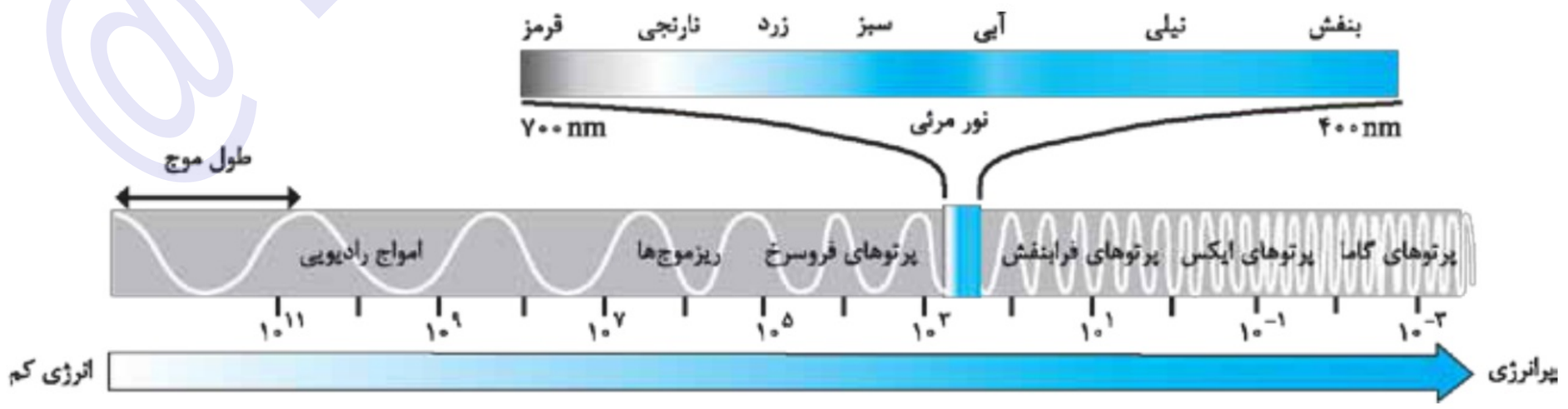
تست **یک جامد بلوری، سخت و شکننده است و در حالت مذاب جریان برق را از خود عبور می‌دهد. این ماده جزء کدام دسته از جامدها است؟**

۱) جامد فلزی ۲) جامد مولکولی ۳) جامد کووالانسی ۴) جامد یونی

پاسخ **گزینهٔ «۴»** چون این ماده در حالت جامد سخت و شکننده است، پس یا یک جامد کووالانسی است یا یک جامد یونی. از آن‌جا که این ماده در حالت مذاب جریان برق را از خود عبور می‌دهد، پس در دستهٔ جامدهای یونی قرار می‌گیرد.

رنگ، نمادی از زیبایی

به طور کلی احساس و درک رنگ به دلیل نورهایی است که از محیط پیرامون به چشم ما می‌رسند. در واقع، این نورها همان پرتوهای الکترومغناطیسی هستند که طول موج آن‌ها در بازهٔ بین ۴۰۰ nm تا ۷۰۰ nm قرار می‌گیرد و چشم ما آن‌ها را می‌بیند. تصویر زیر، طیف پرتوهای الکترومغناطیسی را نشان می‌دهد:

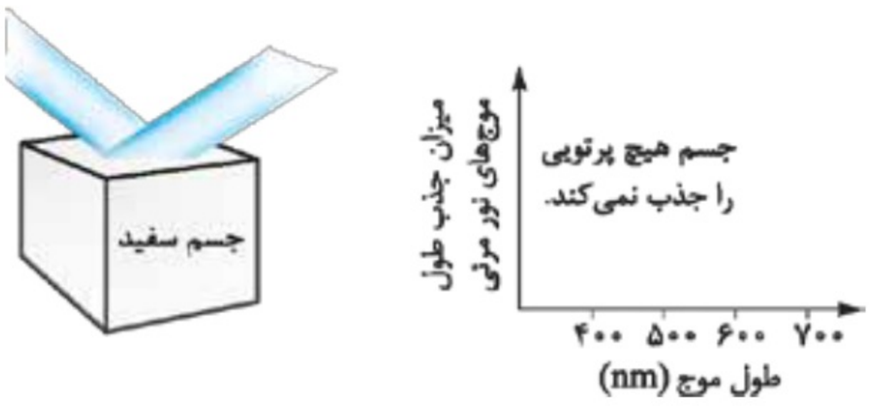


واضحه که اگر در محیطی نور مرئی (پرتوهایی با طول موج ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر) وجود نداشته باشد، چشم انسان نمی‌تواند چیزی را ببیند.

درک رنگ

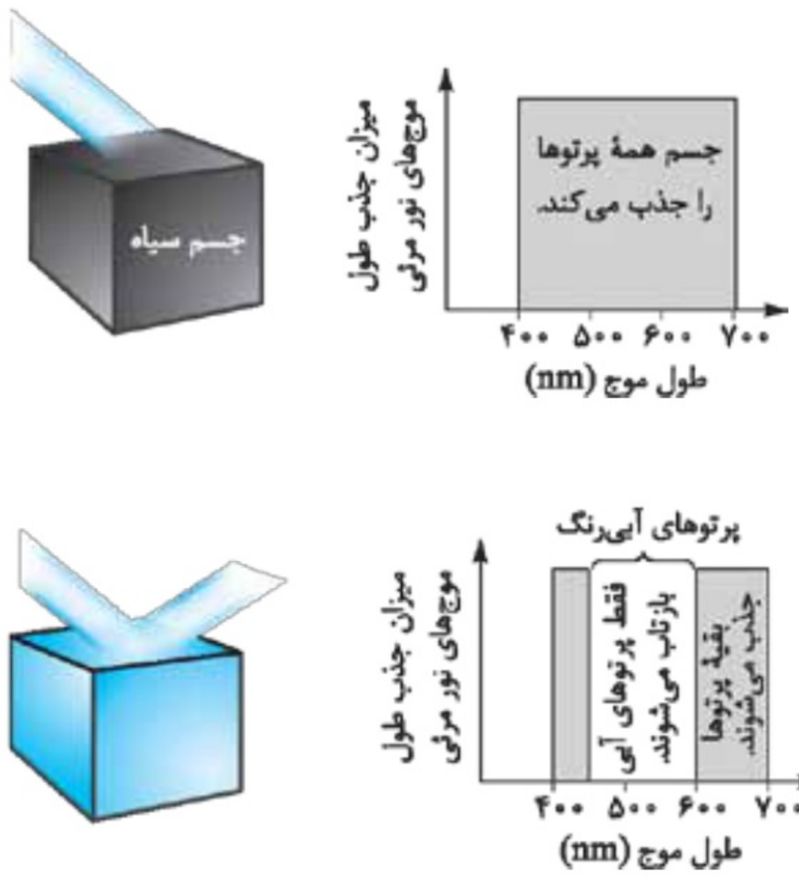
چشم ما هر جسم را به رنگ پرتوهایی می‌بیند که از آن جسم بازتاب می‌شوند. در یک تقسیم‌بندی کلی، هر جسم به یکی از حالت‌های زیر دیده می‌شود: ۱ سفید ۲ سیاه ۳ رنگی

۱- اجسام سفید: اگر یک جسم همهٔ طول موج‌های مرئی تابیده‌شده به سمت خود را بازتاب کند، طیفی از پرتوهای الکترومغناطیس با طول موج ۴۰۰ nm تا ۷۰۰ nm به چشم می‌رسد و آن جسم به رنگ سفید دیده می‌شود. تصویر مقابل، یک جسم سفیدرنگ را به هنگام بازتاب پرتوهای نور مرئی نشان می‌دهد:



اگر به جسمی که همهٔ پرتوهای مرئی را بازتاب می‌کند، یک نور رنگی مثل نور آبی تابیده شود، آن جسم، کل پرتوهای تابیده‌شده را بازتاب می‌کند و به رنگ آبی دیده می‌شود.

۲- اجسام سیاه: اگر یک جسم همهٔ طول موج‌های مرئی تابیده‌شده به سمت خود را جذب کند، هیچ پرتویی از طرف جسم به سمت چشم بازتاب نمی‌شود و آن جسم به رنگ سیاه دیده می‌شود. تصویر مقابل، یک جسم سیاه‌رنگ را به هنگام جذب پرتوهای مرئی نشان می‌دهد.



۳- اجسام رنگی: اگر یک جسم برخی از طول موج‌های تابیده‌شده به سمت خود را جذب کرده و باقی طول موج‌ها را بازتاب کند، به صورت رنگی دیده می‌شود. به عنوان مثال، جسم مقابل پرتوهای آبی‌رنگ تابیده‌شده به سمت خود را بازتاب کرده و سایر پرتوهای تابیده‌شده را جذب می‌کند؛ پس این جسم به رنگ آبی دیده می‌شود.

اگر به جسمی که فقط پرتوهایی با طول موج n نانومتر را بازتاب می‌کند، پرتویی با طول موج m نانومتر بتابانیم، این جسم کل پرتوهای تابیده‌شده را جذب می‌کند و به رنگ سیاه دیده می‌شود.

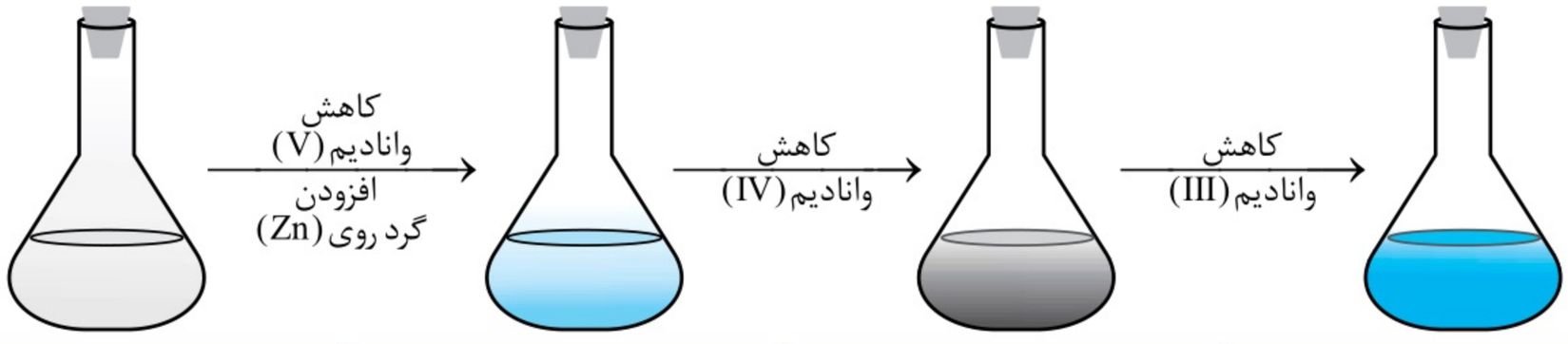
رجندنکته

- جزء سازندهٔ اصلی یک مادهٔ رنگی که به آن رنگ می‌بخشد، رنگدانه نام دارد. در واقع، رنگدانه‌های موجود در یک ماده با جذب یا بازتاب برخی از پرتوهای مرئی، سبب ایجاد رنگ‌های مختلف می‌شوند. به عنوان مثال، رنگ سبز درختان و رنگ سرخ گل رز به خاطر وجود رنگدانه‌ها است.
- تیتانیم (IV) اکسید (TiO_2)، آهن (III) اکسید (Fe_2O_3) و دوده، از جمله رنگدانه‌های معدنی هستند که به ترتیب رنگ‌های سفید، قرمز و سیاه را ایجاد می‌کنند. انسان‌های گذشته این مواد را از منابع طبیعی همچون گیاهان، جانوران و برخی از کانی‌ها تهیه می‌کردند. امروزه با پیشرفت و گسترش تولید فراورده‌های صنعتی، این فراورده‌ها افزون بر رقابت در جنبه‌های کمی و کیفی، باید از دیدگاه زیباشناختی نیز رنگ و رنگ‌آمیزی جذاب و مناسبی داشته باشند. بر این اساس، امروزه رنگ‌های ساختگی گوناگونی تولید می‌شوند که از آن‌ها در صنایع غذایی، نساجی و ساختمانی استفاده می‌شود.
- رنگ‌هایی که برای پوشش سطح استفاده می‌شوند (مثل رنگ‌های روغنی)، نوعی کلوئید هستند که لایهٔ نازکی روی سطح ایجاد می‌کنند تا افزون بر زیبایی، از نفوذ رطوبت و اکسیژن به لایه‌های زیرین جلوگیری کرده و مانع خوردگی اجسام در برابر اکسیژن، رطوبت و مواد شیمیایی می‌شوند.

تولید نمک‌های رنگی وانادیم

از شیمی یازدهم به یاد داریم که اغلب فلزهای واسطه با اعداد اکسایش مختلفی در ترکیب‌های گوناگون ظاهر می‌شوند و یون‌های حاصل از این عناصر نیز اغلب رنگی هستند. وانادیم یکی از عناصر موجود در دستهٔ d از تناوب چهارم است که با نماد $_{23}V$ نشان داده می‌شود. این عنصر در ترکیب‌های مختلف خود با اعداد اکسایش ۲+، ۳+، ۴+ و ۵+ ظاهر می‌شود و *جالب آن‌که* رنگ نمک‌های حاصل از این عنصر با توجه به عدد اکسایش اتم‌های آن، با یکدیگر متفاوت است.

تصویر زیر، پیشرفت واکنش‌های فلز روی با محلول نمکی از وانادیم که عدد اکسایش اتم‌های V در آن برابر ۵+ است را نشان می‌دهد:



محلولی از نمک وانادیم (II)	محلولی از نمک وانادیم (III)	محلولی از نمک وانادیم (IV)	محلولی از نمک وانادیم (V)	محلول
بنفش	سبز	آبی	زرد	**رنگ محلول**
$[_{18}Ar]3d^3$	$[_{18}Ar]3d^2$	وانادیم در این محلول به شکل یون چنداتمی است.	وانادیم در این محلول به شکل یون چنداتمی است.	**آرایش الکترونی وانادیم**

همان‌طور که مشخص است، در واکنش‌های انجام‌شده، اتم‌های وانادیم به عنوان عامل اکسنده کاهش پیدا می‌کنند و اتم‌های روی نیز به عنوان عامل کاهنده، اکسایش پیدا می‌کنند و به یون‌های Zn^{2+} تبدیل می‌شوند.

نکتهٔ ترکیبی به‌جز وانادیم، برخی از فلزهای واسطهٔ دیگر هم می‌توانند یون‌های رنگی ایجاد کنند. به عنوان مثال، رنگ محلول‌هایی از نمک مس (II) و آهن (III) به ترتیب آبی و زرد است؛ در حالی که محلول نمک‌های برخی از فلزهای واسطه مثل محلول نمک‌های روی بی‌رنگ است.

تیتانیم

فلزها افزون بر رفتارهای مشابه، تفاوت‌های آشکاری نیز در برخی از رفتارها نشان می‌دهند. در واقع، هر فلز افزون بر رفتارهای مشترک با سایر فلزها (مثل رسانایی الکتریکی و ...) رفتارهای ویژهٔ خود را نیز دارد. به عنوان مثال، فلزهای واسطه (فلزهای دستهٔ d) همانند فلزهای اصلی (فلزهای دستهٔ s و p)، دارای ویژگی‌های مشترکی مثل جلا، رسانایی الکتریکی، رسانایی گرمایی و شکل‌پذیری هستند؛ اما در ویژگی‌هایی مانند سختی، نقطهٔ ذوب و تنوع عدد اکسایش با آن‌ها تفاوت دارند.

تیتانیم ($_{22}Ti$) یکی از عناصر موجود در دستهٔ d تناوب چهارم جدول دوره‌ای است که به خاطر ویژگی‌های باورنکردنی و فراتر از انتظار مثل ماندگاری و استحکام مناسب، از آن در جاهای مختلفی مثل ساخت موتور جت، پروانهٔ کشتی‌های اقیانوس‌پیما و نمای زیبای ساختمان‌ها استفاده می‌شود.

جدول زیر، برخی از ویژگی‌های تیتانیم را در مقایسه با فولاد زنگ‌نزن نشان می‌دهد:

ماده / ویژگی	تیتانیم	مقایسه	فولاد
نقطهٔ ذوب ($^\circ C$)	۱۶۶۷	<	۱۵۳۵
چگالی ($g.mL^{-1}$)	۴/۵۱	>	۷/۹۰
واکنش با ذره‌های موجود در آب دریا	ناچیز	>	متوسط
مقاومت در برابر خوردگی	عالی	<	ضعیف
مقاومت در برابر سایش	عالی	≃	عالی

و اما کاربردهای ویژهٔ فلز تیتانیم به شرح زیر هستند:

۱ از تیتانیم برای ساختن قطعات موتور جت استفاده می‌شود. هنگامی که موتور جت کار می‌کند، همهٔ اجزای سازندهٔ آن (ثابت و متحرک) دمای بالایی پیدا می‌کنند؛ پس برای ساختن این قطعات باید از فلزی استفاده کنیم که دمای ذوب بالایی داشته باشد. از طرفی، این قطعات باید از جنس فلزی ساخته شوند که مقاومت بالایی در برابر خوردگی داشته باشد و تا حد امکان چگالی آن نیز کم‌تر باشد. با توجه به برتری تیتانیم نسبت به فولاد در همهٔ این زمینه‌ها، استفاده از این فلز برای ساختن موتور جت منطقی‌تر از فولاد است.

۲ از آن‌جا که تیتانیم در مقایسه با فولاد به مقدار بسیار کم‌تری با ذرات موجود در آب دریا وارد واکنش می‌شود، از این فلز برای ساختن پروانهٔ کشتی‌های اقیانوس‌پیما استفاده می‌شود.

۳ با توجه به زیبایی ظاهری تیتانیم و مقاومت بالای این فلز در مقابل خوردگی و سایش، ساخت بناهایی از جمله موزهٔ گوگنهایم با پوشش بیرونی تیتانیم، باعث افزایش ماندگاری این بناها شده است.

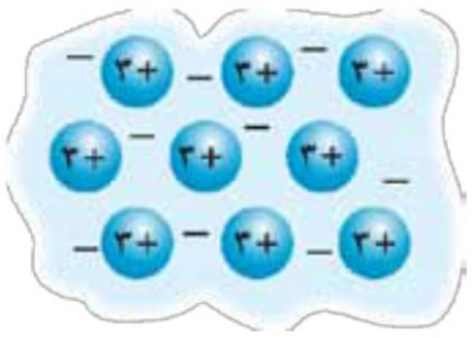
۴ تیتانیم به شکل آلیاژهای گوناگون نیز کاربرد گسترده‌ای در صنعت دارد. به عنوان مثال، نیتینول آلیاژی از تیتانیم و نیکل بوده که به آلیاژ هوشمند معروف است. از این آلیاژ در ساخت فراورده‌های صنعتی و پزشکی مانند سازه‌های فلزی در ارتودنسی، قاب (فریم) عینک و استنت (*یک توری فلزی که توسط متخصصین قلب در داخل رگ قرار داده می‌شود و آن را باز نگه می‌دارد.*) استفاده می‌شود.

نکتهٔ ترکیبی تیتانیم یک فلز محکم، کم‌چگال و مقاوم در برابر خوردگی است که از آن برای ساختن بدنهٔ دوچرخه استفاده می‌شود. این فلز را می‌توان براساس معادلهٔ مقابل از تیتانیم (IV) کلرید به دست آورید: $TiCl_4 + 2Mg \rightarrow Ti + 2MgCl_2$

نکتهٔ ترکیبی با توجه به واکنش‌پذیری بیشتر تیتانیم در مقایسه با آهن، از واکنش این فلز با آهن (III) اکسید می‌توان برای استخراج آهن براساس معادلهٔ مقابل استفاده کرد: $2Fe_2O_3 + 3Ti \rightarrow 4Fe + 3TiO_2$

نکتهٔ ترکیبی یکی از کاتالیزگرهای قابل استفاده برای واکنش پلیمری‌شدن اتن و تبدیل آن به پلی‌اتن، محتوی فلز تیتانیم است.

پرسش‌های چهارگزینه‌ای



۶۸۹- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) تصویر مقابل را می‌توان به مدل دریای الکترونی یک نمونهٔ خالص از فلز آلومینیم نسبت داد.

۲) پس از دورهٔ سنگی، در دورهٔ آهن و پس از آن در دورهٔ برنز، جوامع دچار دگرگونی و رشد شدند.

۳) بسیاری باور دارند پایداری جامعهٔ پیشرفته با فناوری کارآمد، به گستردگی استفاده از عنصرهای فلزی وابسته است.

۴) رسانایی الکتریکی، رسانایی گرمایی و تنوع اعداد اکسایش، از جمله رفتارهای فیزیکی فلزها به شمار می‌روند.

۶۹۰- چند مورد از مطالب زیر در رابطه با عناصر فلزی درست است؟

آ) در یک نمونهٔ خالص از فلز استرانسیم، به ازای هر یون استرانسیم، یک الکترون در دریای الکترونی وجود دارد.

ب) در طول سال‌های اخیر، میزان استفاده و بهره‌برداری از منابع عناصر فلزی بیشتر از منابع مواد معدنی بوده است.

پ) عناصر فلزی در هر چهار دستهٔ s، p، d و f جدول تناوبی جای داشته و رفتارهای فیزیکی و شیمیایی متنوعی دارند.

ت) عدد اتمی اولین فلز واسطه برابر با ۲۱ بوده و اتم‌های این عنصر در واکنش با عناصر نافلزی ۲ الکترون از دست می‌دهند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶۹۱- نمونه‌هایی به جرم برابر از منیزیم و کلسیم در اختیار داریم. در شرایط یکسان، ..... $(Ca = 40 , Mg = 24 : g.mol^{-1})$

۱) اگر چگالی فلز منیزیم ۱/۱۲ برابر چگالی کلسیم باشد، حجم نمونهٔ کلسیم تقریباً ۰/۹ برابر حجم نمونهٔ منیزیم می‌شود.

۲) شدت نور ایجاشده بر اثر واکنش فلز منیزیم با گاز کلر، بیشتر از شدت نور ایجادشده بر اثر واکنش فلز کلسیم با گاز کلر است.

۳) شمار الکترون‌های موجود در دریای الکترونی فلز منیزیم، ۰/۶ برابر شمار الکترون‌های موجود در دریای الکترونی فلز کلسیم است.

۴) حجم گاز تولیدشده در واکنش کلسیم با یک محلول اسیدی، کم‌تر از حجم گاز تولیدشده در واکنش منیزیم با یک محلول اسیدی است.

۶۹۲- چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

آ) داشتن جلا، رسانایی الکتریکی، رسانایی گرمایی و شکل‌پذیری از جمله رفتارهای فیزیکی فلزها به حساب می‌آیند.

ب) در شبکهٔ بلور فلزها، همانند شبکهٔ بلوری همهٔ ترکیب‌های یونی، هیچ پیوند اشتراکی بین اتم‌ها وجود ندارد.

پ) عناصر موجود در دستهٔ d جدول تناوبی، برخلاف عناصر موجود در دستهٔ p از این جدول، همگی فلز هستند.

ت) در مدل دریای الکترونی، الکترون‌های درونی اتم‌های فلز دریایی را ساخته و در آن آزادانه جابه‌جا می‌شوند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶۹۳- در دریای الکترونی نمونه‌ای از آلومینیم، $3/612 \times 10^{22}$ الکترون وجود دارد. این فلز با چند گرم آهن (III) اکسید به طور کامل واکنش می‌دهد و آهن تولیدشده در این فرایند، با چند میلی‌لیتر گاز اکسیژن در شرایط استاندارد واکنش داده و اکسید می‌شود؟ (گزینه‌ها را به ترتیب از راست به چپ بخوانید. $Fe = 56 , Al = 27 , O = 16 : g.mol^{-1}$)

۱) ۱۶۸ ـ ۰/۸ ۲) ۱۶۸ ـ ۱/۶ ۳) ۳۳۶ ـ ۰/۸ ۴) ۳۳۶ ـ ۱/۶

۶۹۴- چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟

آ) از مدل دریای الکترونی برای توجیه واکنش‌پذیری و تنوع اعداد اکسایش فلزات می‌توان استفاده کرد.

ب) در بلور فلز منیزیم، الکترون‌هایی با $n = 4$ از اتم‌های منیزیم جدا شده و دریای الکترونی را می‌سازند.

پ) در شبکهٔ بلوری عناصر فلزی، دریای الکترونی عاملی است که چیدمان کاتیون‌ها را در کنار یکدیگر حفظ می‌کند.

ت) الکترون‌های موجود در دریای الکترونی فلز پتاسیم را نمی‌توان تنها متعلق به یک اتم پتاسیم معین دانست.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶۹۵- کدام‌یک از عبارت‌های داده‌شده در رابطه با فلزها درست است؟

۱) همهٔ فلزهای موجود در دستهٔ d جدول تناوبی عناصر، با عناصر نافلزی با اعداد اکسایش متنوعی ظاهر می‌شوند.

۲) سرب جامدی شکل‌پذیر به شمار می‌رود و از آن برای پوشاندن سطح آهن در فرایند ساختن ورقه‌های حلبی استفاده می‌شود.

۳) تعداد الکترون‌های موجود در دریای الکترونی فلزهای قلیایی، با تعداد کاتیون‌های فلزی موجود در بلور آن فلز برابر است.

۴) فراوان‌ترین عنصر سازندهٔ زمین یک فلز بوده و همانند سیلیس و الماس، در حالت مذاب رسانای جریان الکتریسیته است.

۶۹۶- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) رسانایی الکتریکی فلزها، همانند گرافیت، توسط الکترون‌ها انجام شده و به این گروه از مواد، رسانای الکترونی گفته می‌شود.

ب) در دریای الکترونی کاهنده‌ترین عنصر فلزی موجود در جدول تناوبی، به ازای هر کاتیون، دو الکترون آزاد وجود دارد.

پ) آرایش الکترونی اتم‌های همهٔ عناصر فلزی به یک زیرلایهٔ الکترونی با عدد کوانتومی فرعی صفر ختم می‌شود.

ت) همهٔ عناصر فلزی در حالت جامد سخت و محکم هستند و اغلب در طبیعت به شکل سنگ معدن یافت می‌شوند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶۹۷- کلمات موجود در کدام گزینه، جملهٔ زیر را به درستی پر می‌کنند؟

«..... یک جامد بلوری ..... با دمای ذوب ..... است که پس از ریختن پودر آن در آب، یک محلول ..... ایجاد می‌شود.»

۱) پتاسیم ـ شکننده ـ بالا ـ رسانا ۲) سیلیسیم کربید ـ شکننده ـ بالا ـ نارسانا

۳) مالتوز ـ نرم ـ پایین ـ رسانا ۴) منیزیم هیدروکسید ـ نرم ـ بالا ـ نارسانا

۶۹۸- کدام‌یک از عبارت‌های داده‌شده نادرست است؟

۱) در شبکهٔ بلوری مس، همانند شبکهٔ بلوری سدیم کلرید، آنیون‌ها سبب نگه‌داشتن کاتیون‌ها در کنار یکدیگر می‌شوند.

۲) عناصر فلزی، برخلاف ترکیب‌های یونی، علاوه بر حالت مذاب، در حالت جامد نیز رسانای جریان الکتریسیته هستند.

۳) فلزها رفتارهای فیزیکی متنوعی داشته و هنوز هم کلید رشد، گسترش و ارتقای کیفیت زندگی بشر به شمار می‌روند.

۴) جامدهای فلزی، برخلاف جامدهای یونی و جامدهای کووالانسی، چکش‌خوار بوده و بر اثر ضربهٔ چکش خرد نمی‌شوند.

۶۹۹- در دریای الکترونی آلیاژی از آلومینیم و منیزیم به جرم ۱۵ گرم، $۹/۰۳\times۱۰^{۲۳}$ الکترون وجود دارد. درصد جرمی منیزیم در این آلیاژ برابر با ..... بوده و این آلیاژ با ..... لیتر محلول اسیدی با $pH = ۰/۵$ به طور کامل واکنش می‌دهد. $(Al = ۲۷ , Mg = ۲۴ : g.mol^{-۱})$

۱) ۴۰ ـ ۲/۵ ۲) ۲۵ ـ ۲/۵ ۳) ۴۰ ـ ۵ ۴) ۲۵ ـ ۵

۷۰۰- چند مورد از مطالب زیر در رابطه با فلز کروم ($^{۵۲}_{۲۴}Cr$) درست است؟

آ) رفتار شیمیایی این عنصر از نظر تنوع عدد اکسایش اتم‌های آن، مشابه رفتار شیمیایی روی است.

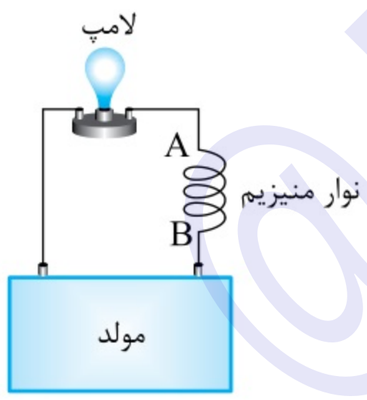
ب) در حالت مذاب، برخلاف ترکیب‌های یونی، بدون تجزیه‌شدن جریان الکتریسیته را از خود عبور می‌دهد.

پ) شمار الکترون‌هایی با $l = ۰$ در اتم‌های این عنصر، کم‌تر از شمار این الکترون‌ها در عناصر قبل و بعد از آن است.

ت) رسانایی الکتریکی و گرمایی بالا و قابلیت چکش‌خواری، از جمله ویژگی‌های مشترک این ماده و عنصر $^{۱۱۹}_{۵۰}X$ است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۷۰۱- همهٔ عبارت‌های زیر در رابطه با فلز منیزیم درست هستند؛ به‌جز:



۱) پس از ورود n الکترون به قسمت A از نوار منیزیمی مقابل، n الکترون از قسمت B آن خارج می‌شود.

۲) یک فلز فعال با قدرت کاهندگی زیاد بوده و در صنعت طی واکنش برقکافت منیزیم کلرید تولید می‌شود.

۳) یک جامد فلزی بوده و در گذشته از واکنش سوختن آن به عنوان منبع نور در عکاسی استفاده می‌شده است.

۴) در حالت جامد و مذاب رسانا است اما پس از انداختن یک قطعه از آن در آب، یک محلول نارسانا ایجاد می‌شود.

۷۰۲- چند مورد از مطالب زیر در رابطه با فلز کلسیم ($^{۴۰}_{۲۰}Ca$) درست است؟

آ) طی واکنش هر مول از این فلز با مقدار کافی از محلول هیدروکلریک اسید، دو مول گاز هیدروژن آزاد می‌شود.

ب) جرم هستهٔ اتم‌های این عنصر، تقریباً ۴×۱۰^{۴} برابر جرم الکترون‌های موجود در دریای الکترونی آن است.

پ) در شبکهٔ بلوری آن، برخلاف شبکهٔ بلوری کلسیم کلرید، اندازهٔ بار همهٔ یون‌ها با یکدیگر برابر است.

ت) حرکت کاتیون‌های موجود در ساختار بلوری این ماده، موجب ایجاد خاصیت رسانایی الکتریکی در آن می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۷۰۳- یک قطعه از فلز آلومینیم با ۵ لیتر محلول مس (II) سولفات با چگالی $۱/۲ g.mL^{-۱}$ که غلظت یون سولفات در آن برابر با ۴۸۰ ppm است، به طور کامل واکنش می‌دهد. در دریای الکترونی این قطعه از آلومینیم، جمعاً چند الکترون وجود دارد؟ $(S = ۳۲ , O = ۱۶ : g.mol^{-۱})$

۱) $۴/۸۱۶\times۱۰^{۲۲}$ ۲) $۱/۸۰۶\times۱۰^{۲۲}$ ۳) $۲/۴۰۸\times۱۰^{۲۲}$ ۴) $۳/۶۱۲\times۱۰^{۲۲}$

۷۰۴- عبارت‌های موجود در کدام‌یک از گزینه‌های زیر، جملهٔ داده‌شده را به درستی پر می‌کنند؟ «همهٔ موادی که ..... ، .....»

۱) در حالت جامد سخت و شکننده هستند ـ در حالت مذاب جریان الکتریسیته را از خود عبور می‌دهند.

۲) در حالت مذاب رسانای جریان الکتریسیته هستند ـ شکننده بوده و بر اثر ضربهٔ چکش خرد می‌شوند.

۳) کاتیون‌ها در ساختن بلور آن شرکت می‌کنند ـ در حالت مذاب رسانای جریان الکتریسیته هستند.

۴) برای توصیف آن‌ها نمی‌توان از واژهٔ «فرمول مولکولی» استفاده کرد ـ فاقد پیوندهای اشتراکی در ساختار خود هستند.

۷۰۵- چه تعداد از عبارت‌های زیر درست هستند؟

آ) جامدهای یونی، برخلاف همهٔ مواد مولکولی، پس از انحلال در آب، محلول‌هایی با رسانایی الکتریکی بالا ایجاد می‌کنند.

ب) جامدهای فلزی از آرایش سه‌بعدی و منظم یون‌ها تشکیل شده‌اند و همانند گرافیت، رسانای جریان الکتریسیته و گرما هستند.

پ) اگر یک مادهٔ بلوری شکننده باشد اما درحالت مذاب جریان برق را از خود عبور ندهد، آن ماده یک جامد کووالانسی است.

ت) یک نمونهٔ خالص از سدیم کلرید، در دمایی که بلور کلسیم فلوئورید شروع به ذوب‌شدن می‌کند، به حالت مذاب دیده می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۷۰۶- کدام‌یک از عبارت‌های داده‌شده نادرست است؟

۱) عدد اکسایش سیلیسیم در وانادیم (II) سیلیکات، مشابه عدد اکسایش اتم‌های این عنصر در فراوان‌ترین اکسید موجود در پوستهٔ زمین است.

۲) برای توصیف هیچ‌کدام از مواد شرکت‌کننده در واکنش استخراج آهن از Fe_2O_3 به کمک گرافیت، نمی‌توان از واژهٔ «مولکول» استفاده کرد.

۳) عناصر فلزی پتاسیم، کلسیم و تیتانیم، متعلق به تناوب چهارم بوده و ترتیب واکنش‌پذیری آن‌ها به صورت $_{22}Ti > {}_{20}Ca > {}_{19}K$ است.

۴) سیلیسیم کربید یک ساینده ارزان بوده و از آن در تهیهٔ سنباده استفاده می‌شود و میزان سختی آن در مقایسه با الماس کم‌تر است.

رنگ، نمادی از زیبایی

۷۰۷- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) اگر در محیطی پرتوهای الکترومغناطیس با طول موج ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر وجود نداشته باشد، انسان نمی‌تواند پیرامون خود را ببیند.

۲) مواد رنگی بخشی از نور سفید تابیده‌شده به سمت خود را جذب کرده و باقی‌ماندهٔ آن را عبور می‌دهند یا بازتاب می‌کنند.

۳) رنگ‌هایی که از آن ها برای پوشش سطوح استفاده می‌شود، نوعی کلویید بوده و لایهٔ نازکی را روی سطح ایجاد می‌کنند.

۴) اگر یک نمونهٔ ماده، همهٔ طول موج‌های مرئی که به سمت آن تابیده می‌شود را بازتاب کند، به رنگ سیاه دیده می‌شود.

۷۰۸- چند مورد از عبارت‌های زیر درست هستند؟

آ) اجسام سفیدرنگ، همهٔ پرتوهای الکترومغناطیسی مرئی که توسط اجسام آبی جذب می‌شوند را بازتاب می‌کنند.

ب) انرژی پرتوهای مرئی بازتاب‌شده از اجسام بنفش، بیشتر از انرژی پرتوهای مرئی بازتاب‌شده از اجسام قرمز است.

پ) تیتانیم (II) اکسید و آهن (III) اکسید از جمله رنگدانه‌های معدنی بوده و به ترتیب رنگ‌های سفید و قرمز را ایجاد می‌کنند.

ت) در زمان‌های گذشته، انسان‌ها رنگدانه‌ها را از منابع طبیعی همچون گیاهان، جانوران و برخی از کانی‌ها تهیه می‌کردند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۷۰۹- همهٔ عبارت‌های زیر درست هستند؛ به‌جز:



۱) سازندهٔ اصلی یک مادهٔ رنگی که به آن رنگ بخشیده و به صورت طبیعی یا مصنوعی تولید می‌شود، رنگدانه نام دارد.

۲) برخلاف یون Cu^{2+}، قدرت اکسندگی وانادیم در محلولی از نمک وانادیم (V) از قدرت اکسندگی یون روی کم‌تر است.

۳) اگر پرتوهای بازتاب‌شده از یک جسم قرمزرنگ را به سمت جسم مقابل بتابانیم، این جسم به رنگ سیاه دیده می‌شود.

۴) شمار الکترون‌هایی با $l = 0$ در آرایش الکترونی یون $_{23}V^{3+}$، با شمار الکترون‌هایی با $l = 1$ در اتم‌های منیزیم برابر است.

۷۱۰- عبارت‌های موجود در کدام گزینه، جملهٔ زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟

«همهٔ طول موج‌های مرئی که توسط اجسام ..... رنگ ..... می‌شوند، .....»

۱) قرمز ـ بازتاب ـ توسط اجسام آبی‌رنگ نیز بازتاب می‌شوند.

۲) سیاه ـ بازتاب ـ در طیف نشری خطی اتم‌های هیدروژن نیز وجود دارند.

۳) سبز ـ جذب ـ توسط اجسام سفیدرنگ بازتاب می‌شوند.

۴) آبی ـ جذب ـ توسط رنگدانه‌های آهن (III) اکسید نیز جذب می‌شوند.

۷۱۱- لیکوپن، عامل ایجاد رنگ قرمز در هندوانه و گوجه‌فرنگی است. بر این اساس، چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) این رنگدانه، پرتوهای مرئی قرمزرنگ را جذب کرده و سایر پرتوهای مرئی را بازتاب می‌کند.

ب) تمام عناصر شرکت‌کننده در ساختار این ماده، در ساختار مولکول‌های چربی نیز وجود دارند.

پ) یک ترکیب بازدارنده است و موجب کاهش فعالیت رادیکال‌های آزاد در بدن انسان می‌شود.

ت) این رنگدانه، برخلاف دوده، برخی از پرتوهای مرئی تابیده‌شده به سمت خود را بازتاب می‌کند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۷۱۲- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با آهن (III) اکسید درست است؟

۱) طول موج پرتوهای مرئی بازتاب‌شده توسط این رنگدانه در مقایسه با طول موج پرتوهای مرئی جذب‌شده توسط آن بلندتر است.

۲) به عنوان رنگ قرمز در نقاشی به کار می‌رود و آنتالپی فروپاشی شبکهٔ آن کم‌تر از آنتالپی فروپاشی شبکهٔ آهن (II) اکسید است.

۳) طی واکنش شیمیایی میان فراوان‌ترین عناصر سازندهٔ کرهٔ زمین تشکیل شده و یکی از اجزای سازندهٔ سنگ معدن بوکسیت است.

۴) در این رنگدانهٔ معدنی، برخلاف فراوردهٔ نهایی حاصل از فرایند خوردگی اجسام آهنی، عدد اکسایش اتم‌های Fe برابر با ۳+ است.

۷۱۳- عبارت‌های موجود در کدام گزینه، جملهٔ زیر را به درستی پر می‌کنند؟

«اگر در یک اتاق کاملاً تاریک، پرتوهای موجود در طیف نشری خطی ..... را به یک جسم ..... بتابانیم، .....»

۱) لیتیم ـ سفیدرنگ ـ جسم موردنظر توسط چشم انسان به رنگ زرد دیده می‌شود.

۲) هیدروژن ـ قرمزرنگ ـ جسم موردنظر پرتوهایی با طول موج ۵۶۵ نانومتر را بازتاب می‌کند.

۳) لیتیم ـ قرمزرنگ ـ همهٔ پرتوهای مرئی موجود در طیف نشری خطی موردنظر توسط جسم بازتابانده می‌شوند.

۴) هیدروژن ـ سیاه‌رنگ ـ پرتوهایی با طول موج ۴۳۴ nm، همانند پرتوهایی با طول موج ۴۱۰ nm توسط جسم جذب می‌شوند.

۷۱۴- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) هرگاه گاز اتن را وارد محلولی از برم کنیم، به تدریج میزان جذب پرتوهای آبی‌رنگ توسط محلول موردنظر کاهش پیدا می‌کند.

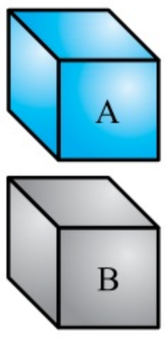
ب) با تغییر عدد اکسایش اتم‌های وانادیم در محلولی از نمک‌های این عنصر، طول موج پرتوهای جذب‌شده توسط آن تغییر می‌کند.

پ) امروزه، رنگدانه‌های زیادی به صورت مصنوعی تولید شده و از آن‌ها در صنایع غذایی، نساجی و ساختمانی استفاده می‌شود.

ت) رنگ‌هایی که برای پوشش سطح به کار می‌روند، افزون بر زیبایی، مانع خوردگی اجسام در برابر اکسیژن و مواد شیمیایی می‌شوند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۷۱۵- نور سفیدرنگ خورشید را در شرایط یکسان به اجسام مقابل می‌تابانیم. کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با این اجسام رنگی نادرست است؟



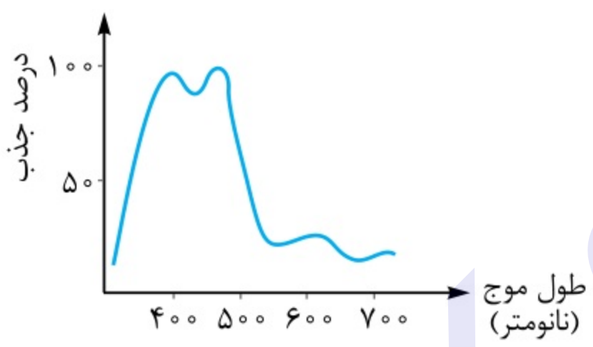
۱) پس از گذشتن یک بازهٔ زمانی، دمای جسم A در مقایسه با جسم B به مقدار بیشتری افزایش پیدا می‌کند.

۲) پرتوهای بازتاب‌شده از جسم B در مقایسه با پرتوهای بازتاب‌شده از جسم A طول موج بلندتری دارند.

۳) در هنگام گذر از منشور، پرتوهای بازتاب‌شده از جسم A بیشتر از پرتوهای بازتاب‌شده از جسم B منحرف می‌شوند.

۴) انرژی پرتوهای مرئی بازتاب‌شده از جسم A، همانند پرتوهای مرئی بازتاب‌شده از جسم B، کم‌تر از پرتوهای نیلی است.

۷۱۶- نمودار مقابل، درصد جذب طول موج‌های مرئی طیف الکترومغناطیس توسط یک رنگدانه را نشان می‌دهد. با توجه به این نمودار، چند مورد از مطالب زیر در رابطه با این رنگدانه نادرست است؟



آ) این رنگدانه، همانند آهن (III) اکسید، پرتوهای آبی را جذب کرده و پرتوهای قرمز را بازتاب می‌کند.

ب) تمام طول موج‌های مرئی بازتاب‌شده توسط این رنگدانه، توسط ذرات سازندهٔ دوده جذب می‌شوند.

پ) این رنگدانه، برخلاف محلولی از نمک وانادیم (IV)، پرتوهای مرئی نارنجی را به طور کامل جذب می‌کند.

ت) میانگین انرژی پرتوهای مرئی بازتاب‌شده از آن، بیشتر از میانگین انرژی پرتوهای مرئی جذب‌شده است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۷۱۷- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟ ($_{23}V$)

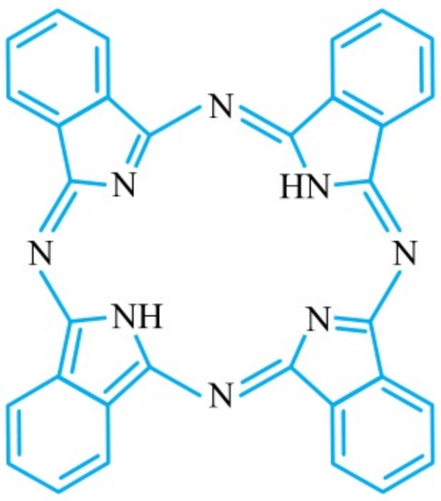
۱) اگر جسمی طول موج‌های الکترومغناطیسی کوتاه‌تر از ۶۰۰ nm را جذب کند، در معرض نور خورشید به رنگ آبی دیده می‌شود.

۲) دوده و TiO_2 از جمله رنگدانه‌های معدنی به شمار می‌روند و از آن‌ها به ترتیب برای ایجاد رنگ‌های سیاه و قرمز استفاده می‌شود.

۳) یون وانادیم (II)، یک الکترون با $l = 2$ را از دست داده و با انجام‌شدن نیم‌واکنش اکسایش، به یون وانادیم (III) تبدیل می‌شوند.

۴) با کارکردن سلول گالوانی روی ـ مس، به مرور زمان میزان جذب پرتوهای قرمزرنگ توسط محلول موردنظر افزایش پیدا می‌کند.

۷۱۸- تصویر مقابل، مربوط به یک رنگدانهٔ بنفش است. چند مورد از مطالب زیر در رابطه با این ماده درست است؟



آ) انرژی پرتوهای مرئی جذب‌شده توسط این رنگدانه، کم‌تر از انرژی پرتوهای بازتاب‌شده از آن است.

ب) همانند مولکول‌های آمونیاک، عدد اکسایش همهٔ اتم‌های نیتروژن موجود در این ماده منفی است.

پ) فرمول شیمیایی آن به صورت $C_{32}H_{18}N_8$ بوده و در آن ۸۴ پیوند اشتراکی بین اتم‌ها وجود دارد.

ت) همانند مولکول‌های استیک اسید، حداکثر عدد اکسایش اتم‌های کربن در این ماده برابر ۳+ است.

۱) ۱

۲) ۲

۳) ۳

۴) ۴

۷۱۹- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با رنگدانه‌های معدنی که از آن برای ایجاد رنگ سفید استفاده می‌شود، نادرست است؟ ($_{22}Ti$, $_{26}Fe$)

۱) عدد اکسایش فلز موجود در این رنگدانه، برابر با عدد اکسایش اتم‌های سیلیسیم در منیزیم سیلیکات است.

۲) تفاوت دمای ذوب و جوش این ماده بیشتر از تفاوت دمای ذوب و جوش یک نمونهٔ خالص از اتانول است.

۳) در آرایش الکترونی یون‌های فلزی موجود در ساختار آن، ۱۰ الکترون در لایهٔ سوم الکترونی قرار گرفته است.

۴) همانند رسوب حاصل از واکنش میان محلول سدیم کلرید و محلول نقره نیترات، همهٔ پرتوهای مرئی را بازتاب می‌کند.

۷۲۰- چه تعداد از عبارت‌های زیر در رابطه با وانادیم ($_{23}V$) درست است؟

آ) سومین فلز واسطه موجود در جدول تناوبی عناصر است و آرایش الکترونی آن به یک زیرلایه با $l = 0$ ختم می‌شود.

ب) انرژی پرتوهای مرئی بازتاب‌شده از محلول نمک وانادیم (IV)، بیشتر از پرتوهای مرئی بازتاب‌شده از محلول نمک وانادیم (III) است.

پ) در محلولی از نمک‌های این عنصر که به رنگ بنفش دیده می‌شود، در آرایش الکترونی یون وانادیم ۱ الکترون با $l = 2$ وجود دارد.

ت) محلول حاصل از انحلال نمک VO_2OH در آب، همانند محلول مس (II) سولفات، به رنگ آبی دیده می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۷۲۱- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟ ($_{22}Ti$, $_{26}Fe$)

۱) آرایش الکترونی کاتیون‌ها در بلور رنگدانهٔ معدنی که از آن برای ایجاد رنگ سفید استفاده می‌شود، مشابه آرایش الکترونی گاز آرگون است.

۲) در واکنش فلز روی با محلولی از نمک وانادیم (V)، فراورده‌های تولیدشده پایداری کم‌تری نسبت به واکنش‌دهنده‌های مصرف‌شده دارند.

۳) محلولی از نمک وانادیم (II)، همانند محلول آبی آهن (III) کلرید، می‌تواند پرانرژی‌ترین پرتوهای الکترومغناطیسی مرئی را جذب کند.

۴) در واکنش فلز روی با محلول وانادیم (V)، برخلاف واکنش انجام‌شده در سلول گالوانی روی ـ نقره، اتم‌های Zn در نقش اکسنده هستند.

۷۲۲- چند مورد از مطالب زیر، در رابطه با اکسیدی از گوگرد که گشتاور دوقطبی آن برابر صفر می‌باشد، درست است؟ ($Ti = 48 , S = 32 , O = 16 : g.mol^{-1}$)

آ) جرم هر مولکول از این ماده، با جرم هر مولکول از رنگدانهٔ معدنی مورد استفاده برای ایجاد رنگ سفید برابر است.

ب) این ترکیب مولکولی، در مقایسه با یک نمونه از سدیم کلرید، در گسترهٔ دمایی کم‌تری به حالت مایع دیده می‌شود.

پ) این ترکیب ساختای مسطح داشته و برخلاف الماس، در حالت مذاب نیز جریان الکتریسیته را از خود عبور نمی‌دهد.

ت) شمار الکترون‌های ناپیوندی موجود در هر مولکول آن، ۲ برابر شمار این الکترون‌ها در هر مولکول کربونیل سولفید است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۷۲۳- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) گرافیت یک جامد کووالانسی دوبعدی و سیاه‌رنگ بوده و همهٔ طول موج‌های الکترومغناطیسی مرئی را جذب می‌کند.

۲) گشتاور دوقطبی مولکول‌های دی‌متیل اتر بزرگ‌تر از صفر بوده و در ساختار آن، همانند ساختار اتیل متانوات، دو پیوند C — O وجود دارد.

۳) برای رسم نقشهٔ پتانسیل الکترواستاتیکی مولکول‌های اسید چرب، قسمت ناقطبی آن‌ها توسط رنگ قرمز مشخص می‌شود.

۴) نفتالن یک ترکیب مولکولی با گشتاور دوقطبی نزدیک به صفر بوده و همهٔ طول موج‌های مرئی تابیده‌شده به خود را بازتاب می‌کند.

تیتانیم

۷۲۴- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با تیتانیم نادرست است؟

۱) یکی از اکسیدهای این عنصر به عنوان یک رنگدانهٔ معدنی و سفیدرنگ در صنایع مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۲) شبکهٔ بلوری آن در حالت جامد، همانند شبکهٔ بلوری اورانیم، آرایش منظمی از کاتیون‌ها در سه بعد است.

۳) در دستهٔ d از تناوب سوم جدول دوره‌ای جای داشته و همانند طلا، یک فلز سخت و با استحکام بالا به شمار می‌رود.

۴) از این عنصر فلزی در ساختن موتور جت، پروانهٔ کشتی‌های اقیانوس‌پیما و نمای زیبای ساختمان‌ها استفاده می‌شود.

۷۲۵- از واکنش میان یک قطعه فلز منیزیم با تیتانیم (IV) کلرید، برای به دست آوردن فلز تیتانیم استفاده می‌شود. بر این اساس، واکنش‌پذیری فلز تیتانیم در مقایسه با منیزیم ..... است و اگر تفاوت جرم فراورده‌های تولیدشده در این فرایند برابر با ۲۸/۴ گرم باشد، در دریای الکترونی فلز منیزیم مصرف‌شده ..... عدد الکترون وجود داشته است. ($Ti = 48 , Cl = 35/5 , Mg = 24 : g.mol^{-1}$)

۱) بیشتر ـ $2/408 \times 10^{23}$ ۲) بیشتر ـ $4/816 \times 10^{23}$ ۳) کم‌تر ـ $4/816 \times 10^{23}$ ۴) کم‌تر ـ $2/408 \times 10^{23}$

۷۲۶- چند مورد از مطالب زیر درست است؟ ($_{22}Ti$)

آ) فلزهای واسطه در ویژگی‌هایی مانند سختی، نقطهٔ ذوب و تنوع اعداد اکسایش با فلزهای دستهٔ s تفاوت دارند.

ب) تیتانیم، چهارمین فلز واسطهٔ موجود در جدول تناوبی عناصر بوده و همانند فولاد، مقاومت بالایی در برابر سایش دارد.

پ) فولاد با ذره‌های موجود در آب دریا واکنش نمی‌دهد و از آن برای ساختن مغزی سیم‌های انتقال برق فشار قوی استفاده می‌شود.

ت) بخاطر زیبایی ظاهر تیتانیم و مقاومت بالای آن در برابر خوردگی و سایش، از این فلز برای‌ساختن نمای ساختمان‌ها استفاده می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۷۲۷- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) ویژگی‌های شیمیایی فلزهای واسطه، برخلاف ویژگی‌های فیزیکی آن‌ها، مشابه فلزهای اصلی است.

۲) فلز تیتانیم، مقاومت بالایی در برابر خوردگی داشته و همانند آلومینیم، چگالی آن کم‌تر از فولاد است.

۳) عدد اکسایش نیتروژن در NF_3 همانند عدد اکسایش وانادیم در محلولی از آن است که به رنگ سبز دیده می‌شود.

۴) از فلز تیتانیم به خاطر دمای ذوب بالا و چگالی کم آن، برای‌ساختن قطعات موتور جت استفاده می‌شود.

۷۲۸- کدام موارد از مطالب زیر، درست است؟

آ) از سیلیس خالص، به دلیل داشتن خواص نوری ویژه، برای ساختن انواع منشورها و عدسی‌ها استفاده می‌شود.

ب) قابلیت تغییر شکل و حفظ قابلیت رسانایی الکتریکی در حالت مذاب، از جمله ویژگی‌های جامدات یونی هستند.

پ) عناصر فلزی موجود در نیتینول، برخلاف عناصر موجود در آهن سفید، همگی متعلق به دستهٔ d از جدول تناوبی هستند.

ت) الکترون‌های ناپیوندی روی اتم مرکزی می‌توانند تقارن و توزیع یکنواخت بارهای الکتریکی در مولکول‌های چنداتمی را به هم بزنند.

۱) (آ) و (پ) ۲) (پ) و (ت) ۳) (آ)، (ب) و (پ) ۴) (آ) و (ت)

۷۲۹- چگالی تیتانیم و آلومینیم، به ترتیب برابر با ۴/۵ و ۲/۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب است. اگر چگالی آلیاژی از تیتانیم و آلومینیم برابر با ۳/۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب باشد، درصد جرمی تیتانیم در این آلیاژ کدام است؟

۱) ۵۰ ۲) ۳۷/۵ ۳) ۶۲/۵ ۴) ۲۵

۷۳۰- چند مورد از مطالب زیر نادرست است؟ ($_{22}Ti$)

آ) تیتانیم با ذره‌های موجود در آب دریا واکنش نداده و همانند فولاد زنگ‌نزن، مقاومت بالایی در برابر خوردگی دارد.

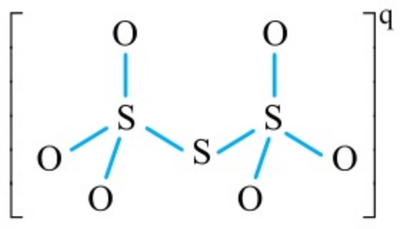
ب) نیتینول آلیاژی از تیتانیم و آلومینیم است که از آن برای‌ساختن سازه‌های فلزی در ارتودنسی استفاده می‌شود.

پ) شمار زیرلایه‌های دوالکترونی در هر یک از اتم‌های تیتانیم، ۲ برابر شمار زیرلایه‌های ۶ الکترونی در این اتم‌ها است.

ت) عدد اکسایش تیتانیم در Rb_2TiO_3، مشابه عدد اکسایش آن در رنگدانهٔ معدنی مورد استفاده برای ایجاد رنگ قرمز است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۷۳۱- تصویر زیر، ساختار یک یون چنداتمی را نشان می‌دهد. اگر در ترکیب یونی حاصل از این آنیون با یون‌های تیتانیم، درصد جرمی تیتانیم برابر با ۲۰٪ باشد، عدد اکسایش تیتانیم در این ترکیب، ..... برابر عدد اکسایش آن در ترکیبی است که به عنوان رنگدانهٔ سفید کاربرد دارد و درصد جرمی اکسیژن نیز در این ترکیب ..... برابر درصد جرمی اکسیژن در رنگدانهٔ موردنظر است. ($Ti = 48 , Cl = 35/5 , Mg = 24 : g.mol^{-1}$)



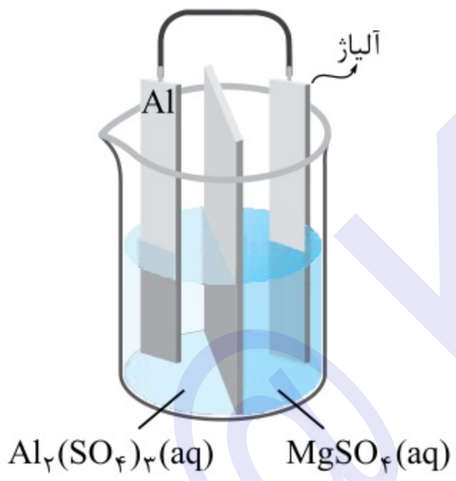
۱) ۱ ـ ۰/۵

۲) ۱ ـ ۰/۷۵

۳) ۱/۶ ـ ۰/۵

۴) ۱/۶ ـ ۰/۷۵

۷۳۲- آلیاژی از تیتانیم و منیزیم به جرم ۱۹۲ گرم را در موقعیت آند سلول گالوانی مقابل قرار می‌دهیم. اگر درصد جرمی تیتانیم در آلیاژ اولیه برابر ۲۰٪ باشد، پس از عبور $3/612 \times 10^{24}$ الکترون از مدار خارجی این سلول، درصد جرمی تیتانیم در این آلیاژ چه‌قدر می‌شود؟ ($Mg = 24 , Ti = 48 : g.mol^{-1}$)



۱) ۲۸

۲) ۲۴

۳) ۳۲

۴) ۳۶

۷۳۳- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟ (پتانسیل کاهشی استاندارد فلزهای تیتانیم و آهن، به ترتیب برابر با ۱/۶۳− و ۰/۴۴− ولت است.)

۱) بخاطر واکنش ناچیز تیتانیم با ذره‌های موجود در آب دریا، از این عنصر برای ساختن پروانهٔ کشتی‌های اقیانوس‌پیما استفاده می‌شود.

۲) با توجه به واکنش‌پذیری بیشتر آهن در مقایسه با تیتانیم، از فلز آهن می‌توانیم برای استخراج تیتانیم از ترکیب‌های آن استفاده کنیم.

۳) نیتینول یک آلیاژ هوشمند از دو فلز واسطه است و از آن برای ساختن استنت درون رگ‌ها و قاب فلزی عینک‌ها استفاده می‌شود.

۴) از قطعات تیتانیم، همانند فلزهای روی و منیزیم، می‌توانیم برای محافظت از یک جسم آهنی در مقابل خوردگی استفاده کنیم.

۷۳۴- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) اگر چگالی فلز نیکل بیشتر از تیتانیم باشد، چگالی یک نمونه از نیتینول بیشتر از چگالی تیتانیم خالص می‌شود.

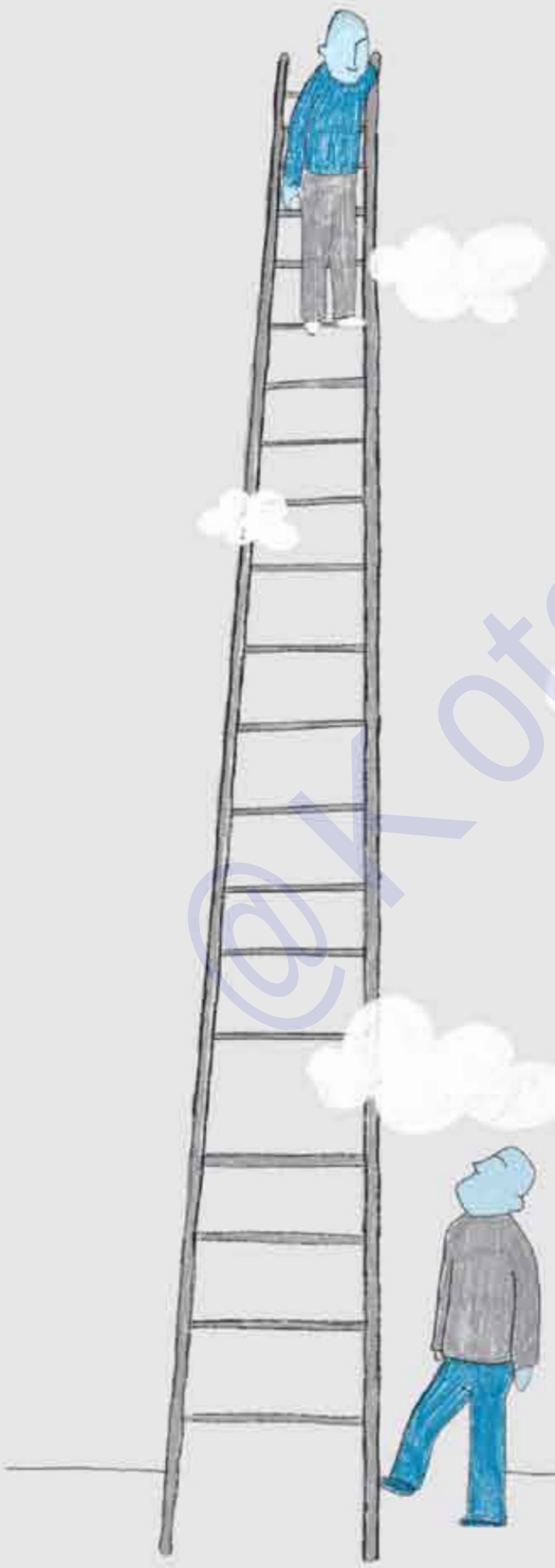
ب) یک نمونه از آهن (III) اکسید، برخلاف یک نمونه از دوده، توانایی جذب پرتوهایی با طول موج ۶۵۰ نانومتر را ندارد.

پ) در بازهٔ دمایی که سدیم کلرید به حالت مذاب وجود دارد، HF به حالت گاز و تیتانیم به حالت جامد دیده می‌شود.

ت) محلول Na_3VO_4 به رنگ زرد دیده شده و عدد اکسایش وانادیم در آن مشابه عدد اکسایش فسفر در پتاسیم فسفات است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

فصل ۴ شیمی، راهی به سوی آیندهٔ روشن‌تر



سلام!

امیدوارم حالتون خوب باشه ...

فصل آخر کتاب شیمی دوازدهمه و مؤلفین کتاب درسی، از هر دری توی این فصل سخن به میان آوردن! در ابتدای فصل، با فراوری مواد شیمیایی و روند تولید مواد آلی جدید با استفاده از مواد آلی ساده آشنا می‌شیم. بعد از اون، نوبت به بررسی واکنش‌های تعادلی و عوامل مؤثر بر تعادل‌های شیمیایی می‌رسه. در ادامه هم با فرایند هابر و مراحل انجام‌شدن اون آشنا می‌شیم و انتهای فصل هم به بررسی ساختار و مراحل تولید یکی از مهم‌ترین پلیمرهای مورد استفاده در زندگی روزمره می‌پردازیم.

نوبت می‌رسه به اطلاعات آماری این فصل:

- **تعداد احتمالی سؤالات این فصل در کنکور ⇐ ۲ تا ۴ عدد**
- **حجم سؤالات حفظی فصل ⇐ متوسط**
- **حجم سؤالات مفهومی فصل ⇐ زیاد**
- **حجم مسائل عددی فصل ⇐ زیاد**

بچه‌ها! حتما قبل از مطالعهٔ این فصل، یه نگاهی به ساختار و ویژگی‌های انواع گروه‌های عاملی مطرح‌شده در کتاب درسی یازدهم بندازین.

@Konkor

بخش ۱ پاکیزگی هوا

مقدمهٔ فصل

رشد و پیشرفت هر جامعه تنها در سایهٔ تلاش هدفمند و آگاهانهٔ افراد آن جامعه محقق می‌شود. انگیزه، دانش، توانایی و مهارت، از جمله زیرساخت‌های مورد نیاز برای پیشرفت جوامع هستند. دسترسی آسان و ارزان‌تر به فناوری‌های نو، از جمله نتایج رشد و پیشرفت یک جامعه هستند. بهره‌گیری از مبدل‌های کاتالیستی در خودروها، تهیهٔ کودهای شیمیایی سبز و تبدیل مواد شیمیایی خام به مواد ارزشمندتر، از جمله فناوری‌هایی هستند که به کمک دانش شیمی محقق شده‌اند.

نقش شیمی

مثل همیشه! دانش شیمی و فناوری‌های آن، نقش پررنگی در گذر از تنگناها و رسیدن به زندگی مدرن امروزی داشته است. نمودار زیر، برخی از فناوری‌های مهم شیمیایی و نتایج حاصل از آن‌ها را نشان می‌دهد:

فناوری‌های شیمی
- تصفیهٔ آب ← جلوگیری از گسترش انواع بیماری‌ها از جمله وبا در جهان
- تولید پلاستیک ← دگرگون‌کردن صنعت تولید پوشاک و صنعت بسته‌بندی مواد غذایی و دارویی
- شناسایی و تولید مواد بی‌حس‌کننده و آنتی‌بیوتیک ← هموارشدن راه برای انجام جراحی‌های گوناگون
- شناسایی و تولید کودهای شیمیایی مناسب ← تأمین غذای جمعیت جهان
- تولید بنزین ← سرعت‌دادن به فرایند حمل‌ونقل در جهان
- مبدل‌های کاتالیستی ← کاهش‌دادن آلودگی‌های ناشی از مصرف بنزین
- صنایع الکترونیک ← گسترش فناوری تولید صفحه‌های نمایشگر در وسایل الکترونیکی

نمودار زیر، ترتیب زمانی تولید برخی از فناوری‌های شیمیایی را در سال‌های پس از انقلاب صنعتی نشان می‌دهد:

پوشش دوستدار محیط زیست (عایق‌های گرمایی) ← مراقبت‌های بهداشتی (تولید ویتامین (آ)) ← تولید کود شیمیایی (اوره ← آمونیاک)

با این‌که استفادهٔ درست از دانش و فناوری آسایش و رفاه را در زندگی تأمین می‌کند، اما استفادهٔ نادرست از آن، آثار مخرب‌تر و زیان‌بارتری به دنبال خواهد داشت. به عنوان مثال، به کار بردن سلاح‌های شیمیایی استفادهٔ نادرست از دانش و فناوری را نشان می‌دهند.

آلودگی هوا

هوای خشک و پاک

مخلوطی از گازهای گوناگون است که به طور یکنواخت در هواکره پخش شده‌اند. این مخلوط، شامل گازهای نیتروژن (۷۸/۰۸ درصد حجمی)، اکسیژن (۲۰/۹۵ درصد حجمی)، آرگون (۰/۹۳ درصد حجمی)، کربن دی‌اکسید (۰/۰۳۸۵ درصد حجمی) نئون (۰/۰۰۱۸ درصد حجمی)، هلیم (۰/۰۰۰۵ درصد حجمی)، کریپتون (۰/۰۰۰۱ درصد حجمی)، زنون و دیگر گازها می‌شود.

هوای آلوده

با رشد دانش و فناوری، گسترش صنایع گوناگون و با انجام رفتارهای نادرست، گازهای آلاینده وارد هوا شده و دسترسی به هوای پاک محدودتر شده است. هوای آلوده حاوی گازهای گوناگونی مانند O_3، SO_2، NO_2، NO، CO، ذره‌های معلق و مواد آلی فرار است. به دلیل وجود این آلاینده‌ها، هوای آلوده بوی بدی دارد، چهرهٔ شهر را زشت می‌کند، به فرایند فرسودگی ساختمان‌ها و پوسیدگی خودروها سرعت می‌بخشد و سبب ایجاد و تشدید بیماری‌های تنفسی از جمله برونشیت، آسم و سرطان ریه و حتی مرگ می‌شود.

چندنکته

- یکی از آلاینده‌های موجود در هوای آلوده، گاز نیتروژن دی‌اکسید (NO_2) است. این گاز از واکنش میان گازهای اکسیژن و نیتروژن مونوکسید براساس معادلهٔ: $2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$ تولید می‌شود. از آن‌جا که گاز نیتروژن دی‌اکسید به رنگ قهوه‌ای است، هوای آلودهٔ شهرها و مناطق صنعتی نیز به رنگ قهوه‌ای دیده می‌شود.

◄ گازهای کربن مونوکسید (CO)، گوگرد دی‌اکسید (SO_2)، نیتروژن مونوکسید (NO) و هیدروکربن‌های نسوخته (C_xH_y) از جمله آلاینده‌هایی هستند که در اثر سوزاندن سوخت‌های فسیلی وارد هواکره می‌شوند. جدول زیر، جرم آلاینده‌های تولیدشده توسط خودروها به ازای طی یک کیلومتر مسافت را نشان می‌دهد:

فرمول شیمیایی آلاینده	CO	C_xH_y	NO
مقدار آلاینده به ازای طی یک کیلومتر مسافت (گرم)	۵/۹۹	۱/۶۷	۱/۰۴

با توجه به داده‌های این جدول، ترتیب مقایسهٔ جرم آلاینده‌های تولیدشده توسط خودروها به صورت: $NO < C_xH_y < CO$ است.

◄ گاز NO یکی از آلاینده‌های موجود در هوا است که براساس معادلهٔ $O_2(g) + N_2(g) \rightarrow 2NO(g)$ از واکنش میان گازهای اکسیژن و نیتروژن تولید می‌شود. گاز N_2 به عنوان اصلی‌ترین جزء سازندهٔ هواکره، واکنش‌پذیری بسیار کمی دارد و به طور معمول با اکسیژن واکنش نمی‌دهد. شرایط مورد نیاز برای انجام‌شدن واکنش میان گازهای N_2 و O_2، فقط در دماهای بسیار بالا (مثل شرایط موجود در موتور خودروها و شرایط ایجادشده به هنگام رعدوبرق) فراهم می‌شود.

◄ گاز SO_2 نیز یکی از آلاینده‌های موجود در هوا است که بر اثر فعالیت‌های صنعتی و فعالیت‌های آتشفشانی وارد هواکره می‌شود. این گاز براساس معادلهٔ $S(s) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$ و بر اثر سوختن گوگرد موجود در زغال‌سنگ، گازوئیل و بنزین‌های بی‌کیفیت تولید می‌شود.

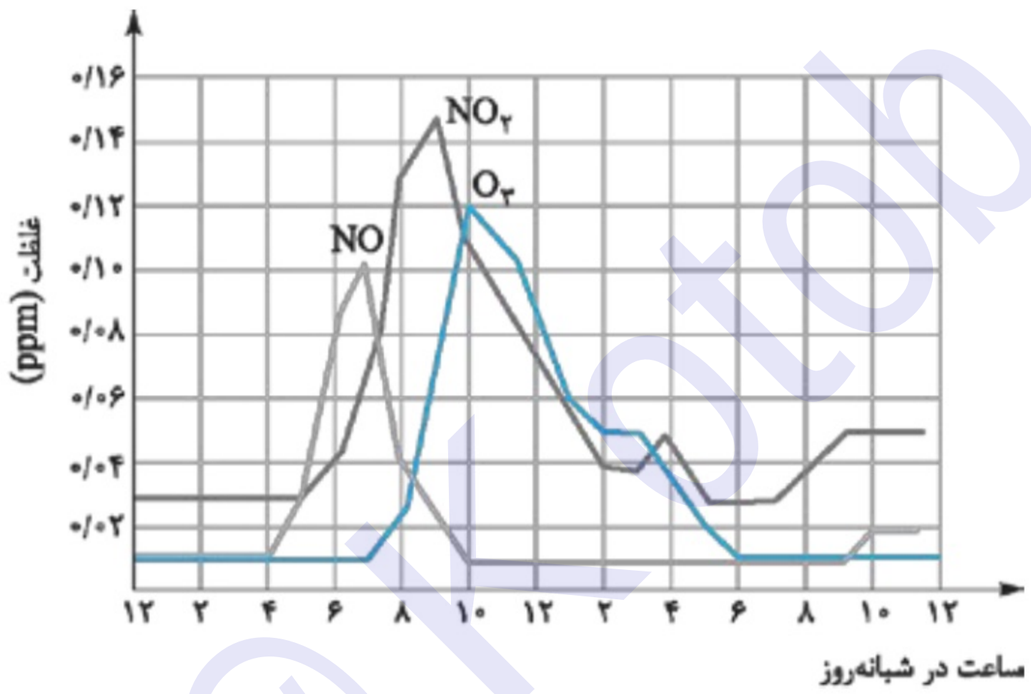
◄ کربن مونوکسید نیز گازی بی‌رنگ، بی‌بو و بسیار سمی است که بر اثر سوختن ناقص هیدروکربن‌ها تولید می‌شود.

نکتهٔ ترکیبی اغلب اکسیدهای خارج‌شده از اگزوز خودروها، در دستهٔ اکسیدهای اسیدی قرار دارند و پس از ورود به هواکره، سبب ایجاد باران‌های اسیدی (باران‌های حاوی نیتریک اسید و سولفوریک اسید) می‌شوند.

برای مبارزه با آلودگی هوا، ابتدا باید نوع و غلظت گازهای آلایندهٔ موجود در هواکره را با استفاده از روش‌هایی مثل طیف‌سنجی تعیین کنیم و پس از آن، باید به دنبال راه‌هایی برای حذف و یا جلوگیری از تولید این مواد آلاینده بگردیم.

◄ روند تغییر غلظت آلاینده‌های موجود در هواکره

نمودار مقابل، روند تغییر غلظت سه مورد از گازهای آلایندهٔ موجود در هواکره را نشان می‌دهد.



با توجه به داده‌های موجود در این نمودار، در ابتدای صبح و با ورود خودروها به خیابان، گاز NO تولیدشده در موتور خودروها وارد هواکره شده و به همین خاطر، غلظت این گاز در هواکره در حدود ساعت ۷ صبح به بیشترین مقدار خود می‌رسد.

با گذشت زمان، گاز NO موجود در هوا با گاز O_2 واکنش داده و گاز NO_2 را تولید می‌کند. با انجام‌شدن این واکنش، غلظت گاز NO در هوا کاهش یافته و غلظت گاز NO_2 افزایش پیدا می‌کند؛ تا جایی که غلظت این گاز در حوالی ساعت ۹ صبح به بیشترین مقدار خود می‌رسد.

گاز NO_2 تولیدشده هم *عمر زیادی نمی‌کند* و با شرکت در واکنش: $NO_2(g) + O_2(g) \rightarrow NO(g) + O_3(g)$، موجب تولید گاز O_3 و افزایش غلظت آن در هواکره می‌شود. غلظت گاز O_3 تولیدشده در این فرایند، در حوالی ساعت ۱۰ صبح به حداکثر مقدار خود می‌رسد.

چندنکته

◄ غلظت گازهای NO، NO_2 و O_3 در طول شب نیز به صفر نمی‌رسد و در طول این بازهٔ زمانی نیز مقدار کمی از آلاینده‌ها در هواکره وجود دارد. ترتیب مقایسهٔ غلظت این گازهای آلاینده در طول شب، به صورت: $O_3 < NO < NO_2$ است.

◄ ترتیب مقایسهٔ بین حداکثر غلظت این آلاینده‌ها در طول یک شبانه‌روز به صورت: $NO < O_3 < NO_2$ است.

◄ با توجه به رنگ قهوه‌ای گاز NO_2، هوای آلودهٔ کلان‌شهرها در حوالی ساعت ۹ صبح، در تیره‌ترین حالت خود قرار دارد.

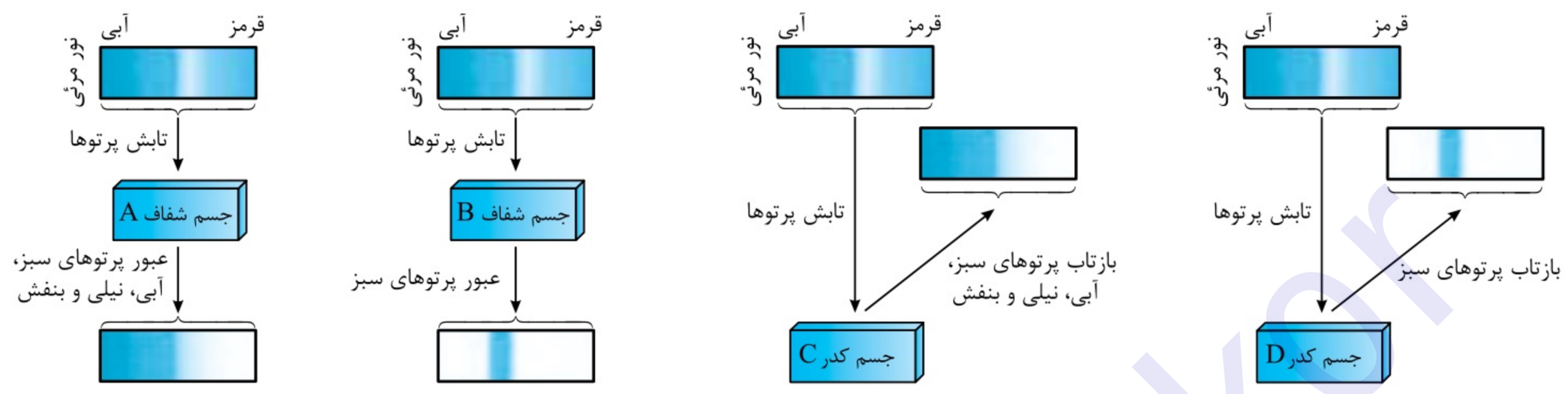
نکتهٔ ترکیبی گازهای NO و NO_2، از جمله گونه‌های رادیکال آزاد موجود در هوای آلوده هستند که باعث ایجاد بیماری‌های تنفسی می‌شوند.

نکتهٔ ترکیبی گاز اوزون (O_3) از اکسیژن واکنش‌پذیرتر بوده و یک آلایندهٔ سمی و خطرناک به شمار می‌آید به طوری که حضور آن در هوایی که تنفس می‌کنیم، سبب سوزش چشم‌ها و آسیب‌دیدن ریه‌ها می‌شود.

@konkor

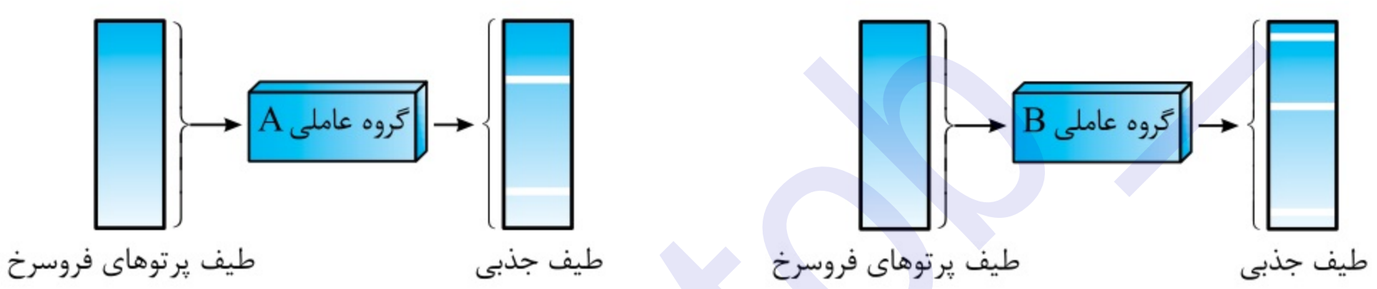
طیف‌سنجی

یکی از رفتارهای *جالب* مواد مختلف، برهم‌کنش آن‌ها با پرتوهای الکترومغناطیسی است. به عنوان مثال، در فصل قبل آموختیم که هرگاه یک جسم رنگی در برابر پرتوهای الکترومغناطیسی قرار بگیرد، ممکن است گسترهٔ معینی از آن پرتوها را جذب کرده و باقی‌ماندهٔ آن‌ها را بازتاب کند یا عبور دهد. به رفتار اجسام زیر در مقابل پرتوهای نور مرئی دقت کنید:



مطابق تصویر فوق، جسم شفاف B پرتوهای مرئی سبزرنگ را از خود عبور داده و سایر پرتوهای مرئی را جذب می‌کند؛ پس این جسم به رنگ سبز دیده می‌شود. جسم کدر D نیز پرتوهای مرئی سبزرنگ را بازتاب کرده و سایر پرتوهای مرئی را جذب می‌کند؛ پس این جسم هم به رنگ سبز دیده می‌شود. چون رفتار این اجسام رنگی در برابر پرتوهای مرئی یکسان نیست؛ پس می‌توان گفت ساختار این اجسام نیز متفاوت از یکدیگر است. *حتماً می‌دونید که* پرتوهای مرئی فقط بخش کوچکی از گسترهٔ پرتوهای الکترومغناطیسی را در بر می‌گیرند؛ پس انتظار می‌رود دیگر پرتوها مانند پرتوهای فروسرخ و فرابنفش نیز با ماده برهم‌کنش داشته باشند. شیمی‌دان‌ها نیز با استفاده از برهم‌کنش‌های میان ماده و پرتوهای الکترومغناطیسی، روش‌های گوناگون طیف‌سنجی را برای شناسایی ساختار مواد پایه‌گذاری کرده‌اند.

طیف‌سنجی فروسرخ، یکی از رایج‌ترین روش‌های طیف‌سنجی است که برای شناسایی و تشخیص انواع گروه‌های عاملی به کار می‌رود. در واقع، چون شمار و نوع اتم‌های سازندهٔ هر گروه عاملی متفاوت از سایر گروه‌های عاملی است، هر یک از آن‌ها تنها گسترهٔ معین و منحصربه‌فردی از پرتوهای فروسرخ را جذب کرده و سایر پرتوها را بازتاب می‌کنند. همین تفاوت، اساس شناسایی گروه‌های عاملی از یکدیگر است. به رفتار مواد روبه‌رو در مقابل پرتوهای فروسرخ دقت کنید:



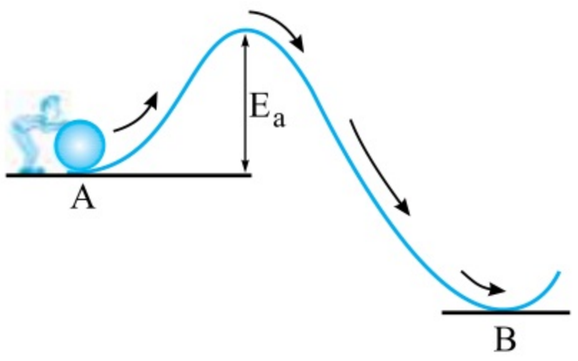
چون پرتوهای فروسرخ جذب‌شده توسط گروه‌های عاملی A و B متفاوت از یکدیگر است؛ با استفاده از این روش می‌توانیم مواد و ترکیب‌هایی که دارای این گروه‌های عاملی هستند را از یکدیگر تشخیص بدهیم.

چندنکته

- پرتوهای فروسرخ، بخشی از طیف پرتوهای الکترومغناطیسی را تشکیل می‌دهند که انرژی کم‌تر و طول موج بلندتری نسبت به پرتوهای نور مرئی دارند. این پرتوها با چشم انسان دیده نشده و از آن‌ها در فرستندهٔ کنترل تلویزیون و ... استفاده می‌شود.
- هوای آلوده حاوی آلاینده‌هایی است که اغلب بی‌رنگ بوده و به آسانی نمی‌توان وجود آن‌ها را تشخیص داد. علاوه بر این، نوع آلاینده‌ها و غلظت هر یک از آن‌ها در هوای شهرهای گوناگون متفاوت است. *جالبه بدونید که* از طیف‌سنجی فروسرخ می‌توان برای شناسایی آلاینده‌هایی مانند کربن مونوکسید و اکسیدهای نیتروژن در هواکره و نیز شناسایی برخی از انواع مولکول‌های موجود در فضای بین ستاره‌ای استفاده کرد.
- افزون بر طیف‌سنجی فروسرخ، از برهم‌کنش پرتوهای فرابنفش، نور مرئی و امواج رادیویی با مواد مختلف نیز می‌توان برای شناسایی این مواد بهره برد. به عنوان مثال، دستگاه ام.آر.آی (MRI) نمونه‌ای از کاربردهای طیف‌سنجی در علم پزشکی است.

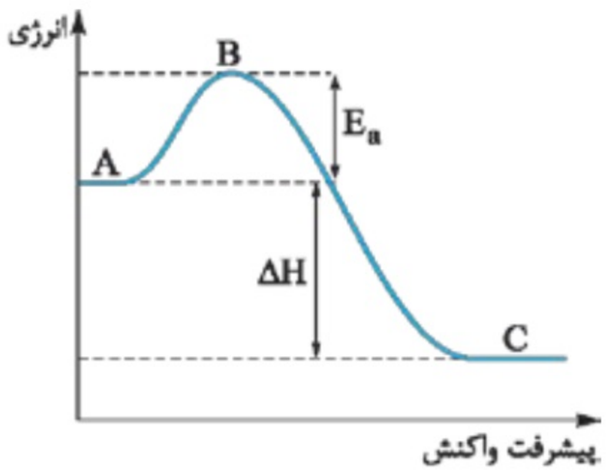
انرژی فعال‌سازی در واکنش‌ها

انرژی فعال‌سازی: به حداقل مقدار انرژی مورد نیاز برای شروع‌شدن یک واکنش شیمیایی، انرژی فعال‌سازی گفته می‌شود. به عبارت دیگر، برای آغازشدن یک واکنش شیمیایی، واکنش‌دهنده‌ها باید مقدار معینی انرژی داشته باشند. به عنوان مثال، برای انتقال گلولهٔ نشان داده شده در شکل مقابل، این گلوله ابتدا باید به قلهٔ نمودار برسد و پس از آن، به سمت نقطهٔ B حرکت کند. همان‌طور که این گلوله بدون گذر از قله نمی‌تواند به نقطهٔ B برسد، در واکنش‌های شیمیایی هم اگر انرژی فعال‌سازی تأمین نشود، واکنش‌دهنده‌ها نمی‌توانند به فراورده‌ها تبدیل بشوند.

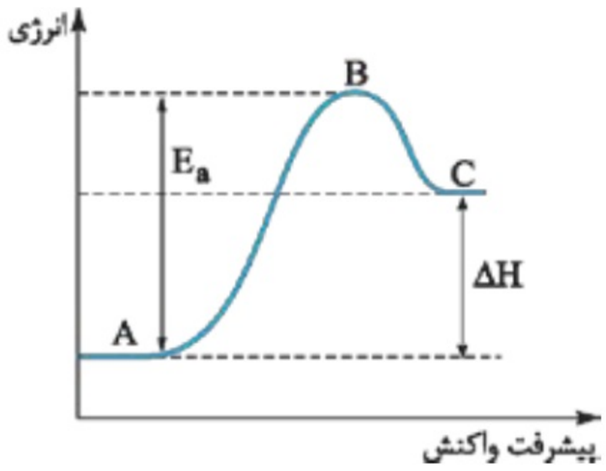


یکی از راه‌های تأمین انرژی فعال‌سازی واکنش‌ها، دادن گرما به واکنش‌دهنده‌ها است. به عنوان مثال، با کشیدن نوک کبریت بر روی سطح زبر قوطی کبریت، مقداری گرما تولید می‌شود. این گرما انرژی فعال‌سازی واکنش را تأمین کرده و سبب سوختن کبریت می‌شود. انرژی فعال‌سازی واکنش‌های شیمیایی را با نماد E_a نشان داده و مقدار آن را با یکای کیلوژول (kJ) گزارش می‌کنند.

مقایسهٔ سطح انرژی و میزان پایداری گونه‌های شرکت‌کننده در واکنش: تصویر مقابل، نمودار انرژی ـ پیشرفت یک واکنش شیمیایی گرماده (مثل واکنش سوختن متان) با $\Delta H < 0$ را نشان می‌دهد. هر چند که این واکنش گرماده است، اما برای آغازشدن به انرژی فعال‌سازی (E_a) نیاز دارد. با توجه به سطح انرژی هر یک از گونه‌های شرکت‌کننده در این واکنش، ترتیب مقایسهٔ میزان پایداری گونه‌های موجود در آن به صورت $B < A < C$ است.



تصویر مقابل نیز نمودار انرژی ـ پیشرفت یک واکنش شیمیایی گرماگیر (مثل واکنش تبدیل گاز اکسیژن به گاز اوزون) با $\Delta H > 0$ را نشان می‌دهد. سطح انرژی فراورده‌های این واکنش از سطح انرژی واکنش‌دهنده‌های آن بالاتر بوده و برای آغازشدن آن، باید مقداری انرژی (E_a) به واکنش‌دهنده‌ها داده شود. با توجه به سطح انرژی هر یک از گونه‌های شرکت‌کننده در این واکنش، ترتیب مقایسهٔ میزان پایداری گونه‌های شرکت‌کننده در آن به صورت $B < C < A$ است.

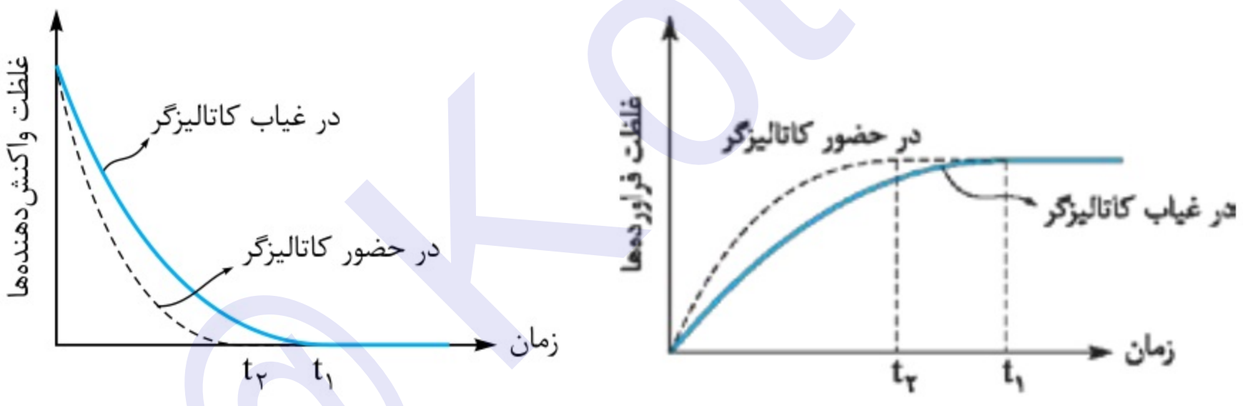


همان‌طور که مشخص است، در هر واکنش شیمیایی، تفاوت سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها نشان دهندهٔ ΔH واکنش و تفاوت سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها با قلهٔ نمودار نیز نشان‌دهندهٔ مقدار انرژی فعال‌سازی واکنش است.

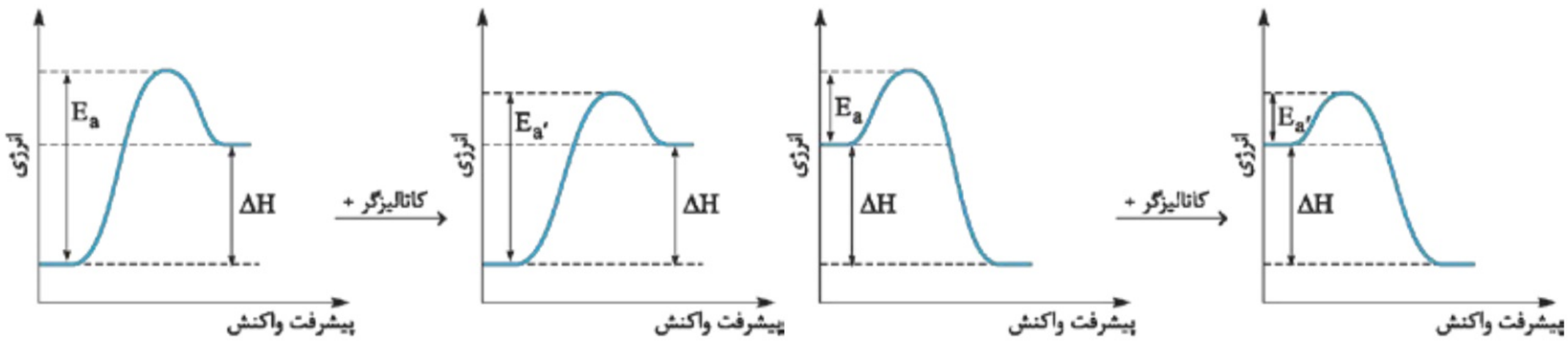
بررسی رابطهٔ میان انرژی فعال‌سازی و سرعت واکنش

از شیمی یازدهم به یاد داریم که با افزودن کاتالیزگر مناسب به مخلوط واکنش، سرعت انجام‌شدن آن واکنش شیمیایی افزایش پیدا می‌کند. به عنوان مثال، محلول هیدروژن پراکسید در دمای اتاق و بدون حضور کاتالیزگر، به کندی تجزیه شده و گاز اکسیژن تولید می‌کند؛ در حالی که با افزودن چند قطره محلول پتاسیم یدید به سامانهٔ واکنش، سرعت کلی واکنش و سرعت تولید گاز اکسیژن به مقدار زیادی افزایش پیدا می‌کند. در سایر واکنش‌های شیمیایی نیز همانند واکنش تجزیهٔ هیدروژن پراکسید، با افزودن کاتالیزگر به مخلوط واکنش، سرعت مصرف واکنش‌دهنده‌ها و سرعت تولید فراورده‌ها افزایش پیدا می‌کند.

نمودارهای مقابل، روند تغییر غلظت واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌های موجود در یک واکنش شیمیایی را در زمان غیاب کاتالیزگر و به هنگام حضور آن نشان می‌دهد:



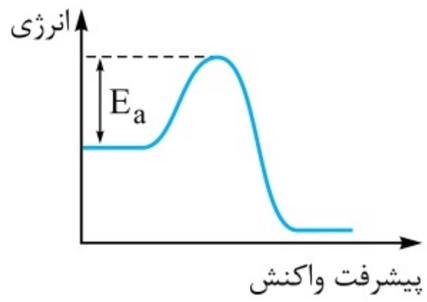
در واقع، کاتالیزگرها با تغییر مسیر واکنش‌ها و کاهش مقدار انرژی فعال‌سازی آن‌ها، سرعت انجام‌شدن واکنش را افزایش می‌دهند. نمودارهای زیر، روند تغییر مقدار انرژی فعال‌سازی یک واکنش گرماگیر و یک واکنش گرماده را به هنگام استفاده از کاتالیزگر نشان می‌دهد:



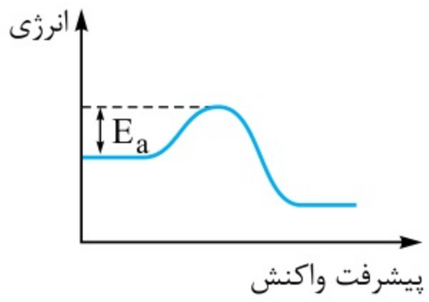
چندنکته

برای مقایسهٔ سرعت انجام‌شدن واکنش‌های شیمیایی مختلف، می‌توانیم مقدار انرژی فعال‌سازی این واکنش‌ها را با یکدیگر مقایسه کنیم. در این حالت، هر واکنشی که انرژی فعال‌سازی (E_a) کم‌تری داشته باشد، در شرایط آسان‌تر و با سرعت متوسط بیشتری انجام می‌شود. به عنوان مثال، فسفر سفید (P_4) برخلاف گاز هیدروژن در هوا و دمای اتاق می‌سوزد؛ چرا که انرژی فعال‌سازی واکنش سوختن این ماده، کوچک‌تر از انرژی فعال‌سازی واکنش سوختن گاز هیدروژن است. نمودارهای زیر، مربوط به واکنش سوختن این دو ماده است.

واکنش سوختن گاز هیدروژن:



واکنش سوختن فسفر سفید:



کاتالیزگرها هیچ تأثیری بر روی مقدار نهایی فراورده‌های واکنش، مقدار ΔH واکنش و سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها ندارند و فقط با کاهش مقدار انرژی فعال‌سازی واکنش‌ها، سرعت انجام شدن آن‌ها را افزایش می‌دهند.

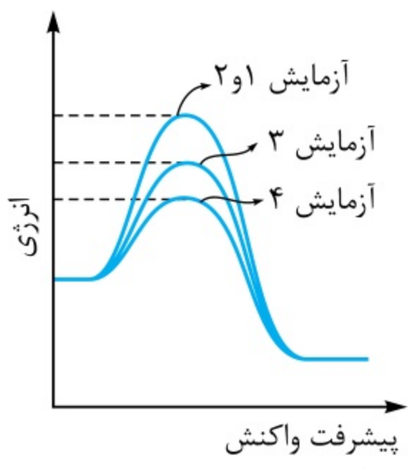
کاتالیزگرها در واکنش شرکت می‌کنند؛ اما در پایان واکنش به صورت مصرف‌نشده باقی می‌مانند. به همین خاطر، از کاتالیزگرها می‌توان بارها استفاده کرد.

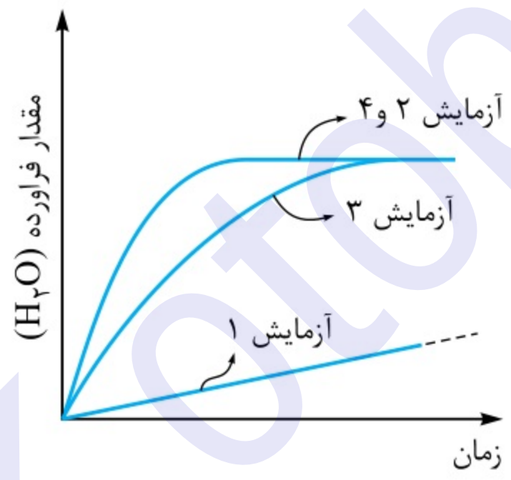
به هر اندازه که انرژی فعال‌سازی یک واکنش بزرگ‌تر باشد، آن واکنش در شرایط دشوارتر و در دماهای بالاتری انجام می‌شود *و این یعنی* برای تأمین شرایط مورد نیاز جهت آغازشدن آن واکنش، باید انرژی بیشتری را مصرف کنیم. بر این اساس، به هنگام استفاده از کاتالیزگرها، E_a واکنش‌ها کم‌تر شده و این واکنش‌ها در دمای کم‌تری انجام می‌شوند؛ پس برای تأمین شرایط مورد نیاز جهت آغازشدن این واکنش‌ها، انرژی کم‌تری مصرف می‌شود *و این یعنی* استفادهٔ کم‌تر از سوخت‌ها و کاهش میزان آلودگی‌های ایجادشده توسط آن‌ها.

برخی از واکنش‌ها در صنعت فقط در دما و فشارهای بالا انجام می‌شوند و تولید فراورده‌ها در آن‌ها صرفهٔ اقتصادی ندارد. در این شرایط، با استفاده از کاتالیزگر مناسب می‌توان این واکنش‌ها را در دماها و فشارهای پایین‌تر و با صرفهٔ اقتصادی بیشتر به انجام رساند.

هر کاتالیزگر به صورت انتخابی عمل کرده و فقط به شمار معدودی از واکنش‌ها سرعت می‌بخشد.

جدول و نمودارهای زیر، شرایط مختلف برای انجام‌شدن واکنش سوختن گاز H_2 را در دمای $25\ ^\circ C$ نشان می‌دهد.





آزمایش	شرایط آزمایش	سرعت واکنش	ΔH واکنش
۱	بدون حضور کاتالیزگر	ناچیز	$-۵۷۲\ kJ$
۲	ایجاد جرقه در مخلوط	انفجاری	$-۵۷۲\ kJ$
۳	در حضور پودر روی	سریع	$-۵۷۲\ kJ$
۴	در حضور توری پلاتینی	انفجاری	$-۵۷۲\ kJ$

با توجه به داده‌های موجود، مخلوط گازهای H_2 و O_2 را در دمای اتاق در غیاب کاتالیزگر می‌توان برای مدت طولانی نگه داشت. در این شرایط، هیچ واکنشی انجام نشده و مخلوط موردنظر به صورت دست‌نخورده باقی می‌ماند؛ چرا که انرژی فعال‌سازی این واکنش خیلی بزرگ است. با ایجاد جرقه در مخلوط واکنش، انرژی فعال‌سازی آن تأمین شده و گازهای H_2 و O_2 با سرعت خیلی بالایی با یکدیگر واکنش می‌دهند. از طرف دیگر، در صورت اضافه‌کردن کاتالیزگر مناسب (Pt و Zn) به مخلوط واکنش نیز با کاهش انرژی فعال‌سازی آن، سرعت انجام‌شدن واکنش افزایش پیدا می‌کند.

همان‌طور که مشخص است، ΔH واکنش با افزودن کاتالیزگر به مخلوط واکنش، هیچ تغییری نمی‌کند.

کاتالیزگرهای مختلف، مقدار E_a واکنش را به مقدار متفاوتی کاهش می‌دهند و به همین خاطر، سرعت واکنش میان گازهای H_2 و O_2 در حضور کاتالیزگر پلاتین (Pt) بیشتر از سرعت انجام‌شدن آن در حضور کاتالیزگر روی (Zn) است.

نکتهٔ ترکیبی نگهدارنده‌ها گروهی از ترکیب‌های شیمیایی هستند که به صورت هدفمند به مواد غذایی افزوده می‌شوند و برخلاف کاتالیزگرها، سرعت انجام‌شدن واکنش‌های شیمیایی که منجر به فساد مواد غذایی می‌شوند را کاهش می‌دهند. *اگه یادتون باشه*، بنزوئیک اسید نیز نوعی نگه‌دارنده است که در تمشک و توت‌فرنگی یافت می‌شود.

مبدل‌های کاتالیستی

تا به این‌جای کار، پی بردید که انرژی فعال‌سازی واکنش‌ها را می‌توان با گرمادادن به مخلوط واکنش‌دهنده‌ها تأمین کرد و یا با استفاده از کاتالیزگرهای مناسب، مقدار آن را کاهش داد. در این شرایط، واکنش‌های موردنظر با سرعت دلخواه انجام می‌شوند. از کاتالیزگرها در واکنش‌های بسیاری استفاده می‌شود.

به عنوان مثال، با استفاده از کاتالیزگرها در مبدل‌های کاتالیستی، می‌توانیم برای کاهش یا حذف آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروها استفاده کنیم. این کاتالیزگرها به دو صورت متفاوت در خودروهای بنزینی و خودروهای دیزلی استفاده می‌شوند و مکانیسم کاری آن‌ها به صورت زیر است:

۱- مبدل‌های کاتالیستی در خودروهای بنزینی

گازهای کربن مونوکسید (CO)، نیتروژن مونوکسید (NO) و هیدروکربن‌های نسوخته (C_xH_y) از جمله آلاینده‌های تولیدشده در موتور خودروها هستند که باعث آلودگی هواکره می‌شوند. در صورت انجام‌شدن واکنش‌های زیر، پیش از خروج گازهای آلاینده از اگزوز خودروها، این گازها به موادی بی‌خطر تبدیل شده و از آلایندگی آن‌ها کاسته می‌شود.

حذف گاز کربن مونوکسید (CO): $2CO(g) + O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g)$

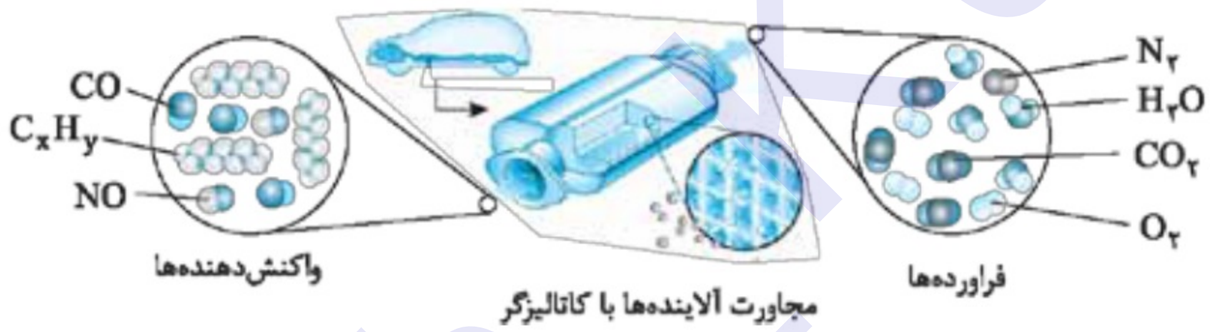
حذف گاز نیتروژن مونوکسید (NO): $2NO(g) \rightarrow N_2(g) + O_2(g)$

حذف هیدروکربن‌های نسوخته : $C_xH_y(g) + (x + \frac{y}{4})O_2(g) \rightarrow xCO_2(g) + (\frac{y}{2})H_2O(g)$

و اما! سه مشکل عمده بر سر راه انجام‌شدن این واکنش‌ها وجود دارد.

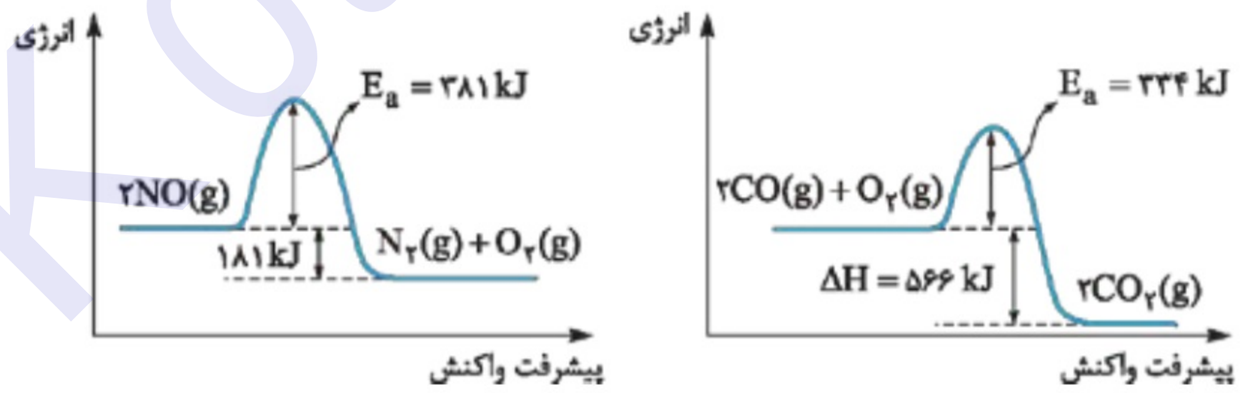
- این آلاینده‌ها در کسری از ثانیه از موتور خارج شده و وارد هواکره می‌شوند؛ پس فرصتی برای انجام‌شدن واکنش‌های فوق باقی نمی‌ماند.
- دمای این گازهای آلاینده به سرعت کاهش پیدا می‌کند؛ پس احتمال انجام‌شدن واکنش‌های مربوط به حذف آن‌ها نیز کاهش می‌یابد.
- انرژی فعال‌سازی این واکنش‌ها بسیار بزرگ است و به همین خاطر، در دماهای پایین امکان انجام‌شدن این واکنش‌ها وجود ندارد.

این‌جا بود که شیمی‌دان‌ها برای غلبه بر مشکلات گفته‌شده، از کاتالیزگرها استفاده کردند. آن‌ها با قراردادن کاتالیزگرهای مناسب بر سر راه گازهای خروجی از موتور خودروها، توانستند واکنش‌های مربوط به حذف آلاینده‌های تولیدشده در موتور خودروها را با سرعت بالاتری به انجام برسانند و با این روش، مقدار زیادی از گازهای آلاینده را به فراورده‌های بی‌خطر یا کم‌خطر تبدیل کنند.



کاتالیزگرهای استفاده‌شده توسط شیمی‌دان‌ها شامل رودیم (Rh)، پالادیم (Pd) و پلاتین (Pt) هستند که در قالب مبدل‌های کاتالیستی بر سر راه گازهای خروجی از موتور خودروها قرار می‌گیرند. گازهای آلاینده $(CO، NO$ و $C_xH_y)$ از یک طرف به این مبدل‌ها وارد شده و با تبدیل‌شدن به فراورده‌های کم‌خطر (N_2, CO_2, H_2O, O_2)، از مبدل خارج می‌شوند.

چندنکته نمودارهای زیر، مربوط به دو مورد از واکنش‌های انجام‌شده در مبدل‌های کاتالیستی است.



همان‌طور که مشخص است، این واکنش‌ها گرماده $(\Delta H < 0)$ بوده و انرژی فعال‌سازی آن‌ها نیز بسیار بزرگ است.

- کارایی مبدل‌های کاتالیستی، به نوع کاتالیزگرهای موجود در آن‌ها و شرایط استفاده از کاتالیزگرها بستگی دارد. به عنوان مثال، این مبدل‌ها را می‌توان به شکل یک قطعهٔ سرامیکی ساخت که به شکل توری درآمده و فلزهای رودیم، پالادیم و پلاتین بر روی آن‌ها نشانده شده است. در نقطهٔ مقابل، سرامیک موجود در این مبدل‌ها را می‌توان به شکل مش (دانه)های ریز درآورده و کاتالیزگرهای فلزی را بر روی سطح دانه‌ها پخش کرد. بدیهی است که در حالت دوم (ساختن سرامیک به صورت مش)، سطح تماس کاتالیزگرها با گازهای آلاینده افزایش پیدا کرده و مقدار بیشتری از گازهای آلاینده توسط مبدل کاتالیستی حذف می‌شوند و کارایی مبدل افزایش پیدا می‌کند.
- در سطح سرامیک‌های به کار رفته در مبدل‌های کاتالیستی، توده‌های فلزی از جنس کاتالیزگرها با قطر ۲ تا ۱۰ نانومتر قرار گرفته‌اند.
- کاتالیزگرهای موجود در مبدل‌های کاتالیستی، بارها و بارها در واکنش‌های مربوط به حذف آلاینده‌ها شرکت می‌کنند و مصرف نمی‌شوند؛ اما این کاتالیزگرها گاهی با برخی از مواد افزودنی موجود در سوخت‌ها وارد واکنش شده و کارایی خود را از دست می‌دهند. در این شرایط، کارایی مبدل کاتالیستی کاهش پیدا کرده و این مبدل دیگر قابل استفاده نیست.

به هنگام روشن‌شدن و گرم‌شدن خودروها، به ویژه در روزهای سرد زمستانی، حتی در حضور مبدل‌های کاتالیستی نیز گازهای NO، CO و C_xH_y از اگزوز خودروها به مقدار بیشتری خارج می‌شوند. در واقع، مبدل‌های کاتالیستی در دماهای پایین کارایی خود را از دست می‌دهند و به همین خاطر، قبل از گرم‌شدن خودرو و یا در روزهای زمستانی که هوا سرد است، مقدار زیادی از آلاینده‌های تولیدشده در موتور خودرو توسط مبدل‌ها حذف نشده و وارد هوا می‌شوند. برای حل این مشکل، گرمکن‌هایی را در داخل مبدل قرار می‌دهند تا دمای محیط درون مبدل را بالا برده و مقدار آلاینده‌های خارج‌شده از اگزوز خودروها به حداقل برسد.

جدول زیر، میزان آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروها را در حضور و غیاب مبدل‌های کاتالیستی نشان می‌دهد:

فرمول شیمیایی آلاینده		CO	C_xH_y	NO
مقدار آلاینده برحسب گرم به ازای طی یک کیلومتر	در غیاب مبدل کاتالیستی	۵/۹۹	۱/۶۷	۱/۰۴
	در حضور مبدل کاتالیستی	۰/۶۱	۰/۰۷	۰/۰۴

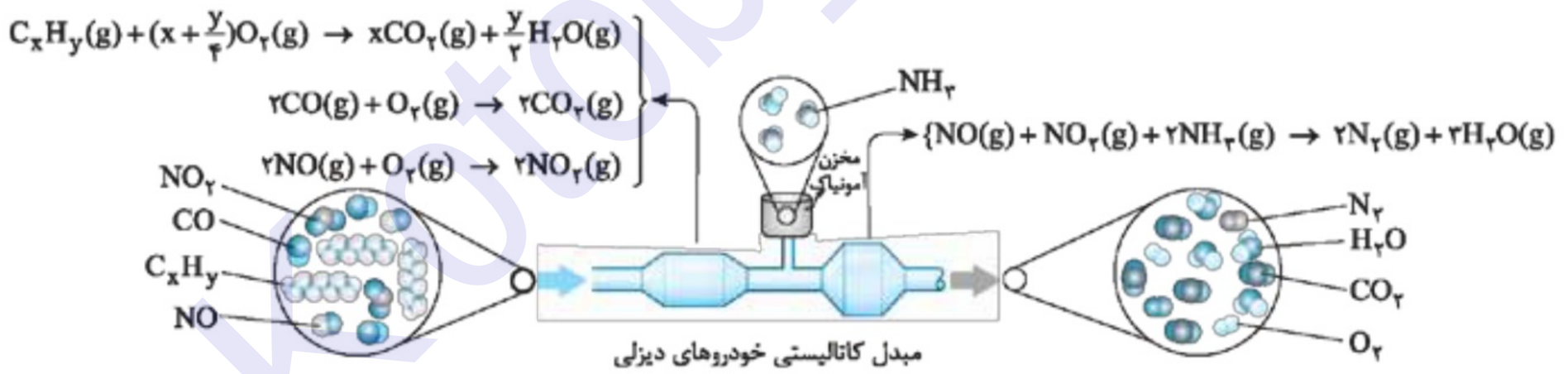
در غیاب مبدل‌های کاتالیستی، مقدار گاز CO نسبت به سایر آلاینده‌ها بیشتر است. با استفاده از مبدل مناسب، مقدار این گاز نسبت به سایر گازها به مقدار بیشتری کاهش پیدا می‌کند اما در این شرایط نیز مقدار گاز CO خروجی از اگزوز خودرو، در مقایسه با سایر گازهای آلاینده بیشتر است.

مبدل‌های کاتالیستی، در حدود ۸۹/۸٪ از گاز CO، ۹۵/۸٪ از هیدروکربن‌های نسوخته و ۹۶/۲٪ درصد از گازهای NO تولیدشده در موتور را به فراورده‌های کم‌خطر تبدیل می‌کنند؛ پس این مبدل‌ها مقدار بیشتری (۵/۳۸ گرم به ازای طی یک کیلومتر) از گاز CO را نسبت به دو آلایندهٔ دیگر حذف می‌کنند اما بیشترین تأثیر را در حذف گاز نیتروژن مونوکسید (۹۶/۲ درصد) دارند.

کاتالیزگرهای مورد استفاده در مبدل‌های کاتالیستی باید پایداری شیمیایی و گرمایی بالایی داشته باشند. هر کدام از این مواد، فقط به برخی از واکنش‌های مربوط به حذف آلاینده‌ها سرعت می‌بخشند.

۲- مبدل‌های کاتالیستی در خودروهای دیزلی

بررسی‌های انجام‌شده نشان می‌دهد که با استفاده از مبدل‌های کاتالیستی عادی نمی‌توان گازهای NO و NO_2 تولیدشده در موتور خودروهای دیزلی را به فراورده‌های بی‌خطر (گاز نیتروژن و اکسیژن) تبدیل کرد و این مبدل‌ها فقط توانایی حذف آلاینده‌های تولیدشده در خودروهای بنزینی را دارند. ساختار مبدل کاتالیستی استفاده‌شده در خودروهای دیزلی به صورت زیر است:



در این مبدل‌ها، گاز آمونیاک به داخل محفظهٔ واکنش تزریق شده و از واکنش این ماده با گازهای NO و NO_2، نیتروژن و بخار آب به عنوان فراورده تولید می‌شوند. *بچه‌ها!* این مبدل‌ها تا حدود زیادی از ورود گازهای NO و NO_2 به هواکره جلوگیری می‌کنند، اما باز هم مقداری از این گازهای آلاینده وارد هواکره می‌شوند.

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

مقدمهٔ فصل

۷۳۵- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) افزون بر انگیزه، برای پیشرفت هر جامعه به تکیه‌گاه‌های دیگری همچون دانش، توانایی و مهارت نیز نیاز است.

۲) آمونیاک یکی از فراورده‌های حاصل از فناوری‌های شیمیایی است که در سال‌های پس از تولید اوره تهیه شده است.

۳) فناوری تصفیهٔ آب به کمک دانش شیمی پیشرفت کرده و مانع گسترش بیماری‌هایی از جمله وبا در جهان شده است.

۴) استفاده از کودهای شیمیایی سبز و مبدل‌های کاتالیستی، از جمله فناوری‌هایی هستند که به کمک دانش شیمی محقق شده‌اند.

۷۳۶- چند مورد از عبارت‌های داده‌شده درست است؟

آ) انسان همواره با بهره‌گیری از هوش، خرد و الهام از طبیعت، توانسته برای هر پرسش در ذهن خود پاسخی بیابد.

ب) از جمله پیامدهای رشد و پیشرفت هر جامعه می‌توان به دسترسی آسان و ارزان‌تر به فناوری‌های نو را نام برد.

پ) فناوری تولید پلاستیک، صنعت بسته‌بندی مواد غذایی و دارویی و صنعت تولید پوشاک را دگرگون ساخته است.

ت) ویتامین (آ) یک ترکیب محلول در آب بوده و یکی از فراورده‌های حاصل از فناوری‌های شیمیایی به شمار می‌رود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

آلودگی هوا

۷۳۷- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) گاز نیتروژن مونوکسید، یکی از آلاینده‌های هواکره به شمار می‌رود و برخلاف نیتروژن دی‌اکسید، در دستهٔ رادیکال‌ها قرار دارد.

۲) تولید سلاح‌های شیمیایی، برخلاف تبدیل مواد شیمیایی خام به مواد ارزشمند، استفادهٔ نادرست از دانش و فناوری را نشان می‌دهد.

۳) به ازای طی یک کیلومتر مسافت، مقدار گاز NO تولیدشده توسط خودروها بیشتر از مقدار گاز CO تولیدشده توسط آن‌ها است.

۴) گاز اوزون، یکی از آلاینده‌هایی است که بر اثر سوزاندن سوخت‌های فسیلی در موتور خودروها تولید شده و وارد هواکره می‌شود.

۷۳۸- چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

آ) مواد عایق گرما از جمله فراورده‌های حاصل از فناوری‌های شیمیایی هستند که پس از انقلاب صنعتی تولید شده‌اند.

ب) اوزون، یکی از دگرشکل‌های اکسیژن بوده و از واکنش میان گازهای نیتروژن مونوکسید و اکسیژن در هواکره تولید می‌شود.

پ) هوای خشک و پاک، مخلوط همگنی از گازهای گوناگون است که به طور یکنواخت در سراسر هواکره پخش شده‌اند.

ت) هوای آلودهٔ شهرها افزون بر گازهای CO ، NO_2، NO، SO_2 و O_3، شامل ذره‌های معلق و مواد آلی فرار نیز می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۷۳۹- کدام‌یک از عبارت‌های داده‌شده نادرست است؟

۱) گاز گوگرد دی‌اکسید، همانند هیدروکربن‌های نسوخته، از جمله آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروها به شمار می‌رود.

۲) همهٔ آلاینده‌های گازی خارج‌شده از اگزوز خودروها در دستهٔ اکسیدهای نافلزی قرار داشته و خاصیت اسیدی دارند.

۳) فناوری تولید بنزین، سرعت حمل‌ونقل را افزایش داده و مبدل‌های کاتالیستی نیز آلودگی ناشی از مصرف آن را کاهش داد.

۴) هوای آلوده بوی بدی دارد، چهرهٔ شهر را زشت می‌کند و سبب ایجاد و تشدید بیماری‌های تنفسی از جمله برونشیت و آسم می‌شود.

۷۴۰- چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟

آ) مهم‌ترین گاز گلخانه‌ای، از مولکول‌های ناقطبی تشکیل شده و در یک نمونه از هوای پاک و خشک وجود ندارد.

ب) در طول شب، غلظت گاز نیتروژن مونوکسید در هوای شهرهای بزرگ بیشتر از غلظت گاز نیتروژن دی‌اکسید است.

پ) گاز اوزون از مولکول‌های سه‌اتمی خمیده تشکیل شده و واکنش‌پذیری آن در مقایسه با گاز اکسیژن بیشتر است.

ت) در مولکول‌های سازندهٔ گازی که باعث ایجاد رنگ قهوه‌ای در هوای آلوده می‌شود، ۲ پیوند اشتراکی بین اتم‌ها وجود دارد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۷۴۱- همهٔ مطالب زیر درست هستند؛ به‌جز:

۱) گاز نیتروژن مونوکسید، واکنش‌پذیری بالایی داشته و یک گونهٔ شیمیایی پرانرژی و ناپایدار به شمار می‌رود.

۲) با کاهش‌یافتن غلظت گاز نیتروژن دی‌اکسید در هوای شهرهای بزرگ جهان، غلظت گاز اوزون افزایش پیدا می‌کند.

۳) هوای آلوده نفس‌کشیدن را دشوار کرده و به صورت یک لایهٔ قهوه‌ای روشن، سطح شهرهای بزرگ را به ویژه در زمستان می‌پوشاند.

۴) در مولکول SO_2، همانند مولکول‌های سازندهٔ فراوان‌ترین ترکیب موجود در هوای پاک و خشک، ۶ جفت‌الکترون ناپیوندی وجود دارد.

۷۴۲- چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟

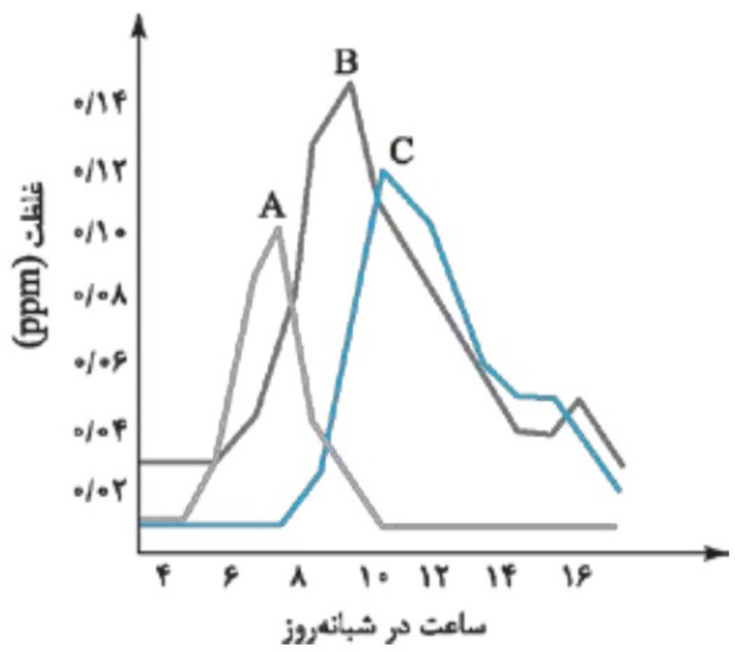
آ) آلاینده‌های موجود در هواکره، چهرهٔ شهر را زشت کرده و سرعت فرسودگی ساختمان‌ها و پوسیدگی خودروها را افزایش می‌دهند.

ب) گاز کربن مونوکسید، براثر سوختن هیدروکربن‌ها در خودروها تولید می‌شود و در مقایسه با گاز CO_2، سطح انرژی بالاتری دارد.

پ) واکنش تولید گاز اوزون در لایهٔ تروپوسفر از نوع اکسایش ـ کاهش بوده و مجموع ضرایب مواد شرکت‌کننده در آن برابر ۶ است.

ت) آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروها بوی بدی داشته و گشتاور دوقطبی مولکول‌های سازندهٔ همهٔ آن‌ها بزرگ‌تر از صفر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴



۷۴۳- نمودار مقابل، روند تغییر غلظت گازهای NO_2 ، NO و اوزون را در نمونه‌ای از هوای یک شهر بزرگ در طول روز نشان می‌دهد. بر این اساس، کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) رنگ قهوه‌ای هوای آلودهٔ شهرهای بزرگ به خاطر وجود گاز B در هوای این شهرها است.

۲) گاز C بر اثر واکنش میان گاز A با مولکول‌های اکسیژن در حضور نور خورشید تولید می‌شود.

۳) گاز A از واکنش میان فراوان‌ترین گازهای سازندهٔ هوای پاک در موتور خودروها تولید می‌شود.

۴) در شرایط یکسان از نظر دما و فشار محیط، چگالی گاز B در مقایسه با چگالی گاز A بیشتر است.

۷۴۴- چند مورد از عبارت‌های داده‌شده در رابطه با اکسیدی از گوگرد که از اگزوز خودروها خارج می‌شود، درست است؟
$(S = ۳۲ , O = ۱۶ , C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-1})$

آ) یک اکسید اسیدی به شمار می‌رود و ساختار مولکول‌های آن مشابه ساختار مولکول‌های CH_2O است.

ب) مولکول‌های آن، همانند مولکول‌های NO_2 ، هنگام بارش باران در آب حل شده و باران‌های اسیدی را ایجاد می‌کنند.

پ) همهٔ الکترون‌های ظرفیتی موجود در پیرامون اتم مرکزی آن در تشکیل پیوندهای اشتراکی شرکت می‌کنند.

ت) درصد جرمی اتم‌های گوگرد در مولکول‌های آن، مشابه درصد جرمی اتم‌های کربن در مولکول‌های گلوکز است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۷۴۵- کدام‌یک از عبارت‌های زیر در رابطه با گاز نیتروژن دی‌اکسید درست است؟

۱) در هوای آلودهٔ شهرها، زمانی که غلظت این گاز به حداکثر مقدار خود می‌رسد، غلظت گاز اوزون در حال افزایش‌یافتن است.

۲) مولکول‌های آن خمیده بوده و برخلاف مولکول‌های نیتروژن مونوکسید، در حضور یک میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا نمی‌کنند.

۳) حداکثر غلظت این گاز در هوای آلودهٔ شهرهای بزرگ، کم‌تر از حداکثر غلظت گاز اوزون در هوای آلودهٔ شهرهای بزرگ است.

۴) علاوه بر واکنش میان گازهای O_2 و N_2 ، مولکول‌های آن را از تجزیهٔ گاز N_2O_4 طی یک فرایند گرماده نیز می‌توان به دست آورد.

۷۴۶- یک خودرو به ازای طی هر کیلومتر مسافت، ۶ گرم گاز کربن مونوکسید تولید می‌کند. اگر گاز کربن مونوکسید تولیدشده پس از طی ۱۴۰ کیلومتر مسافت توسط این خودرو براساس معادلهٔ $CO(g) + H_2O(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2(g)$ با مقدار کافی بخار آب وارد واکنش شود، با هیدروژن حاصل از این فرایند چند کیلوگرم ۲ ـ هگزن را می‌توان به یک ترکیب سیرشده تبدیل کرد؟ $(O = ۱۶ , C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-1})$

۱) ۱/۱۷ ۲) ۲/۳۴ ۳) ۱/۲۶ ۴) ۲/۵۲

۷۴۷- چند مورد از عبارت‌های داده‌شده درست است؟

آ) با سوختن کامل هر مول C_xH_y خارج‌شده از اگزوز خودروها در شرایط استاندارد، $x + \frac{y}{2}$ مول فراوردهٔ گازی تولید می‌شود.

ب) در هوای شهرهای بزرگ، غلظت گاز نیتروژن دی‌اکسید در تمام طول روز بیشتر از غلظت گاز نیتروژن مونوکسید است.

پ) در واکنش تولید گاز NO_2 از گازهای NO و O_2، به ازای تولید هر مول فراورده، ۴ مول الکترون بین گونه‌ها مبادله می‌شود.

ت) عدد اکسایش اتم مرکزی در اکسیدی از نیتروژن که باعث ایجاد رنگ قهوه‌ای در هوای شهرها می‌شود، برابر با ۴+ است.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۷۴۸- جدول زیر، مقدار برخی از آلاینده‌های خارج‌شده از اگزوز یک خودرو که روزانه ۴۰ کیلومتر مسافت طی می‌کند را نشان می‌دهد. گازهای NO و CO خارج‌شده از اگزوز این خودرو در طول یک روز را وارد یک مخزن ۶۴ لیتری می‌کنیم. اگر فشار این مخزن گازی در انتهای روز به ۴ atm برسد، دمای گازهای موجود در آن برابر با چند درجهٔ سلسیوس می‌شود؟ $(O = ۱۶ , N = ۱۴ , C = ۱۲ : g.mol^{-1})$

فرمول شیمیایی	جرم آلاینده به ازای طی یک کیلومتر
CO	۶/۰۲ g
C_xH_y	۱/۶۷ g
NO	۱/۰۵ g

۱) ۷۸
۲) ۳۹
۳) ۵۴
۴) ۲۷

طیف‌سنجی

۷۴۹- کدام موارد از مطالب زیر درست است؟

آ) استیک اسید و متیل متانوات، فرمول مولکولی یکسانی دارند، اما طیف‌سنجی فروسرخ آن‌ها متفاوت از یکدیگر است.

ب) یک جسم شفاف که به رنگ سبز دیده می‌شود، پرتوهای مرئی سبز را جذب کرده و سایر پرتوهای رنگی را از خود عبور می‌دهد.

پ) ریزموج‌ها، گروهی از پرتوهای الکترومغناطیسی هستند که طول موج و انرژی آن‌ها به ترتیب کم‌تر و بیشتر از پرتوهای مرئی قرمز است.

ت) روش‌های گوناگون طیف‌سنجی برای شناسایی ساختار مواد، با استفاده از برهم‌کنش میان ماده و پرتوهای الکترومغناطیسی پایه‌گذاری شده‌اند.

۱) (آ) و (پ) ۲) (آ) و (ت) ۳) (ب) و (پ) ۴) (ب) و (ت)

۷۵۰- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) گاز NO یک آلاینده بوده و پرتوهای فروسرخ جذب‌شده توسط آن با پرتوهای فروسرخ جذب‌شده توسط گاز CO متفاوت هستند.

۲) تفاوت طول موج پرتوهای بنفش مرئی و امواج رادیویی، بیشتر از تفاوت طول موج پرتوهای قرمزرنگ و امواج رادیویی است.

۳) همهٔ اتم‌های موجود در ساختار آلاینده‌های خارج‌شده از اگزوز خودروها، متعلق به دستهٔ p جدول تناوبی هستند.

۴) دستگاه MRI نمونه‌ای از کاربردهای طیف‌سنجی به شمار رفته و از آن در علم پزشکی استفاده می‌شود.

۷۵۱- چه تعداد از مطالب زیر درست است؟

آ) افزون بر طیف‌سنجی فروسرخ، می‌توان از برهم‌کنش پرتوهای فرابنفش نیز برای شناسایی مواد گوناگون بهره برد.

ب) هوای آلوده حاوی انواعی از آلاینده‌ها است که همگی بی‌رنگ بوده و نمی‌توان به آسانی وجود آن‌ها را تشخیص داد.

پ) اوزون و اکسیژن، آلوتروپ یکدیگر بوده و نسبت میان تعداد الکترون‌های پیوندی به ناپیوندی در آن‌ها برابر است.

ت) از طیف‌سنجی فروسرخ، می‌توان برای شناسایی برخی از مولکول‌های موجود در فضای بین ستاره‌ای استفاده کرد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

انرژی فعال‌سازی در واکنش‌ها

۷۵۲- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) همهٔ مولکول‌های اکسیژن و نیتروژن واردشده به موتور خودروها، به مولکول‌های نیتروژن مونوکسید تبدیل می‌شوند.

۲) برای این‌که یک واکنش شیمیایی آغاز شود، واکنش‌دهنده‌های شرکت‌کننده در آن باید مقدار معینی انرژی داشته باشند.

۳) با استفاده از کاتالیزگرها در صنایع شیمیایی گوناگون، آلودگی‌های زیست‌محیطی ایجادشده در این صنایع کاهش می‌یابد.

۴) انرژی فعال‌سازی واکنش‌های شیمیایی با نماد E_a نشان داده‌شده و مقدار آن با یکای کیلوژول بر مول گزارش می‌شود.

۷۵۳- چه تعداد از عبارت‌های داده‌شده در رابطه با واکنش سوختن متان درست است؟

آ) این واکنش از نوع اکسایش ـ کاهش بوده و مولکول‌های اکسیژن به عنوان عامل کاهنده در آن شرکت می‌کنند.

ب) این واکنش شیمیایی، برخلاف واکنش‌های مربوط به فرایند زنگ‌زدن آهن، با سرعت بسیار زیادی انجام می‌شود.

پ) در معادلهٔ موازنه‌شدهٔ این واکنش شیمیایی، مجموع ضرایب فراورده‌ها با مجموع ضرایب واکنش‌دهنده‌ها برابر است.

ت) تفاوت سطح انرژی فراورده‌ها با قلهٔ نمودار انرژی ـ پیشرفت آن، بیشتر از تفاوت سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها با این نقطه است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۷۵۴- کدام‌یک از عبارت‌های زیر درست است؟ (ΔH واکنش $A(g) \rightarrow 3B(g) + C(g)$ برابر با ۱۲۰+ کیلوژول است.)

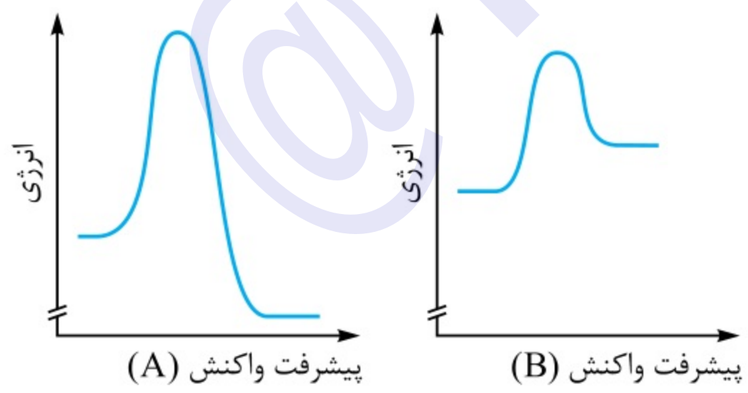
۱) مقدار انرژی فعال‌سازی واکنش $A(g) \rightarrow 3B(g) + C(g)$ می‌تواند برابر با ۸۰ کیلوژول بر مول باشد.

۲) به ازای تولیدشدن هر مول گاز B در واکنش $A(g) \rightarrow 3B(g) + C(g)$، ۴۰ کیلوژول انرژی آزاد می‌شود.

۳) در واکنش شیمیایی $A(g) \rightarrow 3B(g) + C(g)$، فراوردهٔ تولیدشده پایداری بیشتری نسبت به واکنش‌دهنده‌ها دارد.

۴) با استفاده از کاتالیزگر مناسب، ΔH واکنش $A(g) \rightarrow 3B(g) + C(g)$ همانند انرژی فعال‌سازی آن کاهش پیدا می‌کند.

۷۵۵- تصاویر مقابل، نمودار انرژی ـ پیشرفت دو واکنش شیمیایی را نشان می‌دهد. با توجه به این نمودارها، واکنش ..... در مقایسه با واکنش دیگر با سرعت بیشتری انجام می‌شود و واکنش ..... با جذب گرما همراه بوده و در واکنش ..... پایداری فراورده‌ها بیشتر از واکنش‌دهنده‌ها است.



۱) B _ A _ B ۲) A _ B _ B

۳) A _ B _ A ۴) B _ A _ A

۷۵۶- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) با کشیدن نوک کبریت روی سطح زبر قوطی کبریت، انرژی فعال‌سازی مورد نیاز برای واکنش سوختن کبریت تأمین می‌شود.

ب) در واکنش‌های گرماگیر، برخلاف واکنش‌های گرماده، برای آغازشدن واکنش به مقدار معینی از انرژی فعال‌سازی نیاز است.

پ) واکنش مربوط به سوختن گاز هیدروژن در حضور اکسیژن، در دمای اتاق و بدون حضور کاتالیزگر مناسب، انجام نمی‌شود.

ت) در واکنش‌های شیمیایی گرماگیر، مقدار انرژی فعال‌سازی واکنش می‌تواند کوچک‌تر از مقدار گرمای مبادله‌شده در واکنش باشد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۷۵۷- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با واکنشی که منجر به تولید گاز NO در موتور خودروها می‌شود، نادرست است؟

۱) فراوردهٔ تولیدشده در این واکنش، برخلاف واکنش‌دهنده‌های مصرف‌شده در آن، از مولکول‌های قطبی تشکیل شده است.

۲) فراوردهٔ تولیدشده در این فرایند، در واکنشی که منجر به ایجاد مولکول‌های اوزون در لایهٔ تروپوسفر می‌شود نیز به دست می‌آید.

۳) در هوای آلودهٔ شهرهای بزرگ، غلظت فراوردهٔ تولیدشده در این واکنش شیمیایی در اوایل صبح‌ها به بیشترین حد خود می‌رسد.

۴) در دمای اتاق، همانند شرایط موجود در موتور خودروها، واکنش‌دهنده‌های شرکت‌کننده در این فرایند با یکدیگر واکنش می‌دهند.

۷۵۸- کدام موارد از مطالب زیر درست است؟

آ) همهٔ ترکیب‌هایی که فرمول مولکولی آن‌ها به صورت C_2H_6O است، پرتوهای فروسرخ با طول موج یکسانی را جذب می‌کنند.

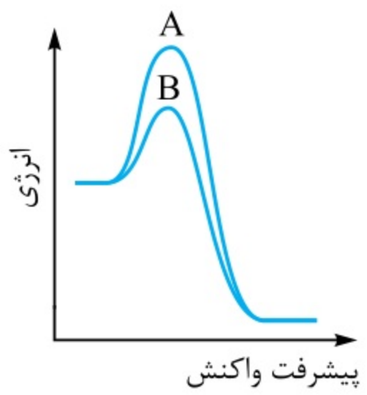
ب) استفاده از کاتالیزگر، همانند افزایش دما، باعث کوتاه‌شدن مدت‌زمان مورد نیاز برای انجام‌شدن یک واکنش می‌شود.

پ) مجموع شمار الکترون‌های ناپیوندی در مواد موجود در دو طرف معادلهٔ واکنش تولید گاز NO در هوای شهرها برابر است.

ت) با استفاده از یک کاتالیزگر مناسب، می‌توان سرعت تولید انرژی گرمایی در یک واکنش شیمیایی گرماده را افزایش داد.

۱) (پ) و (ت) ۲) (آ) و (پ) ۳) (آ) و (ب) ۴) (ب) و (ت)

۷۵۹- نمودار انرژی ـ پیشرفت یک واکنش در زمان استفاده از کاتالیزگر و بدون استفاده از کاتالیزگر به صورت مقابل است. ΔH این واکنش برابر با $-240\ kJ$ و انرژی فعال‌سازی آن برابر با $160\ kJ$ است. اگر با استفاده از کاتالیزگر، انرژی فعال‌سازی این واکنش به اندازهٔ ۵۰٪ کاهش پیدا کرده باشد، تفاوت سطح انرژی فراورده‌های این واکنش تا نقطهٔ A چند برابر تفاوت سطح انرژی این مواد تا نقطهٔ B است؟



۱) ۱/۵

۲) ۱/۲۵

۳) ۱/۸

۴) ۲

۷۶۰- چند مورد از مطالب زیر نادرست است؟

آ) کاتالیزگرها سرعت انجام‌شدن واکنش‌های شیمیایی را تغییر داده و مقدار فراوردهٔ تولیدشده را افزایش می‌دهند.

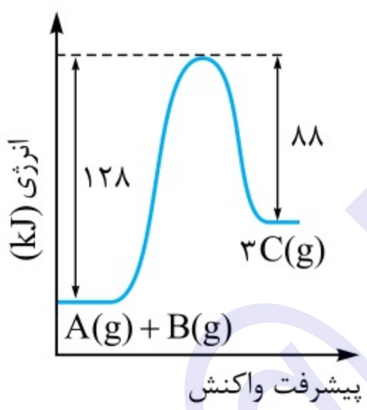
ب) برخی واکنش‌ها در صنعت فقط در دما و فشار بالا انجام می‌شوند و تولید فراورده‌ها در آن‌ها صرفهٔ اقتصادی ندارد.

پ) با استفاده از یک توری پلاتینی، می‌توان سطح انرژی فراوردهٔ حاصل از واکنش میان گازهای O_2 و H_2 را کاهش داد.

ت) در مقیاس صنعتی، اتانول را طی واکنش میان آب و گاز اتن و در حضور کاتالیزگر سولفوریک اسید تولید می‌کنند.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۷۶۱- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با واکنشی که نمودار انرژی ـ پیشرفت آن به صورت مقابل می‌باشد، نادرست است؟



۱) انرژی فعال‌سازی این واکنش شیمیایی، ۳/۲ برابر مقدار ΔH آن است.

۲) چگالی فراوردهٔ این واکنش، ۱/۵ برابر چگالی مخلوط واکنش‌دهنده‌های آن است.

۳) تبدیل گاز C به گازهای A و B، آسان‌تر از تولید گاز C از گازهای A و B است.

۴) برای تولید ۶ مول از گاز C در این واکنش شیمیایی، مقدار ۸۰ کیلوژول گرما لازم است.

۷۶۲- چه تعداد از عبارت‌های داده‌شده درست است؟

آ) افزودن مقداری پتاسیم یدید به محلول هیدروژن پراکسید، موجب افزایش سرعت واکنش تجزیهٔ این ماده می‌شود.

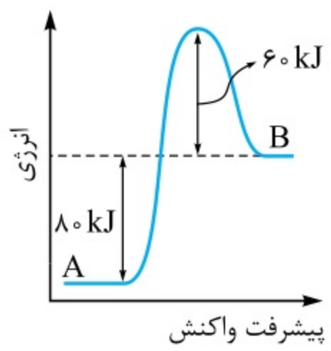
ب) هر چه انرژی فعال‌سازی یک واکنش شیمیایی بیشتر باشد، آن واکنش در شرایط دشوارتر و دمای بالاتری انجام می‌شود.

پ) کاتالیزگرها با تغییر مسیر انجام شدن واکنش‌های شیمیایی، سرعت تولید فراورده‌ها را در این واکنش‌ها افزایش می‌دهند.

ت) با استفاده از پودر روی، در مقایسه با استفاده از توری پلاتینی، سرعت واکنش سوختن هیدروژن به مقدار کم‌تری افزایش می‌یابد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۷۶۳- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟



۱) مطابق با نمودار مقابل، انرژی فعال‌سازی واکنش $A \rightarrow B$ برابر با ۱۴۰ کیلوژول بر مول است.

۲) کاتالیزگرها در واکنش‌های شیمیایی شرکت کرده و انرژی فعال‌سازی آن‌ها را کاهش می‌دهند.

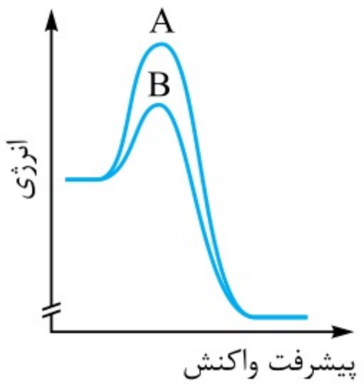
۳) با توجه به نمودار مقابل، به ازای تولید ۵ مول A در واکنش $A \rightarrow B$، ۳۰۰ kJ گرما آزاد می‌شود.

۴) در شرایط یکسان، سرعت انجام‌شدن واکنش مقابل در جهت رفت، کم‌تر از سرعت انجام‌شدن آن در جهت برگشت است.

۷۶۴- فراورده‌های تولیدشده در واکنش $X(g) \rightarrow 2Y(g) + Z(g)$ پایدارتر از واکنش‌دهندهٔ مصرف‌شده در آن بوده و انرژی فعال‌سازی این واکنش برابر با $120\ kJ.mol^{-1}$ است. اگر تفاوت سطح انرژی بالاترین نقطه و پایین‌ترین نقطه در نمودار انرژی ـ پیشرفت این واکنش ۵ برابر مقدار گرمای مبادله‌شده در آن باشد، به ازای تولید هر مول از گاز Y در آن، ..... کیلوژول گرما ..... می‌شود.

۱) ۱۵ ـ آزاد ۲) ۱۵ ـ مصرف ۳) ۶۰۰ ـ آزاد ۴) ۶۰۰ ـ مصرف

۷۶۵- تصویر زیر، نمودار انرژی ـ پیشرفت واکنش سوختن جرم‌های برابر از گاز هیدروژن در حضور کاتالیزگرهای روی و پلاتین را نشان می‌دهد. با توجه به این نمودار، چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟



آ) کاتالیزگر استفاده‌شده در واکنش A، متعلق به گروه ۱۰ از تناوب چهارم جدول دوره‌ای است.

ب) واکنش A با آزادشدن انرژی همراه بوده و در دمای اتاق به صورت انفجاری انجام می‌شود.

پ) مقدار آنتالپی واکنش‌های A و B، برخلاف انرژی فعال‌سازی آن‌ها، با یکدیگر برابر است.

ت) کاتالیزگر واکنش A در مقایسه با کاتالیزگر واکنش B پتانسیل کاهشی بزرگ‌تری دارد.

ث) مقدار نهایی فراوردهٔ تولیدشده در واکنش A در مقایسه با واکنش B بیشتر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۷۶۶- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

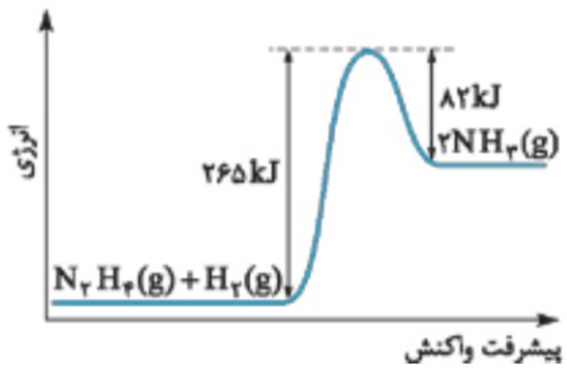
۱) اگر مقدار انرژی فعال‌سازی واکنش $A \rightarrow B$ بیشتر از مقدار قدرمطلق ΔH آن باشد، این واکنش حتما گرماگیر است.

۲) در دمای اتاق، انرژی فعال‌سازی واکنش سوختن فسفر سفید بزرگ‌تر از انرژی فعال‌سازی واکنش سوختن هیدروژن است.

۳) به کمک کاتالیزگرها می‌توان واکنش‌هایی که انرژی فعال‌سازی زیادی دارند را در دما و فشار پایین با سرعت مناسب انجام داد.

۴) در واکنش‌های گرماگیر، پایداری گونهٔ تشکیل‌شده در قلهٔ نمودار انرژی ـ پیشرفت، بیشتر از پایداری واکنش‌دهنده‌ها است.

۷۶۷- تصویر مقابل، نمودار انرژی پیشرفت واکنش تولید گاز آمونیاک را نشان می‌دهد. اگر تفاوت جرم واکنش‌دهنده‌های مصرف‌شده در فرایند تولید مقداری آمونیاک برابر با ۱۰ گرم باشد، چند کیلوژول انرژی طی این واکنش مصرف شده است؟ $(N = 14 , H = 1 : g.mol^{-1})$



۱) ۱۸۳ ۲) ۶۱

۳) ۹۱/۵ ۴) ۳۰/۵

۷۶۸- چند مورد از مطالب زیر در رابطه با فلز روی درست است؟

آ) در واکنش سوختن گاز هیدروژن، از آن به عنوان کاتالیزگر استفاده شده و موجب کاهش E_a واکنش موردنظر می‌شود.

ب) به هنگام کارکرد باتری‌های روی ـ نقره، اتم‌های سازندهٔ این فلز در نقش گونهٔ کاهنده، اکسایش پیدا می‌کنند.

پ) همانند سایر فلزها چکش‌خوار بوده و در ساختار ذره‌ای آن، دریایی از الکترون‌ها در فضای بین کاتیون‌های روی وجود دارد.

ت) در ساختار ورقه‌های حلبی، به منظور محافظت از آهن، سطح این فلز با لایهٔ نازکی از فلز روی پوشانده شده است.

ث) در دستهٔ d جدول تناوبی جای داشته و همانند ترکیب‌های یونی، در حالت مذاب رسانای جریان الکتریسیته است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۷۶۹- انرژی فعال‌سازی واکنش $2A(g) \rightarrow B(g) + 3C(g) : \Delta H = -180\ kJ$، برابر با ۶۰ کیلوژول است. در این واکنش، .....

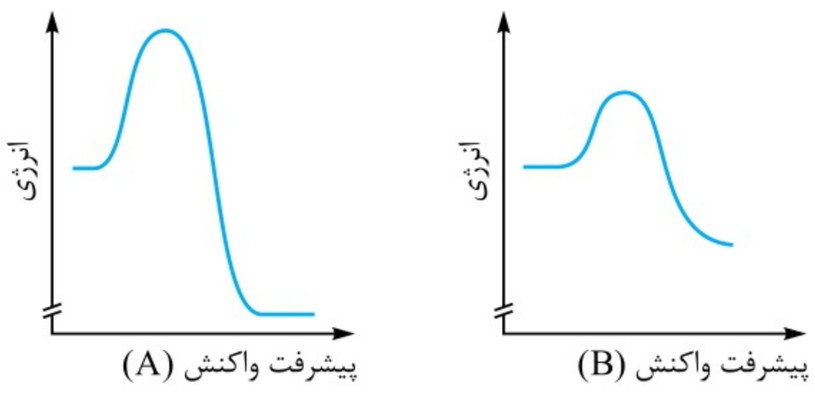
۱) با انرژی حاصل از تجزیهٔ هر مولکول A، ۶ ذرهٔ دیگر از این ماده می‌توانند به قلهٔ انرژی فعال‌سازی خود برسند.

۲) مجموع آنتالپی پیوندهای اشتراکی موجود در واکنش‌دهنده بیشتر از مجموع آنتالپی پیوندهای موجود در فراورده‌ها است.

۳) با افزودن یک کاتالیزگر مناسب به سامانهٔ واکنش، شیب نمودار غلظت ـ زمان مربوط به گاز C افزایش پیدا می‌کند.

۴) به ازای تولیدشدن ۴۵۰ kJ انرژی در این واکنش، تفاوت شمار مول‌های C و B تولیدشده برابر با ۲/۵ مول می‌شود.

۷۷۰- تصاویر مقابل، نمودارهای انرژی ـ پیشرفت واکنش سوختن گازهای متان و اتان را نشان می‌دهد. با توجه به این تصویر، کدام عبارت نادرست است؟



۱) نمودار A و B به ترتیب مربوط به واکنش سوختن گازهای متان و اتان هستند.

۲) در شرایط یکسان، گاز متان در مقایسه با گاز اتان با سرعت بالاتری می‌سوزد.

۳) فراورده‌های تولیدشده در این واکنش‌ها از واکنش‌دهنده‌های مصرف‌شده پایدارتر هستند.

۴) در این واکنش‌ها، اگر E_a تأمین نشود، واکنش‌دهنده‌ها دست‌نخورده باقی می‌مانند.

۷۷۱- چه تعداد از عبارت‌های داده‌شده درست هستند؟

آ) با ایجاد جرقه در مخلوطی از گازهای H_2 و O_2، انرژی فعال‌سازی واکنش تأمین شده و گاز H_2 به صورت انفجاری می‌سوزد.

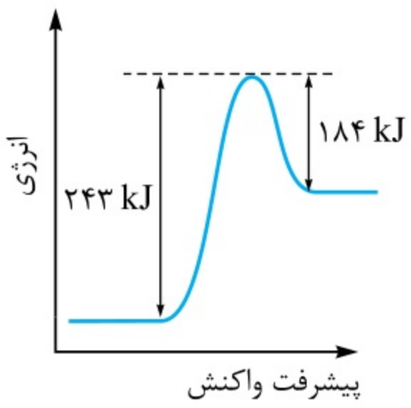
ب) کاتالیزگرها در واکنش‌های شیمیایی مصرف نمی‌شوند و به همین خاطر، از آن‌ها می‌توان بارها و بارها استفاده کرد.

پ) در صورت استفاده از کاتالیزگر، ΔH واکنش‌های گرماگیر در مقایسه با واکنش‌های گرماده به مقدار بیشتری تغییر می‌کند.

ت) برای بیان نوع کاتالیزگر استفاده‌شده در واکنش هیدروژن‌دار شدن ۲ ـ هگزن، از نماد « $\xrightarrow{Ni}$ » در معادلهٔ واکنش استفاده می‌شود.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۷۷۲- تصویر مقابل، نمودار انرژی ـ پیشرفت واکنش تولید اوزون در لایهٔ تروپوسفر را نشان می‌دهد. اگر آنتالپی پیوند $O-O$ برابر با ۱۴۲ کیلوژول بر مول باشد، آنتالپی پیوند $N-O$ برابر با چند کیلوژول بر مول است؟



۱) ۸۳
۲) ۲۶۰
۳) ۱۰۷
۴) ۲۰۱

۷۷۳- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) واکنش سوختن گاز H_2 در حضور فلز Pt، برخلاف واکنش میان محلول‌های سدیم کلرید و نقره نیترات، با سرعت بسیار زیادی انجام می‌شود.

۲) علاوه بر افزودن کاتالیزگر، با افزایش غلظت واکنش‌دهنده‌های شرکت‌کننده در یک واکنش نیز می‌توان سرعت انجام‌شدن آن فرایند را بالا برد.

۳) کاتالیزگرهای به کار رفته در آند و کاتد سلول‌های سوختی هیدروژن ـ اکسیژن، به نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش سرعت می‌بخشند.

۴) با افزایش انرژی فعال‌سازی یک واکنش، پایداری گونهٔ تشکیل‌شده در قلهٔ نمودار انرژی ـ پیشرفت آن واکنش کاهش پیدا می‌کند.

۷۷۴- در واکنش فرضی $A(g) \rightarrow 2B(g)$، مقدار انرژی فعال‌سازی دو برابر قدرمطلق آنتالپی واکنش است. با به کار بردن کاتالیزگر مناسب، انرژی فعال‌سازی واکنش به اندازهٔ $240\ kJ.mol^{-1}$ کاهش یافته و مقدار آن ۰/۸ برابر قدرمطلق آنتالپی واکنش می‌شود. در این شرایط، به ازای تولیدشدن ۰/۵ مول B، ..... کیلوژول گرما ..... می‌شود.

۱) ۵۰ ـ آزاد ۲) ۱۰۰ ـ آزاد
۳) ۵۰ ـ مصرف ۴) ۱۰۰ ـ مصرف

مبدل‌های کاتالیستی

۷۷۵- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) در ساختار مبدل‌های کاتالیستی، فلزهای رودیم (Rh)، پالادیم (Pt) و پلاتین (Pd) بر روی توری‌های سرامیکی قرار می‌گیرند.

۲) مبدل‌های کاتالیستی باعث حذف یا کاهش آلاینده‌ها شده و کارایی آن‌ها به نوع کاتالیزگرهای موجود در آن‌ها بستگی دارد.

۳) با توجه به گرماگیربودن واکنش تجزیهٔ $NO(g)$ به گازهای اکسیژن و نیتروژن، این واکنش در دماهای پایین انجام نمی‌شود.

۴) مبدل‌های کاتالیستی موجود در خودروهای دیزلی، تمام مولکول‌های NO و NO_2 تولیدشده را به گازهای O_2 و N_2 تجزیه می‌کنند.

۷۷۶- چند مورد از مطالب زیر، در رابطه با گازهای NO و CO درست است؟

آ) این گازها از مولکول‌های قطبی تشکیل شده و در شرایط یکسان، انحلال‌پذیری آن‌ها در آب در مقایسه با گاز CO_2 بیشتر است.

ب) گاز NO تولیدشده در خودروها، همانند گاز CO تولیدشده در مبدل‌های کاتالیستی به عناصر سازندهٔ خود تجزیه می‌شود.

پ) مقدار گاز CO حذف‌شده توسط مبدل کاتالیستی خودروهای بنزینی، بیشتر از مقدار گاز NO حذف‌شده توسط آن‌ها است.

ت) کربن مونوکسید، یک گاز بی‌رنگ، بی‌بو و بسیار سمی است که در مقایسه با گاز کربن دی‌اکسید، پایداری بیشتری دارد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۷۷۷- همهٔ مطالب زیر درست هستند؛ به‌جز:

۱) برای افزایش کارایی مبدل‌های کاتالیستی، سرامیک موجود در آن‌ها را به شکل مِش‌های ریز درآورده و در مبدل قرار می‌دهند.

۲) مبدل‌های کاتالیستی برای مدت طولانی کار می‌کنند اما پس از یک مدت معین، کارایی آن‌ها کاهش یافته و دیگر قابل استفاده نیستند.

۳) مقایسهٔ درصدی از گازهای CO و NO که توسط مبدل‌های کاتالیستی خودروهای بنزینی حذف می‌شوند، به صورت $CO > NO$ است.

۴) کارایی مبدل‌های کاتالیستی در حذف آلاینده‌ها به هنگام روشن و گرم شدن خودروها به ویژه در روزهای سرد زمستان کاهش پیدا می‌کند.

۷۷۸- با توجه به جدول زیر، در صورتی که در شهری ۱۰۰۰۰۰۰ خودرو وجود داشته باشد و هر خودرو سالیانه به طور میانگین ۱۰۰۰۰ کیلومتر مسافت طی کند، استفاده از مبدل کاتالیستی به تقریب، سبب کاهش چند درصدی جرم کل آلاینده‌ها شده و مقدار آلاینده‌ها پس از کاربرد مبدل کاتالیستی در یک سال، چند تن خواهد بود؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.) *(سراسری ریاضی ۹۶)*

فرمول شیمیایی آلاینده		CO	C_xH_y	NO
مقدار آلاینده برحسب گرم به ازای طی یک کیلومتر	در غیاب مبدل	۵/۹۹	۱/۶۷	۱/۰۴
	در حضور مبدل	۰/۶۱	۰/۰۷	۰/۰۴

۱) ۸۵، ۷۲۰۰ ۲) ۸۵، ۷۵۰۰ ۳) ۹۲، ۷۲۰۰ ۴) ۹۲، ۷۵۰۰

۷۷۹- چه تعداد از مطالب زیر درست است؟

آ) استفاده از پودر روی، در مقایسه با یک ورقهٔ روی، سرعت واکنش میان گازهای O_2 و H_2 را به مقدار بیشتری افزایش می‌دهد.

ب) در مبدل‌های کاتالیستی استفاده‌شده در خودروهای دیزلی، مولکول‌های NO با اکسیژن واکنش داده و NO_2 را تولید می‌کنند.

پ) آلاینده‌های تولیدشده در خودروهای بنزینی در کسری از ثانیه از موتور خارج شده و دمای آن‌ها به سرعت کاهش پیدا می‌کند.

ت) با کارکرد مبدل‌های کاتالیستی، آلاینده‌های تولیدشده در خودروهای دیزلی در نهایت به N_2، CO_2 و H_2O تبدیل می‌شوند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۷۸۰- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با مبدل‌های کاتالیستی نادرست است؟

۱) در این قطعه، گازهای کربن مونوکسید و نیتروژن مونوکسید طی فرایندهای گرماده به موادی با آلایندگی کم‌تر تبدیل می‌شوند.

۲) هر کدام از کاتالیزگرهای به کار رفته در ساختار این مبدل‌ها، فقط به برخی از واکنش‌های مربوط به حذف آلاینده‌ها سرعت می‌بخشند.

۳) این مبدل‌ها بر سر راه گازهای خروجی از اگزوز خودرو قرار گرفته و در ساختار آن‌ها، توری‌هایی از جنس کاتالیزگرهای مختلف وجود دارد.

۴) در این مبدل‌ها، فراوردهٔ حاصل از حذف گاز کربن مونوکسید، در واکنش مربوط به حذف هیدروکربن‌های نسوخته نیز تولید می‌شود.

۷۸۱- مخلوطی از گازهای نیتروژن مونوکسید و کربن مونوکسید را وارد یک مبدل کاتالیستی می‌کنیم تا به فراورده‌های کم‌خطرتر تبدیل شوند. اگر حجم گاز اکسیژن خارج‌شده از این مبدل، ۰/۷۵ برابر حجم گاز کربن دی‌اکسید خارج‌شده از آن باشد، حجم گاز نیتروژن مونوکسید واردشده به آن چند برابر حجم کربن مونوکسید وارد شده است؟

۱) ۲/۵ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۱/۵

۷۸۲- کدام‌یک از عبارهای زیر در رابطه با مبدل‌های کاتالیستی، درست است؟

۱) در واکنش‌های مربوط به حذف گازهای CO و NO، عدد اکسایش اتم‌های اکسیژن موجود در ساختار این مولکول‌ها تغییر می‌کند.

۲) پس از نصب آن‌ها در خودروهای بنزینی، مقدار گاز CO خارج‌شده از اگزوز این خوردوها کم‌تر از مقدار گاز NO خارج‌شده می‌شود.

۳) در ساختار برخی از فراورده‌های تولیدشده در آن‌ها همانند برخی از واکنش‌دهنده‌های مصرف‌شده، ۳ پیوند اشتراکی وجود دارد.

۴) با گرم‌شدن خودرو و افزایش دمای محیط درونی این قطعه، کارایی آن در زمینهٔ حذف آلاینده‌های تولیدشده کاهش پیدا می‌کند.

۷۸۳- در مبدل کاتالیستی موجود در یک خودرو، روزانه ۵۰ لیتر گاز نیتروژن در دمای $312\ ^\circ C$ و فشار ۱/۲ اتمسفر از تجزیهٔ گاز نیتروژن مونوکسید حاصل می‌شود. با توجه به داده‌های موجود در جدول زیر، این خودرو روزانه چند کیلومتر مسافت را طی می‌کند؟ $(O = 16 , N = 14 : g.mol^{-1})$

فرمول شیمیایی آلاینده		NO
مقدار آلاینده برحسب گرم به ازای طی یک کیلومتر	در غیاب مبدل	۱/۰۴
	در حضور مبدل	۰/۰۴

۱) ۷۵ ۲) ۵۰ ۳) ۶۰ ۴) ۹۰

۷۸۴- چند مورد از مطالب زیر در رابطه با واکنش‌های مربوط به حذف گازهای CO و C_xH_y در مبدل‌های کاتالیستی درست است؟

آ) در واکنش مربوط به حذف گاز CO، همانند واکنش مربوط به حذف C_xH_y، مولکول‌های اکسیژن کاهش پیدا می‌کنند.

ب) برای حذف هر مول از هیدروکربن‌های نسوخته (C_xH_y) در مبدل‌های کاتالیستی، $x + \frac{y}{2}$ مول اکسیژن مصرف می‌شود.

پ) ضریب گاز اکسیژن در واکنش مربوط به حذف گاز CO، مشابه ضریب این ماده در واکنش مربوط به حذف گاز NO است.

ت) در واکنش مربوط به حذف گاز CO، مجموع تعداد پیوندهای اشتراکی در فراورده‌ها و واکنش‌دهنده‌ها با هم برابر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۷۸۵- یک خودرو، مسافت بین دو شهر را در مدت ۵ ساعت و با سرعت ثابت $25\ m.s^{-1}$ طی می‌کند. با توجه به جدول زیر، شمار مولکول‌های CO حذف‌شده توسط مبدل کاتالیستی این خودرو ..... برابر شمار مولکول‌های NO حذف‌شده توسط آن است و اگر در طول این مدت، ۲۳۷۶ گرم گاز CO_2 بر اثر سوختن هیدروکربن‌های نسوختهٔ واردشده به مبدل کاتالیستی تولید شده باشد، فرمول شیمیایی هیدروکربن‌های نسوختهٔ واردشده به این مبدل می‌تواند به صورت ..... باشد. $(O=16, N=14, C=12, H=1: g.mol^{-1})$

فرمول شیمیایی آلاینده		CO	C_xH_y	NO
مقدار آلاینده برحسب گرم به ازای طی یک کیلومتر	در غیاب مبدل	۵/۸	۱/۶۷	۱/۰۴
	در حضور مبدل	۰/۷۶	۰/۰۷	۰/۰۴

۱) C_8H_{10} - ۵/۴ ۲) C_8H_{10} - ۳/۲ ۳) C_6H_8 - ۳/۲ ۴) C_6H_8 - ۵/۴

۷۸۶- در واکنش مربوط به حذف گازهای NO_2 و NO در مبدل کاتالیستی خودروهای دیزلی، .....

۱) مجموع ضرایب فراورده‌های تولیدشده در واکنش، کوچک‌تر از مجموع ضرایب واکنش‌دهنده‌های مصرف‌شده است.

۲) با قراردادن مولکول‌های فراورده در یک میدان الکتریکی، همهٔ آن‌ها جهت‌گیری پیدا می‌کنند.

۳) عدد اکسایش همهٔ اتم‌های نیتروژن موجود در ساختار مولکول‌های واکنش‌دهنده، افزایش پیدا می‌کند.

۴) برخی از مولکول‌های تولیدشده، همانند برخی از مولکول‌های مصرف‌شده، توانایی برقراری پیوند هیدروژنی با خودشان را دارند.

۷۸۷- یک خودروی دیزلی، به‌ازای طی کردن هر کیلومتر مسافت، ۱/۵ گرم گاز نیتروژن دی‌اکسید تولید می‌کند. اگر این خودرو روزانه ۲۳۰ کیلومتر مسافت را طی کند، برای حذف کردن ۸۰٪ از گاز نیتروژن دی‌اکسید تولیدشده در آن، به چند گرم آمونیاک در مبدل کاتالیستی نیاز است؟ $(O=16, N=14, H=1: g.mol^{-1})$

۱) ۱۰۲ ۲) ۲۵۵ ۳) ۲۰۴ ۴) ۱۲۷/۵

۷۸۸- چند مورد از مطالب زیر نادرست است؟

آ) کاتالیزگرها موجب افزایش سرعت واکنش‌های شیمیایی شده و اغلب به صورت اختصاصی و انتخابی عمل می‌کنند.

ب) با حذف هر مولکول NO_2 در مبدل کاتالیستی خودروهای دیزلی، یک مولکول از فراوان‌ترین جزء سازندهٔ هواکره تولید می‌شود.

پ) ΔH واکنش مربوط به حذف گاز NO در مبدل کاتالیستی، قرینهٔ ΔH واکنش مربوط به تولید این گاز در موتور خودروها است.

ت) کاتالیزگرهای استفاده‌شده در مبدل‌های کاتالیستی، در شرایط انجام واکنش باید پایداری شیمیایی و گرمایی مناسبی داشته باشد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۷۸۹- آمونیاک استفاده‌شده در مبدل کاتالیستی یک خودروی دیزلی، از واکنش میان هیدرازین و هیدروژن تولید می‌شود. جهت تولید آمونیاک مورد نیاز برای حذف ۱۵۰ گرم از سبک‌ترین اکسید نیتروژن تولیدشده در موتور خودروهای دیزلی، به چند گرم هیدرازین نیاز است؟

$(O=16, N=14, H=1: g.mol^{-1})$

۱) ۱۶۰ ۲) ۸۰ ۳) ۱۸۰ ۴) ۹۰

@Konkor

بخش ۲ تعادل‌های شیمیایی

استفاده از آمونیاک در کشاورزی

با توجه به روند رو به افزایش جمعیت جهان و محدودیت منابع، تأمین غذای مردم جهان به یکی از چالش‌های زندگی تبدیل شده است. بهترین راه‌حل برای غلبه بر این چالش، افزایش بهره‌وری در تولید فراورده‌های کشاورزی است که با شناسایی، تولید و افزودن کودهای شیمیایی مناسب به خاک، می‌تواند محقق شود.

یکی از عناصر مورد نیاز گیاهان برای رشد، نیتروژن است. هر چند که در حدود ۸۰٪ از حجم هوا توسط گاز نیتروژن تشکیل شده است، اما گیاهان نمی‌توانند این عنصر ضروری برای رشد خود را به طور مستقیم از هوا جذب کنند. به همین خاطر، نیتروژن را باید در قالب ترکیبات نیتروژن‌دار از جمله آمونیاک و اوره به خاک افزود. به عنوان مثال، در برخی از کشورها برای افزایش بازده تولید فراورده‌های کشاورزی، آمونیاک مایع را به عنوان کود شیمیایی به طور مستقیم به خاک تزریق می‌کنند.

می‌دانیم که نیتروژن واکنش‌پذیری ناچیزی دارد و در دمای اتاق با گاز هیدروژن حتی در حضور کاتالیزگر یا جرقه واکنش نمی‌دهد؛ بنابراین از واکنش گازهای N_2 و H_2 در دما و شرایط اتاق نمی‌توانیم برای تولید آمونیاک استفاده کنیم. از طرف دیگر، واکنش میان گازهای H_2 و N_2 برگشت‌پذیر است و به صورت تعادلی انجام می‌شود؛ پس کل گازهای N_2 و H_2 واردشده به محفظهٔ واکنش، به فراورده تبدیل نمی‌شوند.

آقای فریتس هابر! به دنبال شرایطی بود که در آن، واکنش‌دهنده‌ها تا حد ممکن به فراورده‌ها تبدیل شوند و واکنش به میزان بیشتری پیشرفت کند. هابر واکنش میان گازهای N_2 و H_2 را بارها و بارها در شرایط گوناگون انجام داد تا سرانجام موفق به یافتن شرایط بهینهٔ انجام‌شدن این واکنش شد. واکنش انجام‌شده توسط هابر به صورت روبه‌رو است:

$$N_2(g) + 3H_2(g) \xrightleftharpoons{Fe(s)\ و\ 450\ ^\circ C\ و\ 200\ atm} 2NH_3(g)$$

واکنش‌های تعادلی

از بخش اول شیمی دوازدهم به یاد داریم که واکنش‌های رفت و برگشت در واکنش‌های برگشت‌پذیر به صورت هم‌زمان در حال انجام‌شدن هستند و مولکول‌های فراورده و واکنش‌دهنده نیز در کنار هم در ظرف واکنش وجود دارند. در این شرایط، اگر واکنش‌های رفت و برگشت با سرعت‌های برابری انجام شوند، مقدار واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها به یک مقدار ثابت می‌رسد و در سامانهٔ موردنظر تعادل برقرار می‌شود.

از طرف دیگر، به یاد داریم که برای هر واکنش تعادلی، کمیتی به نام ثابت تعادل (K) تعریف می‌شود که مقدار آن در دمای یکسان همواره ثابت خواهد بود. مقدار ثابت تعادل هر واکنش، برابر است با نسبت میان حاصل‌ضرب غلظت تعادلی فراورده‌های گازی یا محلول، هر یک به توان ضریب استوکیومتری آن‌ها به حاصل‌ضرب غلظت تعادلی واکنش‌دهنده‌های گازی و محلول، هر یک به توان ضریب استوکیومتری آن‌ها. به عنوان مثال، عبارت ثابت تعادل واکنش: $aA(g) + bB(g) \rightleftharpoons cC(s) + dD(g)$ از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

$$K = \frac{[D]^d}{[A]^a.[B]^b} \Leftarrow$$

مادهٔ C حالت جامد (s) دارد و به همین خاطر، از بیان غلظت آن پرهیز می‌کنیم.

مقدار ثابت تعادل هر واکنش، معیاری برای سنجش میزان پیشرفت آن واکنش است. در واقع، هر چه‌قدر که ثابت تعادل یک واکنش بزرگ‌تر باشد، میزان پیشرفت آن واکنش بیشتر خواهد بود و درصد بیشتری از واکنش‌دهنده‌ها به فراورده تبدیل می‌شوند.

تست **جدول زیر، غلظت تعادلی گونه‌های شرکت‌کننده در واکنش میان گازهای N_2 و H_2 را نشان می‌دهد. مقدار ثابت تعادل این واکنش برابر با ..... بوده و میزان پیشرفت آن در شرایط موردنظر ..... است.**

ماده	N_2	H_2	NH_3
غلظت تعادلی $(mol.L^{-1})$	۰/۴	۰/۵	۰/۰۲

۱) 8×10^{-3} ـ زیاد ۲) ۱۲۵ ـ زیاد

۳) 8×10^{-3} ـ کم ۴) ۱۲۵ ـ کم

پاسخ **گزینهٔ «۳»** معادلهٔ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است:

$$3H_2(g) + N_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$$

با توجه به معادلهٔ واکنش، ثابت تعادل آن از رابطهٔ مقابل به دست می‌آید:

$$K = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3.[N_2]} \Rightarrow K = \frac{(0/02)^2}{(0/5)^3\times0/4} = 8\times10^{-3}\ mol^{-2}.L^2$$

چون ثابت تعادل این واکنش مقدار کوچکی دارد، پس میزان پیشرفت آن در شرایط موردنظر کم است.

چندنکته

- مقدار ثابت تعادل هر واکنش فقط تابع دما است و مقدار اولیهٔ مواد شرکت‌کننده در واکنش، تأثیری در مقدار K ندارد.
- یکای ثابت تعادل برای واکنش‌های مختلف، متفاوت از یکدیگر است و به تفاوت میان شمار مول‌های گازی (g) و محلول (aq) موجود در دو طرف واکنش بستگی دارد. در این رابطه، داریم:

$\Delta n =$ تعداد مول‌های گازی و محلول در سمت راست واکنش − تعداد مول‌های گازی و محلول در سمت چپ واکنش

یکای K واکنش $= (mol.L^{-1})^{\Delta n}$

- گفتیم که ثابت تعادل (K) هر واکنش، معیاری برای سنجش میزان پیشرفت آن واکنش است. در واقع، درصد پیشرفت هر واکنش به ما نشان می‌دهد که از ابتدای واکنش تا لحظهٔ برقراری تعادل، چند درصد از واکنش‌دهنده‌های واردشده به ظرف، به فراورده تبدیل می‌شوند. برای محاسبهٔ درصد پیشرفت (بازده درصدی) واکنش‌های شیمیایی، از رابطهٔ زیر کمک می‌گیریم:

$$\text{درصد پیشرفت واکنش} = \frac{\text{مقدار مصرف‌شده از واکنش‌دهنده‌ها}}{\text{مقدار آغازی واکنش‌دهنده‌ها}} \times ۱۰۰$$

تست **۲ مول گاز گوگرد تری‌اکسید را وارد یک ظرف ۲ لیتری می‌کنیم تا تعادل $2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)$ برقرار شود. اگر در لحظهٔ برقراری تعادل، غلظت گاز اکسیژن برابر با $0/4\ mol.L^{-1}$ باشد، ثابت تعادل این واکنش و درصد پیشرفت آن به ترتیب از راست به چپ کدام است؟**

۱) ۱/۶ ـ ۴۰ ۲) ۶/۴ ـ ۴۰ ۳) ۱/۶ ـ ۸۰ ۴) ۶/۴ ـ ۸۰

پاسخ **گزینهٔ «۴»** با توجه به حجم ظرف، غلظت اولیهٔ گاز SO_3 واردشده به ظرف برابر با $1\ mol.L^{-1}$ می‌شود. جدول زیر، روند تغییر غلظت گونه‌های شرکت‌کننده در این واکنش را نشان می‌دهد:

	$2SO_3 \rightleftharpoons 2SO_2 + O_2$		
غلظت اولیه	۱	۰	۰
تغییر غلظت	$-2x$	$+2x$	$+x$
غلظت تعادلی	$1-2x$	$2x$	x

$$\Rightarrow x = 0/4\ mol.L^{-1} \Rightarrow [SO_3] = 0/2\ mol.L^{-1}\ ,\ [SO_2] = 0/8\ mol.L^{-1}$$

با توجه به غلظت گونه‌های شرکت‌کننده در این واکنش، مقدار ثابت تعادل و درصد پیشرفت آن را محاسبه می‌کنیم.

$$K = \frac{[O_2].[SO_2]^2}{[SO_3]^2} \Rightarrow K = \frac{0/4 \times (0/8)^2}{(0/2)^2} = 6/4\ mol.L^{-1}$$

$$\text{درصد پیشرفت واکنش} = \frac{\text{غلظت مصرف‌شده از واکنش‌دهنده}}{\text{غلظت آغازی واکنش‌دهنده}} \times ۱۰۰ = \frac{0/8}{1} \times ۱۰۰ = ۸۰ \text{ درصد}$$

تست **۳۰۰ g گاز NO را وارد یک ظرف ۱۰ لیتری می‌کنیم تا تعادل $2NO(g) \rightleftharpoons N_2(g) + O_2(g)$ ؛ $K = 4$ برقرار شود. حداکثر بازده درصدی این واکنش تعادلی کدام است؟ $(O = 16, N = 14 : g.mol^{-1})$**

۱) ۲۰ ۲) ۴۰ ۳) ۶۰ ۴) ۸۰

پاسخ **گزینهٔ «۴»** **قدم اول** شمار مول‌های گاز NO واردشده به ظرف واکنش را به دست می‌آوریم:

$$?\ mol\ NO = ۳۰۰\ g\ NO \times \frac{1\ mol\ NO}{۳۰\ g\ NO} = ۱۰\ mol$$

با توجه به حجم ظرف واکنش (۱۰ لیتر)، غلظت اولیهٔ گاز NO برابر با $1\ mol.L^{-1}$ می‌شود.

قدم دوم جدول زیر، روند تغییر غلظت گونه‌های شرکت‌کننده در این واکنش را نشان می‌دهد. با توجه به مقدار K واکنش، غلظت تعادلی هر گونه را محاسبه می‌کنیم:

	$2NO \rightleftharpoons O_2 + N_2$		
غلظت اولیه	۱	۰	۰
تغییر غلظت	$-2x$	$+x$	$+x$
غلظت نهایی	$1-2x$	x	x

$$\Rightarrow K = \frac{[N_2].[O_2]}{[NO]^2} \Rightarrow 4 = \frac{x^2}{(1-2x)^2} \xrightarrow{\text{گرفتن جذر از طرفین معادله}} 2 = \frac{x}{1-2x}$$

$$\Rightarrow x = 0/4$$

قدم سوم با توجه به مقدار x، غلظت تعادلی گاز NO برابر با $0/2$ مول بر لیتر می‌شود؛ پس از ابتدای واکنش تا لحظهٔ برقراری تعادل، غلظت این ماده به اندازهٔ $0/8$ مول بر لیتر کاهش پیدا کرده است. در این شرایط داریم:

$$\text{درصد بازده درصدی واکنش} = \frac{\text{غلظت مصرف‌شده از واکنش‌دهنده}}{\text{غلظت اولیه واکنش‌دهنده}} \times ۱۰۰ = \frac{0/8}{1} \times ۱۰۰ = ۸۰ \text{ درصد}$$

تست **۲۴۰ g گاز اوزون را وارد یک ظرف دولیتری می‌کنیم تا تعادل $3O_2(g) \rightleftharpoons 2O_3(g)$ برقرار شود. اگر در لحظهٔ برقراری تعادل، شمار مول‌های گاز O_2 موجود در ظرف با شمار مول‌های گاز O_3 برابر باشد، ثابت تعادل این واکنش در مقیاس ..... ، برابر با ..... می‌شود. ($O = 16\ g.mol^{-1}$)**

۱) $1/5\ mol.L^{-1}$ ۲) $0/66\ L.mol^{-1}$ ۳) $0/66\ mol.L^{-1}$ ۴) $1/5\ L.mol^{-1}$

پاسخ **گزینهٔ «۱»** در ابتدای واکنش، ۲۴۰ g اوزون (۵ مول اوزون) وارد یک ظرف ۲ لیتری شده است؛ پس غلظت گاز اوزون در این حالت برابر با $2/5\ mol.L^{-1}$ می‌شود. به کمک جدول روبه‌رو، غلظت تعادلی گازهای اکسیژن و اوزون را محاسبه می‌کنیم.

	$2O_3 \rightleftharpoons 3O_2$	
غلظت اولیه	$2/5$	0
تغییر غلظت	$-2x$	$+3x$
غلظت تعادلی	$2/5-2x$	$3x$

$$\Rightarrow 2/5-2x=3x \Rightarrow 2/5=5x \Rightarrow x=0/5\ mol.L^{-1}$$

$$\Rightarrow [O_2]\ \text{تعادلی} = 1/5\ mol.L^{-1},\ [O_3]\ \text{تعادلی} = 1/5\ mol.L^{-1}$$

با توجه به غلظت تعادلی گونه‌های شرکت‌کننده در این واکنش، مقدار ثابت تعادل را محاسبه می‌کنیم:

$$K=\frac{[O_2]^3}{[O_3]^2} \Rightarrow K=\frac{(1/5)^3}{(1/5)^2}=1/5$$

در مرحلهٔ آخر، با توجه به مقدار Δn، یکای ثابت تعادل را به دست می‌آوریم:

$$\text{یکای } K \text{ واکنش} = (mol.L^{-1})^{\Delta n} \xrightarrow{\Delta n=1} \text{یکای } K \text{ واکنش} = mol.L^{-1}$$

اکثر مطالب این درس‌نامه، مروری بود برای مطالب درس‌نامهٔ بخش ۳ از فصل ۱ دوازدهم. توصیه می‌کنم حتماً یه سری به درس‌نامه و تست‌های اون قسمت بزنید و یه مرور کوچولو روی مطالبش داشته باشید.

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

استفاده از آمونیاک در کشاورزی

۷۹۰- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) محدودیت منابع و روند رو به افزایش جمعیت جهان، سبب شده تا تأمین غذا به یکی از چالش‌های زندگی تبدیل شود.

۲) فراوان‌ترین گاز موجود در هواکره، از مولکول‌های دواتمی تشکیل شده و به طور مستقیم توسط گیاهان جذب می‌شود.

۳) بهترین راه‌حل برای مقابله با چالش‌های مربوط به تأمین غذا، افزایش بهره‌وری در تولید فراورده‌های کشاورزی است.

۴) واکنش میان گازهای N_2 و H_2 برگشت‌پذیر بوده و فراوردهٔ تولیدشده در آن در دستهٔ بازهای آرنیوس قرار می‌گیرد.

۷۹۱- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) گیاهان می‌توانند نیتروژن مورد نیاز خود را با جذب ترکیبات نیتروژن‌دار از جمله آمونیاک و اوره از خاک به دست بیاورند.

ب) در مبدل کاتالیستی خودروهای دیزلی، مولکول‌های آمونیاک با مولکول‌های NO_2 و NO واکنش داده و اکسایش پیدا می‌کنند.

پ) در دمای $450\ ^\circ C$ و فشار ۲۰۰ اتمسفر، گازهای N_2 و H_2 به طور کامل با یکدیگر واکنش داده و به آمونیاک تبدیل می‌شوند.

ت) در برخی کشورها برای افزایش بازده فراورده‌های کشاورزی، آمونیاک مایع را به طور مستقیم به خاک تزریق می‌کنند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۷۹۲- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با نیتروژن نادرست است؟ ($O = 16, N = 14, C = 12, H = 1 : g.mol^{-1}$)

۱) از این گاز در صنعت سرماسازی برای انجماد برخی از مواد غذایی و برای پرکردن تایر خودروها استفاده می‌شود.

۲) درصد جرمی اتم‌های این عنصر در آمونیوم نیترات، ۰/۷۵ برابر درصد جرمی آن در یک نمونهٔ خالص از اوره است.

۳) واکنش‌پذیری کمی دارد اما در دمای اتاق، در حضور کاتالیزگر مناسب و جرقه، با گاز هیدروژن وارد واکنش می‌شود.

۴) این عنصر، همانند عناصر گوگرد، فسفر و پتاسیم، از جمله عناصر ضروری مورد نیاز برای رشد گیاهان به شمار می‌رود.

واکنش‌های تعادلی

۷۹۳- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) رابطهٔ $[NO]\times K = [N_2]\times[O_2]$ در مورد واکنش تعادلی $2NO(g) \rightleftharpoons N_2(g)+O_2(g)$ برقرار است.

۲) هر چه میزان پیشرفت یک واکنش شیمیایی بیشتر باشد، درصد بیشتری از مواد واکنش‌دهنده به فراورده‌ها تبدیل می‌شوند.

۳) در سامانهٔ تعادلی $Fe_2O_3(s)+3CO(g) \rightleftharpoons Fe(s)+3CO_2(g) : K=8$، غلظت CO_2، ۸ برابر غلظت CO است.

۴) در واکنش‌های برگشت‌پذیر، از ابتدای کار تا لحظهٔ برقراری تعادل، سرعت واکنش رفت به مرور زمان افزایش پیدا می‌کند.

۷۹۴- چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟

آ) یکای ثابت تعادل برای واکنش تعادلی تولید آمونیاک از گازهای هیدروژن و نیتروژن، معادل با $mol^{۲}.L^{-۲}$ است.

ب) در واکنش‌های برگشت‌پذیر، مولکول‌های فراورده و واکنش‌دهنده به صورت هم‌زمان در ظرف واکنش دیده می‌شوند.

پ) در سامانهٔ به حالت تعادل $۲SO_۲(g) + O_۲(g) \rightleftharpoons ۲SO_۳(g)$، سرعت واکنش‌های رفت و برگشت برابر است.

ت) با افزایش مقدار واکنش‌دهنده در تعادل $N_۲O_۴ \rightleftharpoons ۲NO_۲$، مقدار ثابت تعادل این واکنش افزایش پیدا می‌کند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۷۹۵- مقداری از گازهای کلر و نیتروژن مونوکسید را وارد ظرفی ۰/۵ لیتری می‌کنیم تا تعادل $۲NOCl(g) \rightleftharpoons ۲NO(g) + Cl_۲(g)$ برقرار شود. اگر در لحظهٔ برقراری تعادل ۰/۵ مول گاز کلر، ۲ مول گاز نیتروژن مونوکسید و ۱ مول گاز NOCl در ظرف واکنش وجود داشته باشد، مقدار ثابت تعادل این واکنش کدام است؟

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۸ ۴) ۱۶

۷۹۶- مقداری گاز نیتروژن دی‌اکسید را وارد یک ظرف دربسته با حجم ثابت می‌کنیم تا تعادل گازی $۲NO_۲ \rightleftharpoons ۲NO + O_۲$ برقرار شود. کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با این فرایند درست است؟

۱) از ابتدای واکنش تا لحظهٔ برقراری تعادل، چگالی مخلوط گازی موجود در این ظرف کاهش پیدا می‌کند.

۲) با گذشت زمان، سرعت واکنش رفت کاهش یافته و از شدت رنگ قهوه‌ای این مخلوط گازی کاسته می‌شود.

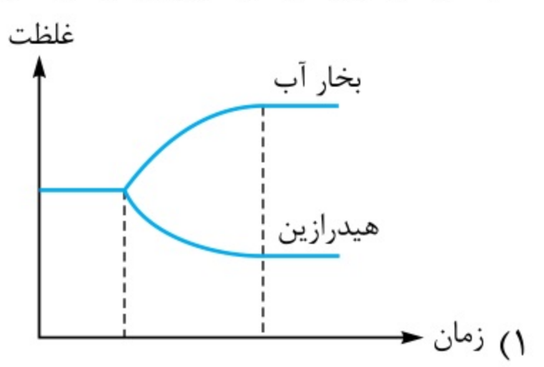
۳) از ابتدای واکنش تا لحظهٔ برقراری تعادل، شمار مولکول‌های گازی موجود در ظرف واکنش ثابت باقی می‌ماند.

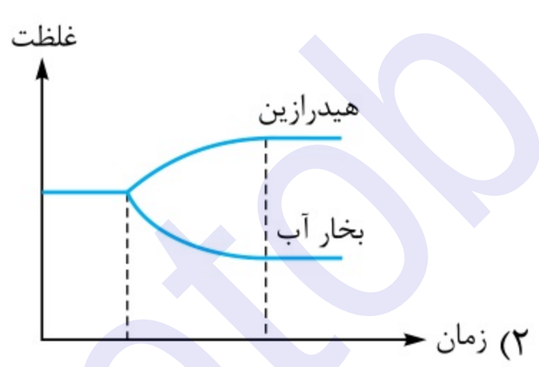
۴) در لحظهٔ برقراری تعادل در این ظرف، شمار مولکول‌های اکسیژن با شمار مولکول‌های نیتروژن مونوکسید برابر است.

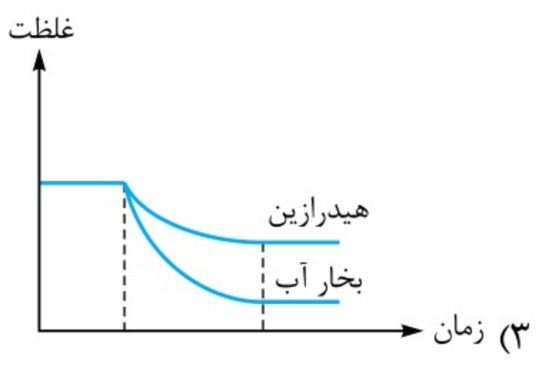
۷۹۷- اگر ۸ مول $N_۲O_۴(g)$ را در یک ظرف دو لیتری وارد کرده، تا رسیدن به حالت تعادل $(K = ۰/۸\ mol.L^{-۱})$ گرم کنیم، مقدار گاز $N_۲O_۴(g)$ باقی‌مانده در ظرف برابر چند مول است؟ *(سراسری تجربی خارج از کشور ۹۳)*

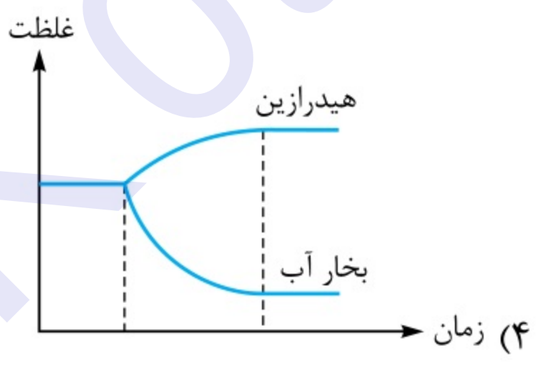
۱) ۶/۴ ۲) ۳/۲ ۳) ۱/۶ ۴) ۰/۸

۷۹۸- مول‌های برابری از گازهای هیدرازین و بخار آب در یک محفظهٔ دربسته وجود دارند. مقداری گاز نیتروژن را وارد این محفظه می‌کنیم تا براساس معادلهٔ موازنه‌نشدهٔ $N_۲H_۴(g) + N_۲O_۴(g) \rightleftharpoons N_۲(g) + H_۲O(g)$، یک تعادل شیمیایی در ظرف برقرار شود. کدام‌یک از نمودارهای زیر، تغییرات غلظت بخار آب و بخار هیدرازین را در طول زمان به درستی نشان می‌دهند؟

۱)


۲)


۳)


۴)


۷۹۹- یک مول از هر یک از گازهای $CO(g)$، $H_۲(g)$ و $H_۲O(g)$ را وارد یک مخزن ۴ لیتری دربسته می‌کنیم تا تعادل $CO(g) + H_۲(g) \rightleftharpoons H_۲O(g) + C(s)\ ;\ K = ۷/۵$ در این ظرف برقرار شود. در لحظهٔ برقراری تعادل، جرم $H_۲O(g)$ موجود در این ظرف چند برابر جرم $C(s)$ موجود در آن است؟ $(O = ۱۶ , C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$

۱) ۴/۵ ۲) ۹ ۳) ۱۸ ۴) ۱۳/۵

۸۰۰- اگر در واکنش تعادلی تجزیهٔ آمونیاک $۲NH_۳(g) \rightleftharpoons N_۲(g) + ۳H_۲(g)\ ;\ K = ۱۲$، که در یک سامانهٔ بستهٔ ۲ لیتری در دمای معین برقرار است، مقدار ۱/۲ مول هیدروژن وجود داشته باشد، مقدار اولیهٔ آمونیاک برابر چند مول بوده است؟ *(سراسری تجربی خارج از کشور ۹۰)*

۱) ۰/۹۲ ۲) ۰/۸۴ ۳) ۰/۶۸ ۴) ۰/۵۲

۸۰۱- واکنش $۲N_۲O_۵(g) \rightleftharpoons ۴NO_۲(g) + O_۲(g)$ را با واردکردن ۲ مول گاز $N_۲O_۵$ به یک ظرف ۴ لیتری آغاز می‌کنیم. اگر درصد پیشرفت این واکنش از ابتدای کار تا لحظهٔ برقراری تعادل برابر با ۶۰٪ باشد، در لحظهٔ برقراری تعادل ..... مول مولکول گازی در ظرف وجود دارد و ثابت تعادل این واکنش برابر ..... است.

۱) ۳/۸ ـ ۰/۹۷۲ ۲) ۴/۲ ـ ۰/۹۷۲ ۳) ۳/۸ ـ ۰/۴۸۶ ۴) ۴/۲ ـ ۰/۴۸۶

۸۰۲- دو مول از اکسید فلز M و یک مول $CO(g)$ در ظرف یک لیتری دربسته وارد و گرما داده شده‌اند تا تعادل شیمیایی $CO(g)+MO(s) \rightleftharpoons M(s)+CO_2(g)\ ;\ K=0/25$ برقرار شود. در حالت تعادل، نسبت مولی $\frac{MO(s)}{M(s)}$ کدام است؟ *(سراسری تجربی ۹۵)*

۱) ۱۶ ۲) ۱۲ ۳) ۹ ۴) ۴

۸۰۳- چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

آ) مقدار K در واکنش $NH_4Cl(s) \rightleftharpoons NH_3(g)+HCl(g)$، از رابطهٔ $K=[NH_3]\times[HCl]$ به دست می‌آید.

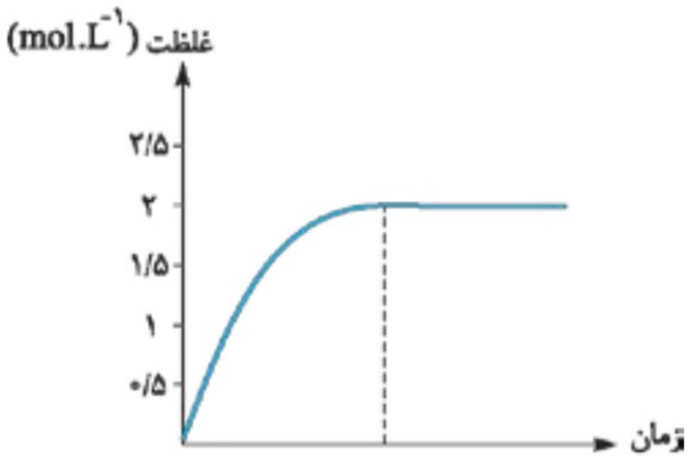
ب) ثابت تعادل واکنش $2HI(g) \rightleftharpoons H_2(g)+I_2(g)$ همانند واکنش $2NO(g) \rightleftharpoons N_2(g)+O_2(g)$ فاقد یکا است.

پ) اگر ثابت تعادل واکنش A بزرگ‌تر از ثابت تعادل واکنش B باشد، مقدار انرژی فعال‌سازی این واکنش کم‌تر از واکنش B است.

ت) در واکنش $A(g) \rightleftharpoons B(g) : K=10^{-9}$، در حالت تعادل، سرعت واکنش رفت در مقایسه با واکنش برگشت بسیار کم‌تر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۸۰۴- مقداری گاز گوگرد تری‌اکسید را وارد یک محفظه به حجم ۲ لیتر می‌کنیم تا تعادل شیمیایی $2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g)+O_2(g)\ ;\ K=32$ در این ظرف برقرار شود. اگر نمودار تغییر غلظت گاز اکسیژن در این ظرف به شکل مقابل باشد، جرم اولیهٔ SO_3 واردشده به ظرف برابر با چند گرم بوده است؟ $(S=32\ ,\ O=16 : g.mol^{-1})$



۱) ۸۰۰ ۲) ۴۰۰
۳) ۴۸۰ ۴) ۲۴۰

۸۰۵- اگر بازده درصدی واکنش تعادلی فرضی $A(g)+D(g) \rightleftharpoons 2E(g)+G(g)$، که با یک مول از هر یک از واکنش‌دهنده‌ها در یک ظرف یک لیتری دربسته آغاز شده است، در دمای آزمایش، برابر ۶۰ درصد باشد، ثابت تعادل این واکنش برابر چند $mol.L^{-1}$ است؟ *(سراسری ریاضی ۹۴)*

۱) ۱/۳۵ ۲) ۲/۲۵ ۳) ۳/۶ ۴) ۵/۴

۸۰۶- ۶ مول گاز NO را به همراه ۴ مول گاز CO وارد یک ظرف دربستهٔ ۳ لیتری می‌کنیم تا تعادل $NO(g)+CO(g) \rightleftharpoons N_2(g)+CO_2(g)$ برقرار شود. اگر در لحظهٔ برقراری تعادل، فشار گازهای درون مخزن به اندازهٔ ۱۵ درصد کم‌تر از فشار اولیهٔ آن‌ها باشد، مقدار ثابت تعادل این واکنش و مجموع غلظت مولی فراورده‌های آن در حالت تعادل، از راست به چپ کدام است؟

۱) ۴/۵ـ۱/۵ ۲) ۱/۵ـ۱/۵ ۳) ۴/۵ـ۴/۵ ۴) ۱/۵ـ۴/۵

۸۰۷- ۱۰ مول آمونیوم هیدروژن سولفید (NH_4HS) جامد را به همراه ۳۴ g آمونیاک وارد یک مخزن دربستهٔ دو لیتری می‌کنیم تا تعادل شیمیایی $NH_4HS(s) \rightleftharpoons NH_3(g)+H_2S(g)\ ;\ K=0/24\ mol^2.L^{-2}$ در این ظرف برقرار شود. پس از برقراری تعادل در این ظرف، مجموعاً چند مول مادهٔ گازی در آن وجود خواهد داشت؟ $(S=32\ ,\ N=14\ ,\ H=1 : g.mol^{-1})$

۱) ۱/۴ ۲) ۲/۸ ۳) ۰/۴ ۴) ۰/۸

۸۰۸- در یک آزمایش تولید آمونیاک، در بهترین شرایط، ۲۵ درصد از گاز نیتروژن واردشده در محفظهٔ واکنش به فراورده تبدیل شده است. اگر گازهای هیدروژن و نیتروژن به نسبت مولی ۳/۷۵ به ۱ در محفظهٔ یک لیتری واکنش وارد شده باشند، مقدار K با یکای $L^2.mol^{-2}$، به تقریب کدام است؟ *(سراسری ریاضی خارج از کشور ۹۶)*

۱) ۰/۱۱ ۲) $1/23\times10^{-2}$
۳) $9/26\times10^{-3}$ ۴) $3/7\times10^{-2}$

۸۰۹- یک مول گاز هیدروژن با دو مول گاز کربن دی‌اکسید در یک ظرف یک لیتری مخلوط شده تا تعادل $CO_2(g)+H_2(g) \rightleftharpoons CO(g)+H_2O(g)\ ;\ K=1/8$ برقرار شود. نسبت جرم $H_2O(g)$ به جرم $H_2(g)$ در مخلوط به حالت تعادل، کدام است؟ $(O=16\ ,\ H=1 : g.mol^{-1})$ *(سراسری تجربی خارج از کشور ۹۶)*

۱) ۳/۶ ۲) ۵/۲ ۳) ۹ ۴) ۲۷

۸۱۰- ۷ مول گاز متان را به همراه ۱۹۸ g بخار آب، وارد یک محفظهٔ ۲ لیتری می‌کنیم تا تعادل $CH_4(g)+H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g)+3H_2(g)$ برقرار شود. اگر در لحظهٔ برقراری تعادل، مجموع شمار مول‌های فراورده‌ها با مجموع شمار مول‌های واکنش‌دهنده‌ها برابر باشد، مقدار ثابت تعادل این واکنش در شرایط آزمایش چند $mol^2.L^{-2}$ است؟ $(O=16\ ,\ H=1 : g.mol^{-1})$

۱) $(\frac{3}{2})^7$ ۲) $\frac{3^7}{2^5}$ ۳) $(\frac{3}{2})^5$ ۴) $\frac{3^5}{2^3}$

۸۱۱- چه تعداد از عبارت‌های زیر، در رابطه با فرایند برقراری تعادل $2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)$ در ظرف داده‌شده درست هستند؟



آ) تصویر (III)، نخستین لحظهٔ برقراری تعادل را در ظرف موردنظر نشان می‌دهد.

ب) مقدار ثابت تعادل واکنش موردنظر برحسب $mol.L^{-1}$ برابر با غلظت تعادلی گاز اکسیژن است.

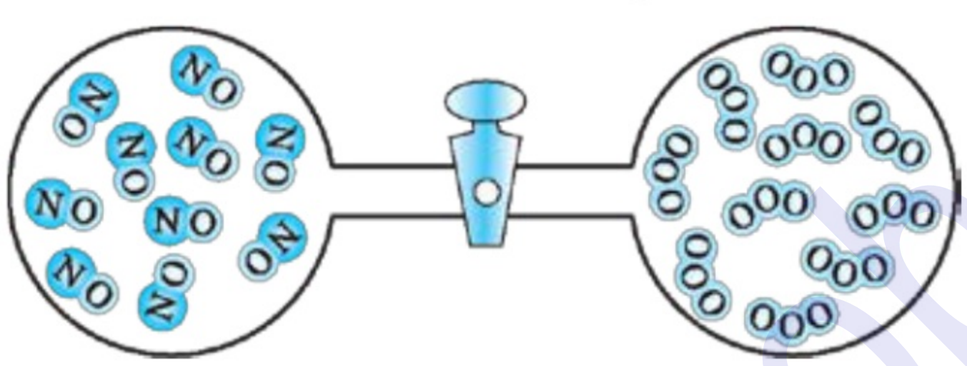
پ) سرعت متوسط تولید گاز O_2 در حد فاصل تصاویر (I) و (II)، ۱/۵ برابر سرعت تولید آن در حد فاصل تصاویر (II) و (III) است.

ت) در شرایط موردنظر، حداکثر بازده واکنش تجزیهٔ گاز گوگرد تری‌اکسید، برابر با ۵۰ درصد است.

ث) در این فرایند، با گذشت زمان، سرعت تولید گاز SO_2 برخلاف سرعت تولید گاز SO_3، به تدریج کاهش پیدا می‌کند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۸۱۲- هر یک از محفظه‌های زیر، حجمی معادل با یک لیتر داشته و در صورت مخلوط‌شدن گازهای محبوس‌شده در آن‌ها، واکنش تعادلی $O_3(g) + NO(g) \rightleftharpoons O_2(g) + NO_2(g)\ ;\ K = 16$ برقرار می‌شود. واکنش برگشت این فرایند منجر به تولید گاز اوزون در لایهٔ ..... می‌شود و اگر هر ذره را معادل با $0/1\ mol$ در نظر بگیریم، پس از برقراری تعادل در این ظرف، مجموع غلظت مولی فراورده‌ها و واکنش‌دهنده‌ها به ترتیب برابر ..... و ..... مولار است.



۱) تروپوسفر ـ ۱/۶ ـ ۰/۴

۲) استراتوسفر ـ ۱/۶ ـ ۰/۴

۳) تروپوسفر ـ ۰/۸ ـ ۰/۲

۴) استراتوسفر ـ ۰/۸ ـ ۰/۲

۸۱۳- $132\ g$ از $COCl_2$ را به همراه $14\ g$ از گاز کربن مونوکسید وارد یک محفظهٔ یک لیتری می‌کنیم تا تعادل $COCl_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + Cl_2(g)$ در این ظرف برقرار شود. اگر در حالت تعادل، ۲۵ درصد از گاز $COCl_2$ تجزیه شده باشد، ثابت تعادل این واکنش چه‌قدر است؟ $(Cl = 35/5\ ,\ O = 16\ ,\ C = 12 : g.mol^{-1})$

۱) $\frac{1}{18}$ ۲) $\frac{1}{60}$ ۳) $\frac{7}{18}$ ۴) $\frac{5}{18}$

۸۱۴- از واکنش $C_2H_5OH(g)\ ;\ K = 2 \rightleftharpoons C_2H_4(g) + H_2O(g)$ برای تهیهٔ اتانول در صنعت استفاده می‌شود. اگر دو مول اتن و دو مول آب در دمای معین در یک ظرف دو لیتری دربسته با هم واکنش دهند، بازده درصدی این فرایند کدام است؟ *(سراسری ریاضی ۹۲)*

۱) ۶۰ ۲) ۵۰ ۳) ۸۱ ۴) ۸۵

۸۱۵- مقداری کلسیم کربنات و مقداری کلسیم اکسید را به دو نیمهٔ مساوی تقسیم کرده و به طور مجزا در ظرف‌هایی به حجم ۸ و ۱۲ لیتر قرار می‌دهیم تا تعادل $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$ در آن‌ها برقرار شود. کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با محتویات این ظرف‌ها نادرست است؟

۱) مجموع جرم مواد جامد موجود در ظرف ۸ لیتری، بیشتر از مجموع جرم مواد جامد موجود در ظرف ۱۲ لیتری است.

۲) پس از برقراری تعادل در این ظرف‌ها، جرم کربن دی‌اکسید موجود در ظرف ۱۲ لیتری، ۱/۵ برابر جرم این گاز در ظرف ۸ لیتری است.

۳) پس از برقراری تعادل در این ظرف‌ها، جرم کلسیم اکسید موجود در ظرف ۱۲ لیتری، بیش از ۱/۵ برابر جرم کلسیم اکسید در ظرف دیگر است.

۴) غلظت گاز کربن دی‌اکسید در هر یک از این ظرف‌های دربسته، پس از برقراری تعادل در آن‌ها، با هم برابر است.

۸۱۶- اگر دو مول گاز SO_3 در یک ظرف سربستهٔ یک لیتری وارد و گرم شود، پس از برقراری تعادل زیر، چند مول گاز اکسیژن در ظرف وجود خواهد داشت؟

$$2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)\ ;\ K = 0/5\ mol.L^{-1}$$

۱) ۱ ۲) ۰/۷۵ *(سراسری ریاضی خارج از کشور ۹۵)*

۳) ۰/۵ ۴) ۰/۲۵

۸۱۷- ۱۳۸g گاز دی نیتروژن تتراکسید را وارد یک ظرف یک لیتری می‌کنیم تا تعادل $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)\ ;\ K = 1/6$ در آن برقرار شود. پس از برقراری تعادل در این ظرف، چند درصد از جرم گازهای موجود در آن از گاز NO_2 تشکیل می‌شود؟ $(O = 16\ ,\ N = 14 : g.mol^{-1})$

۱) ۷۵ ۲) ۲۵ ۳) ۴۰ ۴) ۵۰

۸۱۸- مقداری از گازهای Cl_2 و $NOCl$ را وارد یک مخزن دربستهٔ دو لیتری می‌کنیم تا تعادل $2NO(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons 2NOCl(g)$ در آن برقرار شود. اگر در لحظهٔ برقراری تعادل، غلظت گاز NO، چهار برابر غلظت گاز $NOCl$ بوده و مقدار ثابت تعادل این واکنش نیز برابر $128\ L.mol^{-1}$ باشد، چند گرم گاز کلر در مخلوط تعادلی وجود خواهد داشت؟ $(Cl = 35/5\ g.mol^{-1})$

۱) ۵۶۸ ۲) ۱۱۳۶ ۳) ۲۸۴ ۴) ۴۶۲

۸۱۹- ۳ مول بخار آب و ۳ مول آهن را وارد یک مخزن یک لیتری می‌کنیم تا تعادل $3Fe(s) + 4H_2O(g) \rightleftharpoons Fe_3O_4(s) + 4H_2(g)$ در این ظرف برقرار شود. اگر K برای این واکنش تعادلی برابر 2^{-4} باشد، چند مورد از مطالب زیر در رابطه با واکنش موردنظر نادرست است؟

آ) ثابت تعادل این واکنش، همانند ثابت تعادل واکنش موازنه‌نشدهٔ $NOCl(g) \rightleftharpoons NO(g) + Cl_2(g)$، فاقد یکا است.

ب) در لحظهٔ برقراری تعادل، یک مول گاز هیدروژن در این مخزن یک لیتری وجود خواهد داشت.

پ) از ابتدای واکنش تا لحظهٔ برقراری حالت تعادل در این سامانه، مجموع جرم مواد جامد موجود در ظرف افزایش پیدا می‌کند.

ت) تا لحظهٔ برقراری تعادل در این سامانه، ۰/۷۵ مول $Fe(s)$ مصرف شده و ۰/۲۵ مول $Fe_3O_4(s)$ تولید می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۸۲۰- ۵ مول $CO(g)$ با ۱۶g از $H_2(g)$ در یک ظرف ۵ لیتری دربسته براساس معادلهٔ $CO(g) + 2H_2(g) \rightleftharpoons CH_3OH(g)$ وارد واکنش شده‌اند. اگر پس از نیم ساعت و با تولید ۹۶g متانول، واکنش به تعادل برسد، سرعت متوسط مصرف $H_2(g)$، چند $mol.L^{-1}.s^{-1}$ بوده و مقدار K با یکای $L^2.mol^{-2}$ کدام است؟ $(O = 16\ ,\ C = 12\ ,\ H = 1 : g.mol^{-1})$ *(سراسری ریاضی ۹۷)*

۱) $9/375 - 6/67 \times 10^{-4}$ ۲) $3/75 - 2/78 \times 10^{-4}$ ۳) $9/375 - 2/78 \times 10^{-4}$ ۴) $3/75 - 6/67 \times 10^{-4}$

۸۲۱- در دمای $39\ ^\circ C$، مقداری از ترکیب $A(s)$ را وارد یک مخزن دو لیتری می‌کنیم تا تعادل $2A(s) \rightleftharpoons 2B(g) + C(g) + D(g)\ ;\ K = 4 \times 10^{-4}$ در ظرف برقرار شود. در لحظهٔ برقراری تعادل، مجموع غلظت مولی گازهای موجود در ظرف برابر ..... مول بر لیتر و فشار محتویات درون ظرف برابر ..... اتمسفر است.

۱) ۷/۶۸ - ۰/۳ ۲) ۱۰/۲۴ - ۰/۳ ۳) ۷/۶۸ - ۰/۴ ۴) ۱۰/۲۴ - ۰/۴

۸۲۲- منیزیم سولفات براساس واکنش تعادلی $MgSO_4(s) \rightleftharpoons MgO(s) + SO_3(g)\ ;\ K = 2 \times 10^{-4}$ در یک ظرف ۲ لیتری تجزیه می‌شود. گاز گوگرد تری‌اکسید موجود در این ظرف را خارج کرده و در ۲ لیتر آب خالص حل می‌کنیم. غلظت یون سولفات در محلول حاصل از این فرایند برابر با چند ppm است؟ $(S = 32\ ,\ O = 16 : g.mol^{-1})$

۱) ۲۴ ۲) ۴۸ ۳) ۳۸/۴ ۴) ۱۹/۲

۸۲۳- با توجه به واکنش‌های تعادلی فرض زیر، در شرایطی که هر یک از آن‌ها در ظرف یک لیتری دربسته و با یک مول مادهٔ اولیه آغاز شده باشد و بازده درصدی واکنش (I) برابر ۵۰٪ و بازده درصدی واکنش (II) برابر ۸۰٪ باشد، نسبت مقدار K_2 به K_1 کدام است؟ *(سراسری ریاضی خارج از کشور ۹۴)*

I) $A(g) \rightleftharpoons 2X(g)\ ;\ K_1$

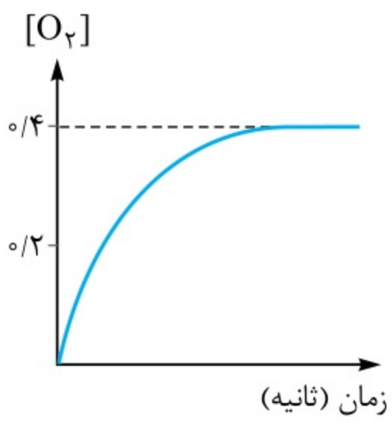
II) $D(g) \rightleftharpoons Z(g)\ ;\ K_2$

۱) ۰/۵ ۲) ۱ ۳) ۱/۵ ۴) ۲

۸۲۴- واکنش تعادلی $NO(g) + O_3(g) \rightleftharpoons NO_2(g) + O_2(g)$ را با واردکردن مقادیری از گازهای NO و O_3 به یک مخزن آغاز می‌کنیم. اگر در ابتدای واکنش، غلظت گاز O_3، ۱/۲۵ برابر غلظت گاز NO بوده و در لحظهٔ برقراری تعادل نیز غلظت گاز O_3، دو برابر غلظت گاز NO باشد، مقدار ثابت تعادل واکنش کدام است؟

۱) ۹ ۲) ۲/۲۵ ۳) ۴/۵ ۴) ۳

۸۲۵- مقداری گاز دی‌نیتروژن پنتااکسید را وارد یک ظرف نیم لیتری می‌کنیم تا براساس معادلهٔ $2N_2O_5(g) \rightleftharpoons 4NO_2(g) + O_2(g)\ ;\ K = 2/56 \times 10^{-1}$ تجزیه شود. اگر نمودار مقابل مربوط به روند تغییر غلظت گاز اکسیژن باشد، جرم گاز دی‌نیتروژن پنتااکسید واردشده به ظرف برابر با چند گرم بوده است؟ $(O = 16\ ,\ N = 14 : g.mol^{-1})$



۱) ۵۴ ۲) ۲۱۶ ۳) ۱۰۸ ۴) ۱۶۲

۸۲۶- مقداری جوش‌شیرین را وارد یک ظرف ۲ لیتری می‌کنیم تا تعادل $2NaHCO_3(s) \rightleftharpoons Na_2CO_3(s) + CO_2(g) + H_2O(g)$ در ظرف موردنظر برقرار شود. اگر گاز کربن دی‌اکسید حاصل از این فرایند با ۱۴ گرم کلسیم اکسید به طور کامل واکنش بدهد، مقدار ثابت تعادل واکنش تجزیهٔ جوش‌شیرین کدام است؟ $(Ca = 40 , O = 16 : g.mol^{-1})$

۱) 2^{-8} ۲) 2^{-4} ۳) 2^{-6} ۴) 2^{-10}

۸۲۷- چگالی مخلوط گازهای اکسیژن و اوزون در ظرفی با شرایط استاندارد که تعادل $2O_3(g) \rightleftharpoons 3O_2(g)$ در آن برقرار است، برابر با ۲ گرم بر لیتر می‌باشد. در این شرایط، ثابت تعادل واکنش داده‌شده کدام است؟ $(O = 16\ g.mol^{-1})$

۱) ۸۹۶ ۲) ۳۵۸۴ ۳) ۱۷۹۲ ۴) ۴۴۸

۸۲۸- جرم‌های برابری از $CaCO_3(s)$ و $SO_3(g)$ را به طور مجزا وارد مخزن‌هایی به حجم یک لیتر می‌کنیم تا تعادل‌های شیمیایی زیر در این مخزن‌ها برقرار شود. اگر در هر یک از واکنش‌های انجام‌شده، ۲۰ درصد از مادهٔ اولیه تجزیه شده باشد، مقدار ثابت تعادل واکنش تجزیهٔ کلسیم کربنات، چند برابر مقدار ثابت تعادل واکنش دیگر است؟ $(Ca = 40 , S = 32 , O = 16 , C = 12 : g.mol^{-1})$

$CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$ $2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)$

۱) ۱۲/۸ ۲) ۲۵/۶ ۳) ۱۶ ۴) ۳۲

۸۲۹- تعادل $2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g) ; K = 18$ در یک محفظهٔ ۴ لیتری برقرار است. اگر در حالت تعادل، ۴۰ گرم گاز SO_3 و ۹۶ گرم گاز SO_2 در ظرف واکنش وجود داشته باشد، چگالی مخلوط گازی موجود در این ظرف برابر با چند گرم بر لیتر است؟ $(S = 32 , O = 16 : g.mol^{-1})$

۱) ۹۸ ۲) ۳۴ ۳) ۵۰ ۴) ۶۴

۸۳۰- حجم‌های برابر از H_2 و CO را وارد یک ظرف ۲ لیتری می‌کنیم تا تعادل $CO(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons CH_4(g) + H_2O(g) ; K = 2/25$ برقرار شود. اگر گاز متان موجود در ظرف را خارج کرده و در حضور مقدار کافی اکسیژن بسوزانیم، ۱۳۳۵ کیلوژول گرما آزاد می‌شود. در این شرایط، مقدار گاز H_2 واردشده به ظرف واکنش برابر چند مول بوده است؟ (ΔH واکنش سوختن متان برابر $-890\ kJ.mol^{-1}$ است.)

۱) ۷/۵ ۲) ۴/۵ ۳) ۵/۵ ۴) ۶/۵

۸۳۱- تعادل $C_2H_5OH(g) \rightleftharpoons C_2H_4(g) + H_2O(g) ; K = 6/25 \times 10^{-2}$ را با واردکردن مقداری از بخار اتانول به یک ظرف ۵ لیتری آغاز می‌کنیم. اگر در لحظهٔ برقراری تعادل، جرم گاز اتن موجود در ظرف واکنش به اندازهٔ ۱۲/۵ گرم بیشتر از جرم بخار آب موجود در آن باشد، درصد جرمی اتانول در این مخلوط کدام است؟ $(O = 16 , C = 12 , H = 1 : g.mol^{-1})$

۱) ۵۰ ۲) ۶۰ ۳) ۷۵ ۴) ۸۰

۸۳۲- تعادل $2AX_2(s) \rightleftharpoons A_2(g) + 2X_2(g)$ را در دمای $117\ ^\circ C$ با واردکردن مقداری AX_2 به یک ظرف ۲ لیتری خالی آغاز می‌کنیم. اگر پس از برقراری تعادل، فشار گازهای موجود در این ظرف به ۱۲ اتمسفر برسد، ثابت تعادل این واکنش کدام است؟

۱) 2^{-7} ۲) 2^{-5} ۳) 2^{-6} ۴) 2^{-4}

۸۳۳- واکنش $2SO_3 \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)$ را با واردکردن ۲ مول از هر کدام از گازهای SO_2، SO_3 و O_2 به یک ظرف ۲۵۰ میلی‌لیتری آغاز می‌کنیم. اگر در لحظهٔ برقراری تعادل، درصد حجمی گاز SO_3 برابر با ۲۴٪ باشد، ثابت تعادل این واکنش برابر با چند مول بر لیتر است؟

۱) ۰/۰۸ ۲) ۰/۰۲ ۳) ۰/۰۴ ۴) ۰/۱۶

۸۳۴- تعادل $NH_4Cl(s) \rightleftharpoons NH_3(g) + HCl(g) ; K = 1/6 \times 10^{-5}$ در یک ظرف ۲ لیتری برقرار است. گازهای هیدروژن کلرید و آمونیاک موجود در ظرف را خارج کرده و به طور مجزا در ۸۰۰ میلی‌لیتر آب حل می‌کنیم. اگر pH محلول اسیدی حاصل به اندازهٔ ۸/۳ واحد کم‌تر از pH محلول بازی حاصل باشد، درصد یونش مولکول‌های آمونیاک کدام است؟

۱) ۵ ۲) ۲/۵ ۳) ۲ ۴) ۱۰

۸۳۵- ۶۸ گرم آمونیاک را وارد یک ظرف سربسته می‌کنیم تا تعادل $2NH_3(g) \rightleftharpoons N_2(g) + 3H_2(g) ; K = 3$ در این ظرف برقرار شود. اگر غلظت تعادلی گاز هیدروژن در این ظرف برابر ۲ مول بر لیتر باشد، حجم ظرف واکنش برابر با چند لیتر است؟ $(N = 14 , H = 1 : g.mol^{-1})$

۱) ۱/۵ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

بخش ۳ عوامل مؤثر بر تعادل‌های شیمیایی

تغییر غلظت در واکنش‌های تعادلی

قبل از بررسی تأثیر عوامل مختلف بر تعادل‌های شیمیایی، باید با قانونی که توسط *آقای هنری لوئیس لوشاتلیه* برای اولین بار بیان شده و به «اصل لوشاتلیه» معروف است، آشنا شویم. براساس این قانون، اگر تغییری موجب بر هم زدن حالت تعادل در یک سامانهٔ تعادلی شود، تعادل در جهتی جابه‌جا می‌شود که تا حد امکان اثر آن تغییر را جبران کند.

و اما اثر تغییر غلظت! براساس اصل لوشاتلیه، در صورت افزایش غلظت یکی از گونه‌های شرکت‌کننده در یک تعادل شیمیایی، تعادل در جهتی پیش می‌رود که تا حد امکان مقداری از آن ماده را مصرف کند و سامانه مجدداً به حالت تعادل برسد. در نقطهٔ مقابل، در صورت کاهش غلظت یکی از گونه‌های شرکت‌کننده در یک تعادل شیمیایی، تعادل در جهتی پیش می‌رود که تا حد امکان مقداری از آن ماده را تولید کند و سامانه مجدداً به حالت تعادل برسد. توجه داریم که در این جابه‌جایی، مقدار K ثابت باقی می‌ماند.

به عنوان مثال، با افزودن مقداری گاز HI به یک محفظه که تعادل $2HI(g) \rightleftharpoons H_2(g) + I_2(g)$ در آن برقرار است، تعادل در جهت رفت پیش می‌رود که تا حد امکان مقداری از این ماده را مصرف کند و به تعادل جدید برسد. بر این اساس، غلظت گازهای H_2 و I_2 به مرور افزایش پیدا می‌کند و در تعادل جدید، غلظت آن‌ها بیشتر از تعادل اولیه خواهد بود. از آن جا که تعادل نمی‌تواند اثر تغییر اعمال‌شده (افزایش غلظت HI) را به طور کامل جبران کند، غلظت گاز HI در تعادل جدید نسبت به تعادل اولیه بیشتر خواهد بود. در رابطه با این تعادل داریم:

افزودن مقداری HI به تعادل:

- غلظت گاز I_2 افزایش پیدا می‌کند. ← تغییر $[I_2]$ ← تعادل در جهت رفت جابه‌جا می‌شود.
- غلظت گاز H_2 افزایش پیدا می‌کند. ← تغییر $[H_2]$ ← تعادل در جهت رفت جابه‌جا می‌شود.
- غلظت گاز HI افزایش پیدا می‌کند. ← تغییر $[HI]$ ← تعادل اثر تغییر اعمال شده را به‌طور کامل جبران نمی‌کند.

چندنکته

◀ در صورت افزایش غلظت یکی از گونه‌های شرکت‌کننده در یک سامانهٔ تعادلی، سرعت واکنشی که منجر به مصرف‌شدن این ماده می‌شود، در لحظهٔ اعمال تغییر افزایش پیدا می‌کند. مثلاً اگر در تعادل $aA(g) \rightleftharpoons bB(g)$، مقداری $A(g)$ به سامانهٔ تعادلی افزوده شود، سرعت واکنش رفت (واکنشی که منجر به مصرف‌شدن $A(g)$ می‌شود) افزایش پیدا می‌کند. با گذشت زمان و تولید $B(g)$، سرعت واکنش برگشت نیز افزایش پیدا می‌کند تا جایی که با سرعت واکنش رفت برابر شده و سامانه مجدداً به تعادل برسد. البته، توجه داریم که در تعادل جدید برقرارشده، غلظت گازهای $A(g)$ و $B(g)$ نسبت به تعادل اولیه بیشتر است؛ پس سرعت واکنش‌های رفت و برگشت نیز نسبت به تعادل قبلی بیشتر خواهد بود.

◀ در صورت کاهش غلظت یکی از گونه‌های شرکت‌کننده در یک سامانهٔ تعادلی، سرعت واکنشی که منجر به مصرف‌شدن این ماده می‌شود، در لحظهٔ اعمال تغییر کاهش می‌یابد. مثلاً اگر در تعادل $aA(g) \rightleftharpoons bB(g)$، مقداری از مادهٔ $A(g)$ را از سامانه خارج کنیم، سرعت واکنش رفت (واکنشی که منجر به مصرف‌شدن $A(g)$ می‌شود) کاهش پیدا می‌کند، اما سرعت واکنش برگشت ثابت می‌ماند. با گذشت زمان و مصرف $B(g)$، سرعت واکنش برگشت نیز به مرور زمان کاهش پیدا می‌کند تا جایی که با سرعت واکنش رفت برابر شده و سامانه مجدداً به تعادل برسد. البته، توجه داریم که در تعادل جدید برقرارشده، غلظت گازهای $A(g)$ و $B(g)$ نسبت به تعادل اولیه کم‌تر است؛ پس سرعت واکنش‌های رفت و برگشت نیز نسبت به تعادل قبلی کم‌تر خواهد بود.

◀ با تغییر مقدار (افزایش و یا کاهش) گونه‌های جامد (s) و یا مایع (l) شرکت‌کننده در یک واکنش تعادلی، سرعت واکنش‌های رفت و برگشت ثابت مانده و تعادل موردنظر جابه‌جا نمی‌شود. به عنوان مثال، در صورت افزودن مقداری کلسیم اکسید جامد به ظرفی که واکنش تعادلی $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$ در آن برقرار است، تعادل موردنظر هیچ تغییری نمی‌کند.

◀ در برخی از سامانه‌های تعادلی، تغییر غلظت ایجادشده در سامانه، با جابه‌جایی تعادل به صورت کامل جبران می‌شود. به عنوان مثال، در تعادل $MgCO_3(s) \rightleftharpoons MgO(s) + CO_2(g)$؛ $K = [CO_2]$ با خارج‌کردن مقداری $CO_2(g)$ از سامانهٔ تعادل، واکنش در جهت رفت جابه‌جا می‌شود تا غلظت این گاز را به مقدار اولیهٔ آن برساند. در واقع چون مقدار K این واکنش برابر با غلظت گاز CO_2 است، با اعمال هر تغییری در غلظت گاز CO_2، تعادل در جهتی جابه‌جا می‌شود که غلظت این گاز را به مقدار اولیهٔ آن برساند.

یک روش *جالب* برای کامل‌کردن واکنش‌های تعادلی و افزایش میزان پیشرفت آن‌ها، خارج‌کردن مداوم فراورده‌های واکنش از سامانه است. در این شرایط، تعادل موردنظر دائماً در حال جابه‌جاشدن در جهت رفت است تا جایی که کل واکنش‌دهنده‌ها به فراورده تبدیل شوند.

تست **تعادل $CO(g) + H_2(g) \rightleftharpoons H_2O(g) + C(s)$ در یک محفظهٔ ۱۰ لیتری برقرار است. کدام مطلب در رابطه با این سامانه نادرست است؟**

۱) با خارج‌کردن مقداری $H_2(g)$ از سامانهٔ واکنش، غلظت گاز CO به مرور افزایش پیدا می‌کند.

۲) با افزودن مقداری $C(s)$ به سامانهٔ تعادلی، مقدار بخار آب موجود در محفظه کاهش پیدا می‌کند.

۳) با خارج‌کردن مقداری $CO(g)$ از سامانهٔ واکنش، مقدار بیشتری از $C(s)$ موجود در ظرف مصرف می‌شود.

۴) پس از اضافه‌کردن مقداری بخار آب به سامانهٔ واکنش، سرعت واکنش برگشت به مرور افزایش می‌یابد.

پاسخ **گزینهٔ «۲»** چون $C(s)$ جامد است، با اضافه‌کردن آن به سامانهٔ تعادلی، در غلظت این ماده تغییری ایجاد نشده و سامانهٔ واکنش نیز جابه‌جا نمی‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) با خارج‌کردن $H_2(g)$ از سامانهٔ واکنش، تعادل در جهت رفت جابه‌جا شده و مقدار گاز CO افزایش پیدا می‌کند.

۳) با خارج‌شدن گاز CO از ظرف واکنش، تعادل در جهت رفت پیش می‌رود و در این فرایند، $C(s)$ نیز مصرف می‌شود.

۴) پس از اضافه‌کردن $H_2O(g)$ به سامانهٔ واکنش، تعادل در جهت رفت جابه‌جا شده و با تولید فراورده‌ها، سرعت واکنش برگشت افزایش می‌یابد.

تست **تعادل $NH_4HS(s) \rightleftharpoons NH_3(g) + H_2S(g)$، با حضور ۴ مول H_2S، ۲ مول NH_3 و ۵ مول NH_4HS در یک ظرف ۲ لیتری برقرار است. در صورت خارج‌شدن کل گاز H_2S از ظرف واکنش، مقدار NH_4HS موجود به چند مول می‌رسد؟**

۱) ۲/۵ ۲) ۳/۵ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ **گزینهٔ «۳»** **قدم اول** با توجه به اطلاعات داده‌شده، غلظت هر ماده و مقدار K واکنش را محاسبه می‌کنیم.

$$[H_2S] = \frac{\text{مول } H_2S}{\text{حجم}} = \frac{4\ mol}{2\ L} = 2\ mol.L^{-1} \qquad [NH_3] = \frac{\text{مول } NH_3}{\text{حجم}} = \frac{2\ mol}{2\ L} = 1\ mol.L^{-1}$$

$$K = [NH_3].[H_2S] \Rightarrow K = 1 \times 2 = 2\ mol^2.L^{-2}$$

قدم دوم با خارج‌کردن گاز H_2S از ظرف واکنش، تعادل در جهت تولید این ماده (جهت رفت) پیش می‌رود. جدول زیر، روند تغییر غلظت گازهای NH_3 و H_2S را نشان می‌دهد.

	NH_4HS	NH_3	H_2S
غلظت در لحظهٔ اعمال تغییر	ثابت	۱	۰
تغییر غلظت	-	$+x$	$+x$
غلظت در تعادل جدید	ثابت	$1+x$	x

$$\Rightarrow K = [NH_3][H_2S] \Rightarrow 2 = (1+x)(x) \Rightarrow x = 1\ mol.L^{-1}$$

$$\xrightarrow{\text{حجم ظرف} = 2\ L} \text{مقدار } H_2S \text{ تولیدشده} = 2\ mol$$

بر این اساس، پس از تولیدشدن دو مول H_2S، سامانه مجدداً به تعادل می‌رسد.

قدم سوم با توجه به مقدار H_2S تولیدشده، مقدار NH_4HS باقی‌مانده در ظرف واکنش را محاسبه می‌کنیم.

$$?\ mol\ NH_4HS = 2\ mol\ H_2S \times \frac{1\ mol\ NH_4HS}{1\ mol\ H_2S} = 2\ mol$$

مقدار NH_4HS در تعادل جدید = مقدار NH_4HS در تعادل اولیه − مقدار NH_4HS مصرف‌شده $= 5 - 2 = 3\ mol$

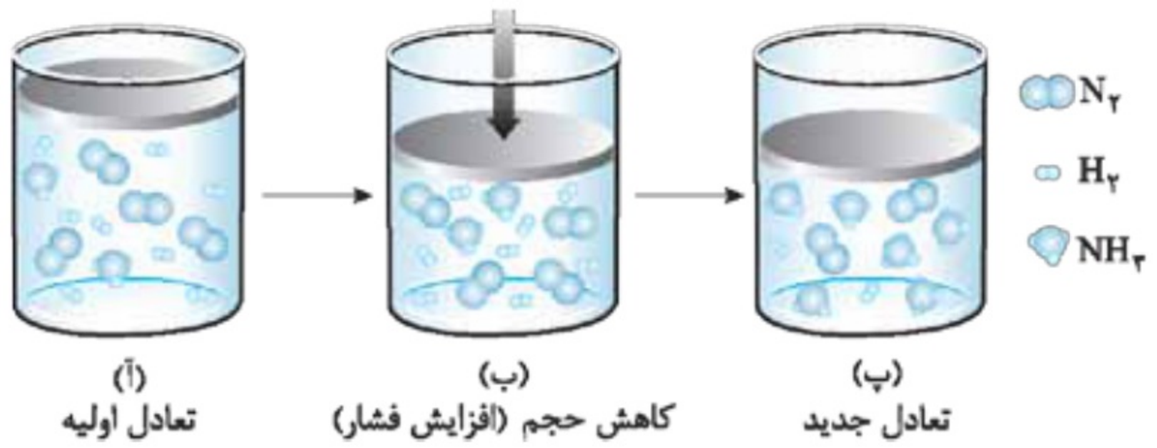
تغییر حجم در واکنش‌های تعادلی

دیدیم که با اضافه‌کردن یکی از مواد شرکت‌کننده در واکنش‌های تعادلی به سامانهٔ واکنش و یا حذف‌کردن یکی از آن‌ها از سامانهٔ واکنش، تعادل جابه‌جا شده و در جهت جبران تغییر اعمال‌شده پیش می‌رود. علاوه بر این روش، از تغییر حجم سامانهٔ واکنش نیز می‌توان برای تغییر غلظت مواد گازی شرکت‌کننده در واکنش کمک گرفت. برای آن‌که تغییر حجم بر جابه‌جایی یک تعادل شیمیایی مؤثر باشد، باید حداقل یکی از اجزای شرکت‌کننده در واکنش گازی‌شکل باشد و تعداد مول‌های گازی در دو طرف معادلهٔ واکنش نیز برابر نباشند.

یکی از راه‌های تغییر حجم سامانه‌های گازی، تغییر فشار است. در واقع، با افزایش فشار اعمال‌شده بر یک تعادل گازی، حجم اشغال‌شده توسط گازها کاهش پیدا می‌کند و با کاهش فشار اعمال‌شده بر یک تعادل گازی نیز حجم اشغال‌شده توسط گازها افزایش می‌یابد.

با کاهش حجم یک سامانهٔ تعادلی، فشار گازهای شرکت‌کننده در آن تعادل بالا رفته و غلظت این گازها افزایش پیدا می‌کند. در این شرایط، تعادل به سمت تعداد مول‌های گازی کم‌تر جابه‌جا شده و فشار گازهای موجود در محفظهٔ واکنش را تا حد امکان کاهش می‌دهد. در نقطهٔ مقابل، با افزایش حجم یک سامانهٔ تعادلی و کم‌ترشدن فشار گازهای شرکت‌کننده در آن تعادل، غلظت این گازها کاهش یافته و تعادل به سمت تعداد مول‌های گازی بیشتر جابه‌جا می‌شود و فشار گازهای موجود در محفظهٔ واکنش را تا حد امکان افزایش می‌دهد.

به عنوان مثال، اگر حجم ظرفی که تعادل $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ در آن برقرار است را به کمک بالابردن فشار، کاهش بدهیم، تعادل در جهت تولید گاز آمونیاک پیش می‌رود. تصاویر زیر، مراحل ایجاد تغییر را در این سامانهٔ تعادلی نشان می‌دهند.



چندنکته

- اگر در یک واکنش تعادلی، شمار مول‌های گازی موجود در دو سمت معادلهٔ واکنش با همدیگر برابر باشد، با افزایش و یا کاهش حجم ظرف واکنش، تعادل جابه‌جا نمی‌شود و شمار مول‌های هر یک از گونه‌های شرکت‌کننده در واکنش نیز ثابت باقی می‌ماند.
- با افزایش حجم یک سامانهٔ تعادلی، غلظت همهٔ گونه‌های گازی شرکت‌کننده در واکنش در لحظهٔ اعمال تغییر، کاهش پیدا کرده و تعادل در جهت تعداد مول‌های گازی بیشتر جابه‌جا می‌شود اما براساس اصل لوشاتلیه، تعادل در اغلب موارد، نمی‌تواند اثر تغییر اعمال‌شده را کاملاً جبران کند. به همین خاطر، در تعادل جدید برقرارشده غلظت همهٔ گونه‌های گازی کم‌تر از تعادل اولیه بوده و واکنش‌های رفت و برگشت نیز با سرعت کم‌تری انجام می‌شوند.
- با کاهش حجم یک سامانهٔ تعادلی، غلظت همهٔ گازهای شرکت‌کننده در تعادل در لحظهٔ اعمال تغییر، افزایش می‌یابد و تعادل در جهت تعداد مول‌های گازی کم‌تر جابه‌جا می‌شود اما در اغلب موارد نمی‌تواند اثر تغییر اعمال‌شده را به طور کامل جبران کند. به همین خاطر، در تعادل جدید برقرارشده غلظت همهٔ گونه‌های گازی بیشتر از تعادل اولیه خواهد بود و واکنش‌های رفت و برگشت نیز با سرعت بیشتری انجام خواهند شد.
- تعادل گازی $Cl_2(g) + PCl_3(g) \rightleftharpoons PCl_5(g)$، در یک ظرف برقرار است. با کاهش حجم ظرف، سرعت واکنش‌های رفت و برگشت افزایش پیدا می‌کند اما میزان افزایش سرعت واکنش رفت در مقایسه با واکنش برگشت بیشتر است و به همین خاطر، تعادل در جهت رفت جابه‌جا می‌شود. به عبارت دیگر، می‌توان گفت هر چه تعداد مول‌های گازی در یک طرف واکنش بیشتر باشد، اثر تغییر فشار بر سرعت مصرف مواد آن طرف بیشتر است.
- جدول زیر، روند تغییر مقدار و غلظت هر یک از گونه‌های شرکت‌کننده در واکنش‌های تعادلی را به هنگام تغییر حجم سامانه نشان می‌دهد:

	مول‌های گازی واکنش‌دهنده > مول‌های گازی فراورده				مول‌های گازی فراورده > مول‌های گازی واکنش‌دهنده				
	مول واکنش‌دهنده	مول فراورده	غلظت واکنش‌دهنده	غلظت فراورده	مول واکنش‌دهنده	مول فراورده	غلظت واکنش‌دهنده	غلظت فراورده	سرعت واکنش رفت	سرعت واکنش برگشت
افزایش حجم (کاهش فشار)	↓	↑	↓	↓	↑	↓	↓	↓	↓	↓
کاهش حجم (افزایش فشار)	↑	↓	↑	↑	↓	↑	↑	↑	↑	↑

- از تغییر حجم سامانه‌های تعادلی، برای جابه‌جاکردن تعادل‌هایی که در حالت محلول برقرار هستند نیز می‌توان استفاده کرد. به عنوان مثال، اگر حجم محلولی که تعادل $HF(aq) \rightleftharpoons F^-(aq) + H^+(aq)$ در آن برقرار است را با افزودن آب خالص افزایش بدهیم، تعادل به سمت تولید تعداد مول‌های محلول (aq) بیشتر جابه‌جا شده و در جهت رفت پیش می‌رود.

تست **حجم ظرفی که واکنش تعادلی $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ در آن برقرار است را دو برابر می‌کنیم. در تعادل جدید برقرارشده، .....**

۱) غلظت گاز هیدروژن در مقایسه با تعادل اولیه بیشتر خواهد بود.
۲) تعادل در جهت رفت جابه‌جا شده و گاز NH_3 تولید می‌شود.
۳) فشار ظرف واکنش در مقایسه با تعادل اولیه بیشتر خواهد بود.
۴) شمار مول‌های گاز نیتروژن در مقایسه با تعادل اولیه بیشتر خواهد بود.

پاسخ **گزینهٔ «۴»** با افزایش حجم سامانهٔ واکنش، تعادل به سمت تعداد مول‌های گازی بیشتر جابه‌جا شده و مولکول‌های NH_3 شروع به تجزیه‌شدن می‌کنند. در این شرایط، گاز N_2 تولید می‌شود و شمار مول‌های آن افزایش پیدا می‌کند. توجه داریم که چون حجم ظرف واکنش افزایش پیدا کرده است، غلظت همهٔ گازهای شرکت‌کننده در تعادل جدید کم‌تر از غلظت آن‌ها در تعادل اولیه می‌شود.

تغییر دما در واکنش‌های تعادلی

در کنار تغییر غلظت و حجم، تغییر دمای سامانهٔ تعادلی نیز یکی از روش‌های مورد استفاده برای جابه‌جاکردن تعادل‌های شیمیایی است. تغییر دما افزون بر جابه‌جاکردن تعادل، مقدار ثابت تعادل (K) واکنش را نیز تغییر می‌دهد. اثر تغییر دما بر تعادل‌های گوناگون یکسان نیست و به گرماده ($\Delta H < 0$) یا گرماگیر ($\Delta H > 0$) بودن آن واکنش‌ها بستگی دارد.

با افزایش دمای یک سامانهٔ در حال تعادل، واکنش در جهت مصرف گرما (Q) پیش می‌رود تا دمای سامانه را مجدداً کاهش دهد. اگر این واکنش گرماگیر باشد، تعادل در جهت رفت جابه‌جا شده و مقدار فراورده‌ها افزایش پیدا می‌کند. در نقطهٔ مقابل، اگر این واکنش گرماده باشد، با افزایش دما در جهت برگشت پیش رفته و مقدار واکنش‌دهنده‌ها افزایش می‌یابد.

با کاهش دمای یک سامانهٔ در حال تعادل، واکنش در جهت تولید گرما (Q) پیش می‌رود تا دمای سامانه را دوباره افزایش دهد. اگر این واکنش گرماگیر باشد، تعادل در جهت برگشت جابه‌جا شده و مقدار واکنش‌دهنده‌ها افزایش پیدا می‌کند. در نقطهٔ مقابل، اگر این واکنش گرماده باشد، با کاهش دما در جهت رفت پیش می‌رود و مقدار فراورده‌ها افزایش می‌یابد.

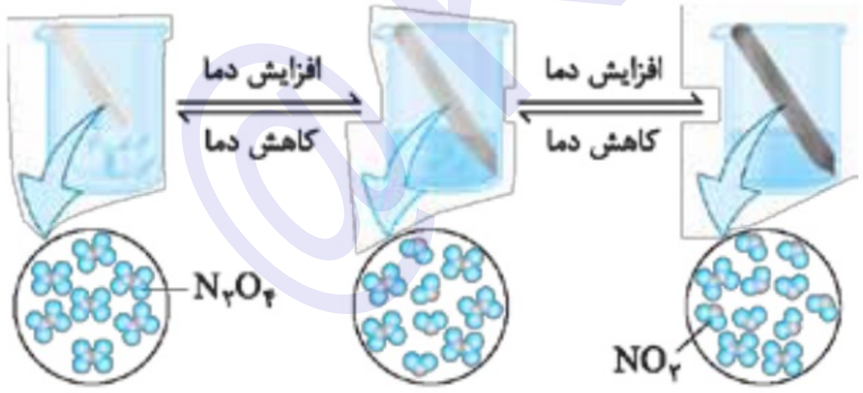
به طور کلی اگر تغییر دمای یک سامانهٔ در حال تعادل منجر به جابه‌جاشدن آن واکنش در جهت رفت شود، یعنی تغییر اعمال‌شده باعث افزایش مقدار ثابت تعادل (K) واکنش شده است. در نقطهٔ مقابل، اگر تغییر دمای یک سامانهٔ در حال تعادل منجر به جابه‌جاشدن آن واکنش در جهت برگشت شود، یعنی تغییر اعمال شده باعث کاهش مقدار ثابت تعادل (K) واکنش شده است.

چندنکته

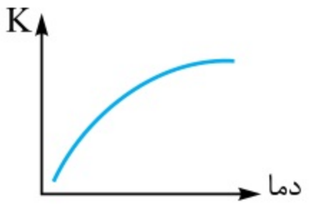
- با افزایش دمای یک سامانهٔ در حال تعادل، سرعت واکنش‌های رفت و برگشت به طور هم‌زمان افزایش پیدا می‌کند اما میزان افزایش سرعت برای واکنشی که با مصرف‌شدن گرما (Q) همراه است، نسبت به واکنش دیگر بیشتر خواهد بود و به همین خاطر، جابه‌جایی تعادل در جهت مصرف گرما انجام می‌شود. با کاهش دمای یک سامانهٔ در حال تعادل نیز سرعت واکنش‌های رفت و برگشت به صورت هم‌زمان کاهش پیدا می‌کند اما میزان کاهش سرعت برای واکنشی که با تولیدشدن گرما (Q) همراه است، نسبت به واکنش دیگر کم‌تر خواهد بود و به همین خاطر، جابه‌جایی تعادل در جهت تولید گرما صورت می‌گیرد.
- در اغلب واکنش‌های تعادلی، نماد Q (گرما) در سمتی از معادلهٔ واکنش قرار می‌گیرد که مجموع تعداد مول‌های گازی (g) و یا محلول (aq) آن کم‌تر باشد. به عنوان مثال، در سمت راست تعادل $2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)$ تعداد مول‌های گازی بیشتری وجود دارد؛ پس نماد Q در سمت چپ معادلهٔ این واکنش قرار می‌گیرد و واکنش موردنظر در جهت رفت گرماگیر ($\Delta H > 0$) است.
- جدول زیر، روند تغییر مؤلفه‌های مختلف مربوط به واکنش‌های تعادلی را در زمان تغییر دمای آن‌ها نشان می‌دهد.

	تعادل‌های گرماگیر ($\Delta H > 0$)			تعادل‌های گرماده ($\Delta H < 0$)				
	غلظت واکنش‌دهنده	غلظت فراورده	مقدار K	غلظت واکنش‌دهنده	غلظت فراورده	مقدار K	سرعت واکنش رفت	سرعت واکنش برگشت
افزایش دما	↓	↑	↑	↑	↓	↓	↑	↑
کاهش دما	↑	↓	↓	↓	↑	↑	↓	↓

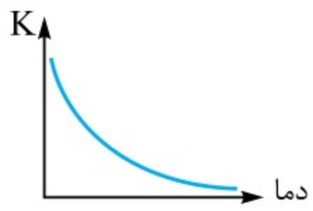
- تصویر مقابل، تعادل $N_2O_4(g) + Q \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ و عکس‌العمل آن را در مقابل تغییر دمای سامانهٔ واکنش نشان می‌دهد. همان‌طور که می‌دانیم، گاز NO_2 قهوه‌ای‌رنگ و گاز N_2O_4 بی‌رنگ است. با افزایش دمای محفظهٔ واکنش موجود در شکل (ب)، تعادل در جهت مصرف گرما (در جهت رفت) پیش می‌رود و به همین خاطر، رنگ گازهای موجود در محفظه تیره‌تر می‌شود. در نقطهٔ مقابل، با کاهش دمای محفظهٔ موجود در تصویر (ب)، تعادل در جهت تولید گرما (در جهت برگشت) جابه‌جا شده و رنگ گازهای موجود در محفظه روشن‌تر می‌شود. از میان سامانه‌های تعادلی نشان داده شده در این تصویر، تعادل (آ) دارای بیشترین مقدار K و تعادل (پ) نیز دارای کم‌ترین مقدار K است.



- با افزایش دما در تعادل‌های گرماگیر، مقدار K افزایش یافته و تعادل به سمت تولید فراورده‌ها جابه‌جا می‌شود. نمودار مقابل، روند تغییر K را در مقابل تغییر دمای سامانه نشان می‌دهد.

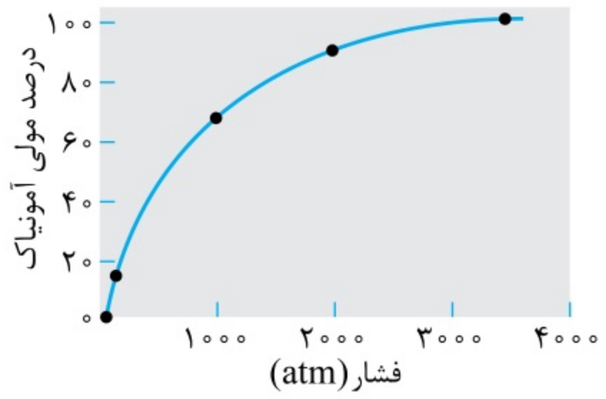


- با افزایش دما در تعادل‌های گرماده، مقدار K کاهش یافته و تعادل به سمت تولید واکنش‌دهنده‌ها جابه‌جا می‌شود. نمودار مقابل، روند تغییر K را در مقابل تغییر دمای سامانه نشان می‌دهد.



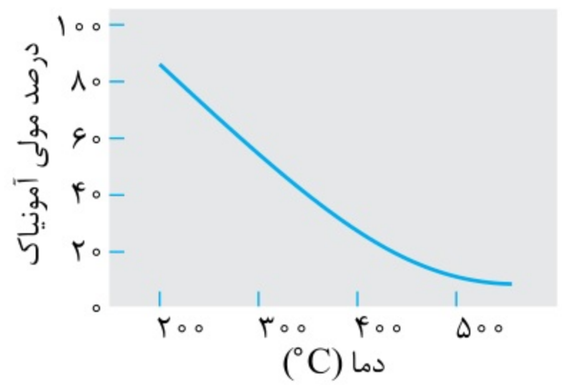
فرایند هابر و عوامل مؤثر بر تعادل

همان‌طور که گفتیم، در صنعت کشاورزی به منظور فراهم‌ساختن نیتروژن مورد نیاز گیاهان، آمونیاک مایع را به عنوان کود شیمیایی به طور مستقیم به خاک تزریق می‌کنند. این ترکیب شیمیایی براساس معادلهٔ $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)\ ;\ \Delta H = -92\ kJ$ از واکنش میان گازهای هیدروژن و نیتروژن تولید می‌شود. *آقای فریتس هابر!* به دنبال شرایطی بود که در آن بیشترین مقدار آمونیاک (پیشرفت بالای فرایند تولید آمونیاک)، در کوتاه‌ترین زمان ممکن تولید شود. او برای رسیدن به این هدف، *دست به دامن* عوامل مؤثر بر تعادل‌های شیمیایی شد و با دستکاری هر یک از این عوامل، سعی در یافتن شرایط بهینه برای انجام‌شدن واکنش تولید آمونیاک کرد.



۱- تغییر فشار: در واکنش تولید آمونیاک، مجموع شمار مول‌های گازی فراورده‌ها کم‌تر از مجموع شمار مول‌های گازی واکنش‌دهنده‌ها است؛ پس با افزایش فشار، تعادل به سمت تولید آمونیاک بیشتر پیش می‌رود و درصد پیشرفت واکنش افزایش پیدا می‌کند. با این کار، سرعت تولید آمونیاک بیشتر شده و درصد مولی آمونیاک در مخلوط واکنش نیز افزایش پیدا می‌کند. نمودار مقابل، درصد مولی آمونیاک تولیدشده را در دمای ثابت، برحسب تغییر فشار نشان می‌دهد.

هر چند که در فشارهای خیلی بالا، درصد مولی آمونیاک به ۱۰۰ نزدیک می‌شود اما ایجاد چنین شرایطی بسیار دشوار است و به همین خاطر، هابر فشار ۲۰۰ atm را به عنوان فشار مناسب انتخاب کرد.



۲- تغییر دما: هابر به منظور افزایش سرعت تولید آمونیاک در واکنش میان گازهای H_2 و N_2، دمای سامانهٔ واکنش را افزایش داد؛ اما با توجه به گرماده‌بودن واکنش تولید آمونیاک، افزایش دمای سامانهٔ واکنش منجر به کاهش ثابت تعادل آن و جابه‌جایی تعادل به سمت چپ می‌شد و در چنین شرایطی، درصد مولی آمونیاک در مخلوط واکنش کاهش پیدا می‌کرد. نمودار مقابل، درصد مولی آمونیاک تولیدشده در واکنش میان گازهای H_2 و N_2 را در فشار ثابت، برحسب تغییر دما نشان می‌دهد:

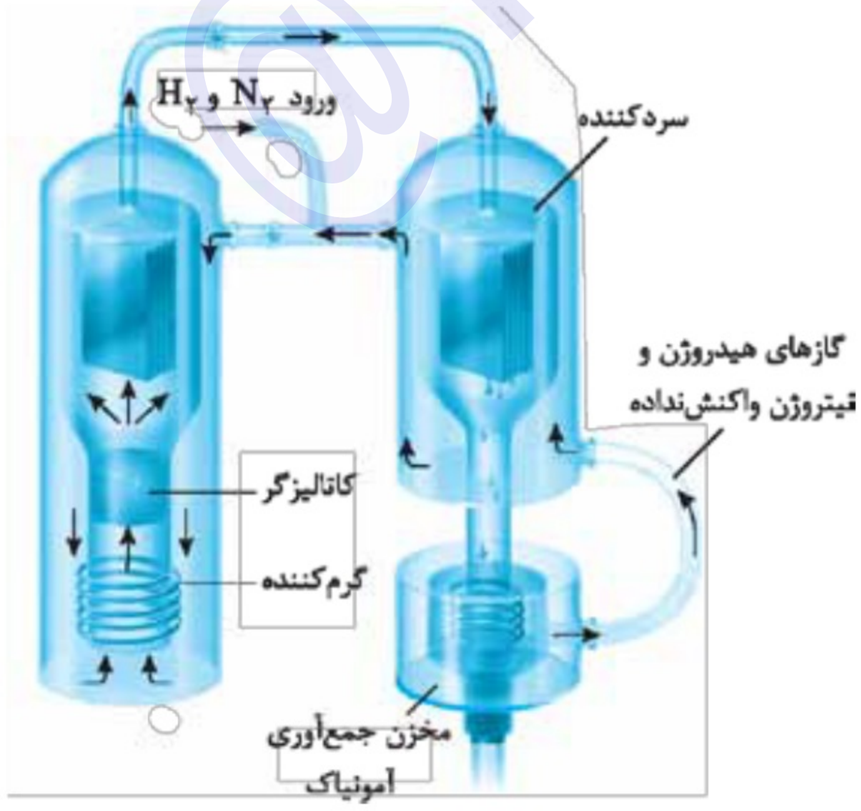
هابر دمای $450\ ^\circ C$ را به عنوان دمای ایده‌آل برای واکنش میان گازهای N_2 و H_2 انتخاب کرد. در این دما سرعت انجام‌شدن واکنش در شرایط مناسبی قرار دارد و درصد مولی آمونیاک نیز در حد معقولی قرار می‌گیرد.

۳- افزودن کاتالیزگر: چون افزایش دما درصد مولی آمونیاک را کاهش می‌دهد، هابر دریافت که افزایش دما نمی‌تواند برای تولید مقدار مناسب آمونیاک ثمربخش باشد. او با استفاده از یک کاتالیزگر مناسب مثل ورقه‌های آهنی (Fe)، توانست واکنش را در دماهای پایین‌تر و با سرعت مناسب انجام دهد. البته، کاتالیزگر فقط سرعت تولید گاز آمونیاک را افزایش می‌دهد و تأثیری بر درصد مولی آمونیاک تولیدشده ندارد. تا به این‌جای کار، در دمای $450\ ^\circ C$، فشار $200\ atm$ و در حضور $Fe(s)$، تنها ۲۸ درصد مولی از مخلوط واکنش را آمونیاک تشکیل می‌دهد.

۴- کاهش غلظت گاز آمونیاک: همان‌طور که گفتیم، یکی از راه‌های افزایش میزان تولید فراورده‌ها در واکنش‌های تعادلی، خارج‌کردن فراورده‌ها از محفظهٔ واکنش است. با این کار، واکنش در جهت رفت جابه‌جا شده و بازده تولید مواد فراورده بیشتر می‌شود. با توجه به تفاوت آشکار در نقطهٔ جوش آمونیاک با گازهای N_2 و H_2 (نقطهٔ جوش آمونیاک برابر $-34\ ^\circ C$ و دمای جوش گازهای N_2 و H_2 برابر $-196\ ^\circ C$ و $-253\ ^\circ C$ است)، هابر توانست با کاهش دمای مخلوط واکنش، گاز آمونیاک را به حالت مایع درآورده و از مخلوط خارج کند. با این کار، مقدار بیشتری از گازهای H_2 و N_2 به آمونیاک تبدیل می‌شوند و بازده واکنش افزایش پیدا می‌کند.

چندنکته

تصویر مقابل، شمایی از فناوری تولید آمونیاک به روش هابر را نشان می‌دهد. در این دستگاه، گازهای H_2 و N_2 از ورودی بالای ظرف به درون دستگاه تزریق شده و پس از افزایش دما، در مجاورت با یکدیگر واکنش می‌دهند و مخلوطی از گازهای N_2، H_2 و NH_3 را ایجاد می‌کنند. مخلوط گازی حاصل به سمت سردکننده حرکت می‌کند و پس از کاهش دمای آن تا پایین‌تر از نقطهٔ جوش آمونیاک، مولکول‌های NH_3 به حالت مایع درآمده و از مخلوط خارج می‌شوند. در این شرایط، گازهای H_2 و N_2 واکنش‌نداده، مجدداً به سمت گرم‌کننده حرکت می‌کنند تا از آن‌ها برای تولید آمونیاک بیشتر استفاده شود.



سرد کنندهٔ موجود در این دستگاه، دما را تا کمی پایین‌تر از نقطهٔ جوش آمونیاک کاهش می‌دهد اما دمای آن مطلقاً نباید به نقطهٔ جوش گازهای N_2 و H_2 برسد؛ چرا که در این صورت، گازهای N_2 و H_2 نیز به حالت مایع درآمده و از دستگاه خارج می‌شوند.

هر چند که ثابت تعادل واکنش $N_2(g)+3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ در دمای اتاق برابر با $6\times10^5\ L^2.mol^{-2}$ است، اما این واکنش در دمای اتاق هرگز انجام نشده و به تعادل نمی‌رسد. در واقع، چون انرژی فعال‌سازی (E_a) واکنش موردنظر بسیار بزرگ است، مخلوط گازهای N_2 و H_2 در دمای اتاق حتی در حضور کاتالیزگر و یا ایجاد جرقه نیز با یکدیگر وارد واکنش نمی‌شوند.

نکتهٔ ترکیبی شواهد تجربی نشان می‌دهد که تهیهٔ گاز آمونیاک به روش هابر طی یک واکنش دومرحله‌ای و مطابق با معادله‌های زیر انجام می‌شود. طی این فرایند، ابتدا گاز هیدرازین (N_2H_4) تولید شده و پس از آن از واکنش هیدرازین با گاز هیدروژن، آمونیاک تولید می‌شود.

$$N_2(g)+2H_2(g) \rightleftharpoons N_2H_4(g)\ ;\ K=K_1$$
$$N_2H_4+H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)\ ;\ K=K_2$$
$$N_2(g)+3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)\ ;\ K=K_1.K_2$$

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

تغییر غلظت در واکنش‌های تعادلی

۸۳۶- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) در یک واکنش شیمیایی در حال تعادل، غلظت مولی همهٔ گونه‌های شرکت‌کننده در واکنش همواره برابر با هم است.

۲) با تغییر غلظت یکی از مواد شرکت‌کننده در سامانهٔ تعادلی، واکنش در جهت مناسب پیش می‌رود تا به تعادل آغازی برسد.

۳) خارج‌کردن مقداری کلسیم اکسید از سامانهٔ تعادلی $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s)+CO_2(g)$، تأثیری بر جابه‌جایی تعادل ندارد.

۴) اگر تغییری سبب به هم خوردن یک سامانهٔ تعادلی شود، تعادل در جهتی جابه‌جا می‌شود که تا به طور کامل اثر آن تغییر را جابه‌جا کند.

۸۳۷- چند مورد از مطالب زیر نادرست است؟

آ) با کاهش غلظت هر مادهٔ شرکت‌کننده در تعادل، واکنش تا حد امکان در جهت تولید آن ماده پیش خواهد رفت.

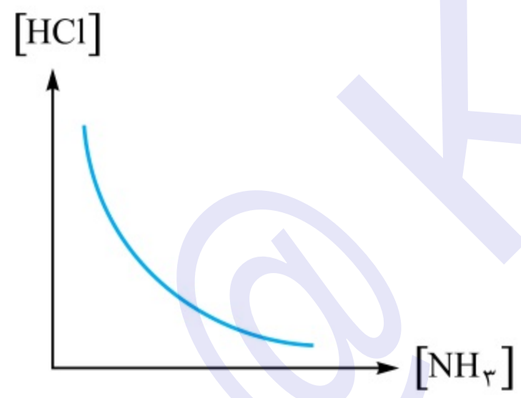
ب) با خارج‌کردن گاز SO_3 از تعادل $2SO_2(g)+O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$، ثابت تعادل واکنش موردنظر کاهش پیدا می‌کند.

پ) در تعادل مربوط به تولید O_3 در لایهٔ تروپوسفر، پس از افزایش $[O_3]$ در هواکره، تعادل در جهت تولید NO_2 جابه‌جا می‌شود.

ت) با افزودن گاز CO_2 به تعادل $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s)+CO_2(g)$، کل CO_2 اضافه‌شده طی جابه‌جایی تعادل مصرف می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۸۳۸- مقداری آمونیوم کلرید را وارد یک ظرف می‌کنیم تا تعادل $NH_4Cl(s) \rightleftharpoons NH_3(g)+HCl(g)$ برقرار شود. کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با این فرایند درست است؟ $(Cl=35/5\ ,\ N=14\ ,\ H=1:\ g.mol^{-1})$



۱) نمودار مقابل، تغییر غلظت گاز آمونیاک را برحسب تغییر غلظت گاز هیدروژن کلرید نشان می‌دهد.

۲) فراورده‌های حاصل از این واکنش، به هنگام انحلال در آب، براساس واکنش‌های تعادلی یونش پیدا می‌کنند.

۳) پس از افزودن مقداری گاز HCl به سامانهٔ واکنش، تفاوت جرم گازهای موجود در ظرف کاهش پیدا می‌کند.

۴) پس از برقراری یک میدان الکتریکی در این ظرف، نیمی از مولکول‌های گازی موجود در آن جهت‌گیری پیدا می‌کنند.

۸۳۹- چند مورد از مطالب زیر در رابطه با واکنش تعادلی $H_2(g)+I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ درست است؟

آ) با افزودن مقداری گاز هیدروژن به سامانهٔ واکنش، تعادل موردنظر در جهت مصرف این ماده جابه‌جا می‌شود.

ب) پس از خارج‌کردن مقداری گاز HI از ظرف واکنش، شمار مول‌های گازی موجود در ظرف به مرور کاهش پیدا می‌کند.

پ) خارج‌کردن گاز I_2 از سامانهٔ واکنش، همانند افزودن گاز HI به آن، سبب جابه‌جایی تعادل در جهت برگشت می‌شود.

ت) پس از افزودن مقداری I_2 به سامانهٔ واکنش، تا لحظهٔ برقراری تعادل جدید، گاز I_2 اضافه‌شده به طور کامل مصرف نمی‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۸۴۰- مخلوطی از گازهای شرکت‌کننده در تعادل $NO_2(g)+O_2(g) \rightleftharpoons NO(g)+O_3(g)\ ;\ K=9$ که شامل ۱ مول از هر گاز می‌شود را وارد یک ظرف ۲ لیتری می‌کنیم. پس از برقراری تعادل، شمار مولکول‌های اوزون موجود در ظرف واکنش چه‌قدر می‌شود؟

۱) $2/408\times10^{24}$ ۲) $1/204\times10^{24}$ ۳) $3/01\times10^{23}$ ۴) $9/03\times10^{23}$

@Konkor

۸۴۱- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با واکنش $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$ نادرست است؟

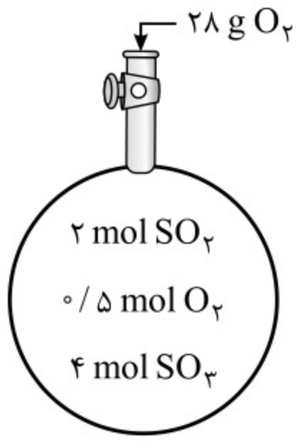
۱) اگر میزان پیشرفت این واکنش تا لحظهٔ برقراری تعادل برابر ۵۰٪ باشد، غلظت تمام گونه‌های شرکت‌کننده در آن با هم برابر خواهد بود.

۲) با خارج‌کردن مقداری از گاز فسفر تری‌کلرید از ظرف واکنش، درصد پیشرفت واکنش تجزیهٔ فسفر پنتاکلرید افزایش پیدا می‌کند.

۳) پس از خارج‌کردن مقداری از گاز PCl_3 از سامانهٔ واکنش، شمار مول‌های گازی موجود در ظرف به مرور کاهش پیدا می‌کند.

۴) با خارج‌کردن مقداری از گاز Cl_2 از سامانهٔ واکنش، سرعت واکنش برگشت در لحظهٔ اعمال تغییر کاهش پیدا می‌کند.

۸۴۲- تعادل $2SO_3 \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)$ در ظرف یک لیتری مقابل برقرار است. اگر ۲۸ گرم گاز اکسیژن را به محتویات این ظرف اضافه کنیم، پس از برقراری مجدد تعادل، جرم گوگرد تری‌اکسید موجود در ظرف به چند گرم می‌رسد؟ $(S = 32 , O = 16 : g.mol^{-1})$



۱) ۳۶۰

۲) ۲۷۰

۳) ۴۰۰

۴) ۳۸۰

۸۴۳- مقداری نقره کلرید را در یک لیتر آب خالص می‌ریزیم تا تعادل $AgCl(s) \rightleftharpoons Ag^+(aq) + Cl^-(aq) , K = 4 \times 10^{-10}$ برقرار شود. چند مورد از مطالب زیر در رابطه با محلول حاصل از این فرایند درست است؟ $(Ag = 108 \ g.mol^{-1})$

آ) با افزودن مقداری آب خالص به این محلول، تعادل ایجادشده در آن در جهت رفت جابه‌جا می‌شود.

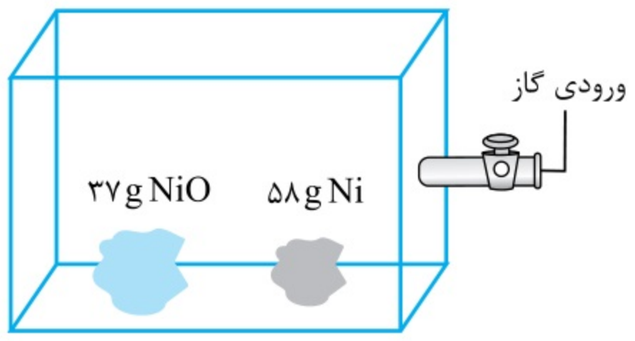
ب) با انحلال مقداری از گاز هیدروژن کلرید در این محلول، تعادل موردنظر در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود.

پ) اگر چگالی این محلول برابر با ۱ گرم بر میلی‌لیتر باشد، غلظت یون نقره در آن برابر ۲۱/۶ ppm می‌شود.

ت) پس از ریختن مقداری نقره نیترات در این محلول، غلظت یون کلرید حل‌شده در آن به مرور افزایش پیدا می‌کند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۸۴۴- واکنش تعادلی $NiO(s) + CO(g) \rightleftharpoons Ni(s) + CO_2(g) , K = 0/25$ مخزن مقابل برقرار است. اگر گاز کربن مونوکسید با جریان ثابت ۱/۴ گرم در دقیقه وارد این مخزن شود، پس از گذشتن چند دقیقه از ابتدای کار، کل نیکل (II) اکسید موجود در ظرف مصرف می‌شود؟ $(Ni = 58 , O = 16 : g.mol^{-1})$



۱) ۲۵ ۲) ۱۲/۵

۳) ۱۰ ۴) ۵۰

۸۴۵- تعادل $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$ با حضور یک مول از هر یک از مواد شرکت‌کننده در یک ظرف ۲ لیتری برقرار شده است. کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با این واکنش درست است؟

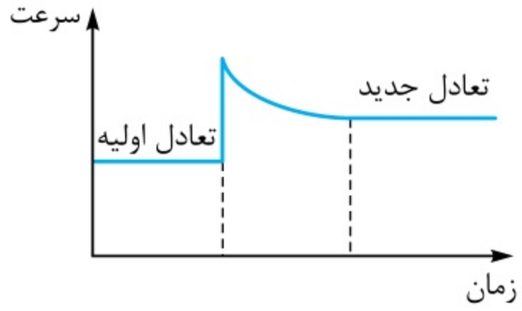
۱) اگر ۰/۵ مول از گازهای Cl_2 و PCl_5 را از ظرف واکنش خارج کنیم، تعادل موردنظر در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود.

۲) با افزودن ۱ مول گاز کلر به ظرف واکنش، فشار گازهای موجود در ظرف ابتدا افزایش یافته و پس از آن کاهش پیدا می‌کند.

۳) همانند تعادل $NH_4Cl(s) \rightleftharpoons NH_3(g) + HCl(g)$، همهٔ گونه‌های شرکت‌کننده در آن در گروه مواد مولکولی قرار دارند.

۴) یکای ثابت تعادل در این واکنش شیمیایی، همانند واکنش $2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)$، معادل با $L.mol^{-1}$ است.

۸۴۶- تعادل $H_2S(g) + I_2(s) \rightleftharpoons 2HI(g) + S(s)$ در یک ظرف دربستهٔ ۲ لیتری برقرار است. پس از افزودن مقداری $HI(g)$ به سامانهٔ واکنش،



۱) نمودار سرعت ـ زمان برای واکنش رفت، به صورت مقابل درمی‌آید.

۲) پیش از برقراری تعادل جدید، غلظت گاز H_2S در حال کاهش‌یافتن است.

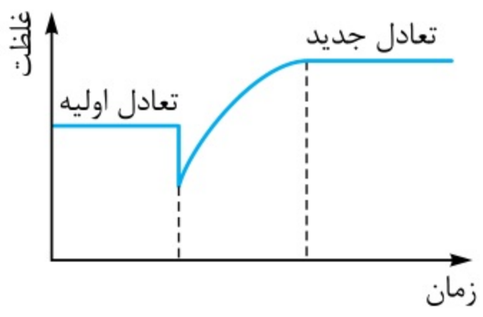
۳) شمار مولکول‌های قطبی موجود در ظرف واکنش به مرور افزایش پیدا می‌کند.

۴) در تعادل جدید برقرارشده، سرعت واکنش رفت بیشتر از سرعت واکنش برگشت است.

۸۴۷- تعادل $2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g) ; K = 25$ در یک ظرف ۲ لیتری با حضور جرم‌های برابر از هر یک از اجزای شرکت‌کننده در واکنش برقرار شده است. پس از تغییر غلظت گاز SO_3 موجود در این تعادل، واکنش موردنظر در جهت مناسب جابه‌جا شده، غلظت گازهای SO_2 و O_2 برابر می‌شود. در تعادل جدید، تفاوت جرم گازهای SO_2 و O_2 موجود در ظرف برابر با چند گرم است؟ $(S = 32 , O = 16 : g.mol^{-1})$

۱) ۱۵۳۶ ۲) ۷۶۸ ۳) ۱۹۲ ۴) ۳۸۴

۸۴۸- تعادل $2SO_3 \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)$ در یک ظرف برقرار است. با خارج‌کردن مقداری از گاز اکسیژن، .....



۱) نمودار تغییر غلظت گاز اکسیژن در این فرایند، به صورت مقابل خواهد شد.

۲) سرعت واکنش رفت در تعادل جدید برقرارشده کم‌تر از سرعت آن در تعادل اولیه می‌شود.

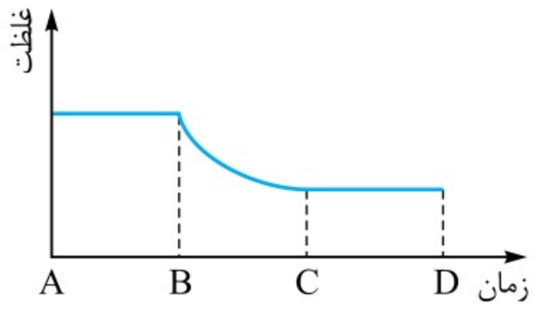
۳) برخلاف افزودن مقداری SO_3، تعادل موردنظر در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود.

۴) غلظت گاز SO_2 در تعادل جدید برقرارشده، کم‌تر از غلظت آن در تعادل اولیه می‌شود.

۸۴۹- مقداری آمونیوم کلرید را وارد یک ظرف ۴ لیتری می‌کنیم تا تعادل $NH_4Cl(s) \rightleftharpoons NH_3(g) + HCl(g) ; K = 4 \times 10^{-2}$ برقرار شود. با خارج‌کردن مقداری از گاز آمونیاک موجود در این ظرف، تعادل جابه‌جا شده و پس از تجزیه‌شدن ۱۰/۷ گرم آمونیوم کلرید، سامانهٔ موردنظر مجدداً به تعادل می‌رسد. پس از انحلال آمونیاک خارج‌شده از این ظرف در ۱۸۰۰ میلی‌لیتر آب، pH محلول حاصل چه‌قدر می‌شود؟ (ثابت یونش آمونیاک برابر 2×10^{-5} است. $H = 1 : g.mol^{-1}$ و $N = 14$ و $Cl = 35/5$)

۱) ۱۲/۳ ۲) ۱۱/۷ ۳) ۱۱/۳ ۴) ۱۲/۷

۸۵۰- با افزودن مقداری گاز کلر به تعادل $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$، نمودار تغییرات غلظت گاز PCl_3 به صورت زیر درمی‌آید. با توجه به این نمودار، سرعت متوسط واکنش ..... در بازهٔ زمانی .....، ..... از سرعت متوسط واکنش ..... در بازهٔ زمانی ..... است.



۱) برگشت ـ A تا B ـ بیشتر ـ رفت ـ C تا D

۲) برگشت ـ B تا C ـ بیشتر ـ برگشت ـ A تا B

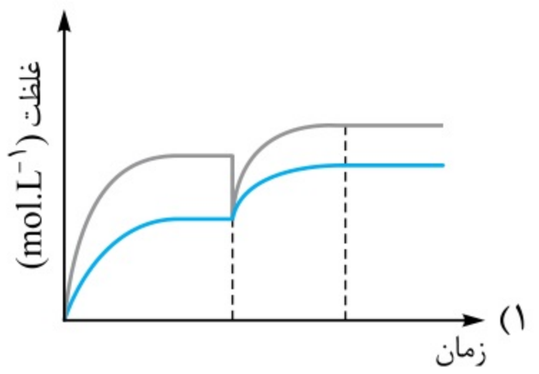
۳) رفت ـ B تا C ـ بیشتر ـ برگشت ـ C تا D

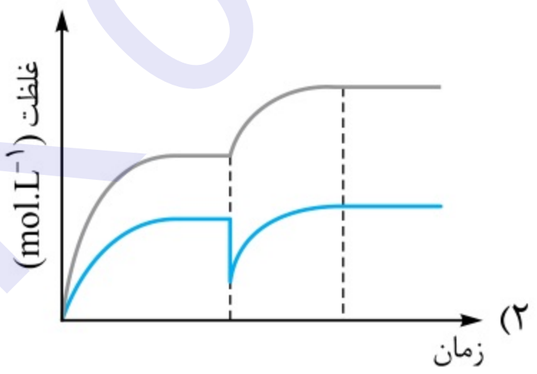
۴) رفت ـ C تا D ـ کم‌تر ـ رفت ـ A تا B

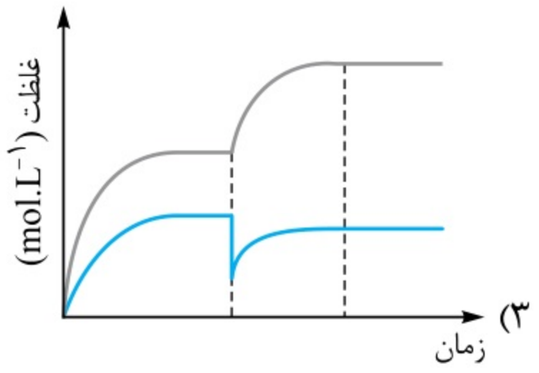
۸۵۱- تعادل $CaSO_4(s) \rightleftharpoons Ca^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq) ; K = 10^{-10}$ در محلولی به حجم ۱۰ لیتر برقرار است. با انحلال ۳/۳۶ میلی‌لیتر گاز گوگرد تری‌اکسید در شرایط استاندارد در این محلول، غلظت یون سولفات حل‌شده در آن چند برابر می‌شود؟

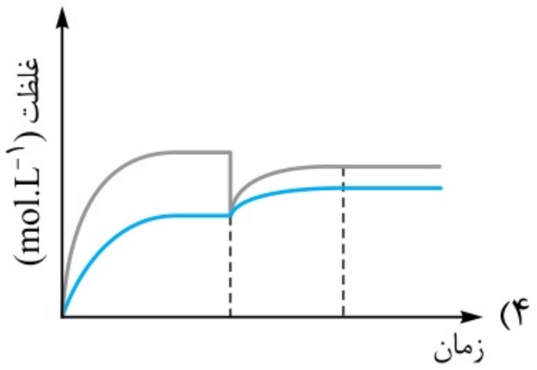
۱) ۱/۵ ۲) ۲ ۳) ۲/۵ ۴) ۳

۸۵۲- مقداری از مادهٔ A را وارد یک محفظهٔ ۲ لیتری می‌کنیم تا تعادل $A(s) \rightleftharpoons 2B(g) + C(g)$ برقرار شود. در مرحلهٔ بعد، نیمی از گاز C موجود در تعادل را از ظرف خارج می‌کنیم. کدام‌یک از نمودارهای زیر، می‌تواند مربوط به روند تغییر غلظت فراورده‌های این واکنش باشد؟

۱)


۲)


۳)


۴)


۸۵۳- مقداری نقره کلرید را در ۱ لیتر آب خالص می‌ریزیم تا تعادل $AgCl(s) \rightleftharpoons Ag^+(aq) + Cl^-(aq) ; K = 2/5 \times 10^{-11}$ در این محلول برقرار شود. اگر با افزودن ۱ لیتر محلول هیدروکلریک اسید به این محلول، جرم نقره کلرید ته‌نشین‌شده در ته ظرف ثابت بماند، pH محلول هیدروکلریک اسید تقریباً چه‌قدر است؟

۱) ۵/۲ ۲) ۴/۸ ۳) ۵ ۴) ۵/۴

تغییر حجم در واکنش‌های تعادلی

۸۵۴- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

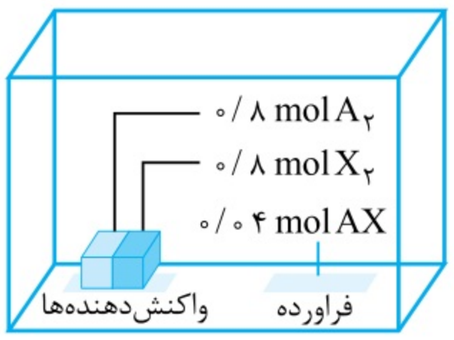
۱) در دمای ثابت، پس از افزایش فشار بر یک تعادل گازی، واکنش در جهت شمار مول‌های گازی کم‌تر پیش می‌رود.

۲) در واکنش تعادلی میان اتانول مایع و استیک اسید مایع، تغییر حجم ظرف واکنش تأثیری بر تعادل ایجادشده در آن ندارد.

۳) در تعادل $H_2O(g) + C(s) \rightleftharpoons H_2(g) + CO(g)$ با کاهش حجم ظرف، تعادل در جهت تولید فراورده‌ها جابه‌جا می‌شود.

۴) با تغییر حجم ظرفی که تعادل $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ در آن برقرار است، ثابت تعادل واکنش موردنظر تغییری نمی‌کند.

۸۵۵- با توجه به داده‌های شکل زیر که مقدار واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها را در حالت تعادل در یک ظرف دو لیتری دربسته در دمای معین نشان می‌دهد، ثابت تعادل کدام است و اگر بتوانیم حجم ظرف را در دمای ثابت، به نصف کاهش دهیم، چه روی خواهد داد؟ (همهٔ مواد گازی‌شکل هستند.)



(سراسری ریاضی ۹۷)

۱) $2/5 \times 10^{-3}$، وضعیت تعادل حفظ می‌شود.

۲) $1/66 \times 10^{-3}$، وضعیت تعادل حفظ می‌شود.

۳) $2/5 \times 10^{-3}$، تعادل در جهت رفت جابه‌جا می‌شود.

۴) $1/66 \times 10^{-3}$، تعادل در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود.

۸۵۶- چند مورد از مطالب زیر در رابطه با واکنش تعادلی $2HI(g) \rightleftharpoons H_2(g) + I_2(g)$ درست است؟

آ) با دو برابر شدن حجم ظرف واکنش، تعادل موردنظر جابه‌جا نمی‌شود اما غلظت تعادلی گاز هیدروژن نصف می‌شود.

ب) همانند واکنش انجام‌شده در سلول مربوط به برقکافت آب، اتم‌های هیدروژن شرکت‌کننده در آن نقش کاهندگی دارند.

پ) توزیع الکترون‌ها در فراورده‌های تولیدشده در این واکنش، برخلاف واکنش‌دهندهٔ مصرف‌شده در آن، متقارن است.

ت) واکنش برگشت این فرایند، همانند واکنش میان گازهای کلر و هیدروژن، در دمای اتاق با سرعت زیادی انجام می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۸۵۷- در واکنش تعادلی $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ که در یک ظرف ۲ لیتری برقرار است، .....

۱) با کاهش حجم ظرف واکنش، تعادل موردنظر در جهت تولید گرما به پیش رانده می‌شود.

۲) با افزودن مقداری دی‌نیتروژن تتراکسید به محفظهٔ واکنش، رنگ مخلوط گازی کم‌رنگ‌تر می‌شود.

۳) با خارج‌کردن مقداری NO_2 از ظرف واکنش، سرعت واکنش برگشت این فرایند افزایش پیدا می‌کند.

۴) با افزایش حجم ظرف موردنظر، درصد پیشرفت این واکنش تعادلی کاهش پیدا می‌کند.

۸۵۸- ۲۵۰ گرم کلسیم کربنات را وارد یک ظرف ۲ لیتری می‌کنیم تا تعادل $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)\ ;\ K = 0/25$ برقرار شود. با ....., جرم کلسیم کربنات موجود در ظرف واکنش ..... برابر می‌شود. $(Ca = 40 , O = 16 , C = 12 : g.mol^{-1})$

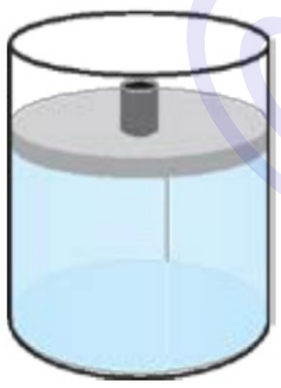
۱) واردشدن ۲ مول گاز CO_2 به ظرف واکنش ـ ۲

۲) نصف‌شدن حجم ظرف واکنش ـ ۲

۳) چهار برابر شدن حجم ظرف واکنش ـ ۰/۲۵

۴) خارج‌کردن ۱ مول گاز CO_2 از ظرف واکنش ـ ۰/۷۵

۸۵۹- مقداری گاز PCl_5 را وارد سیلندر مقابل می‌کنیم تا تعادل $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$ برقرار شود. پس از افزایش فشار موجود بر روی پیستون این سیلندر، .....



۱) همانند زمانی که مقداری گاز PCl_5 را وارد ظرف واکنش کنیم، تعادل در جهت رفت جابه‌جا می‌شود.

۲) در تعادل جدید برقرارشده، همانند تعادل اولیه، غلظت گازهای PCl_3 و Cl_2 با هم برابر می‌شود.

۳) شمار مول‌های گازی موجود در تعادل جدید برقرارشده در ظرف، نسبت به تعادل اولیه بیشتر است.

۴) فشار مخلوط گازها در تعادل جدید برقرارشده با فشار آن‌ها در تعادل اولیه برابر خواهد بود.

۸۶۰- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) تعادل $NH_4Cl(s) \rightleftharpoons NH_3(g) + HCl(g)$، همانند تعادل یونش استیک اسید، بر اثر تغییر فشار در دمای ثابت جابه‌جا نمی‌شود.

ب) با افزایش حجم ظرف در تعادل $2NO(g) \rightleftharpoons N_2(g) + O_2(g)$، سرعت واکنش‌های رفت و برگشت به یک اندازه کاهش می‌یابد.

پ) با افزودن مقداری گاز اوزون به تعادل $NO(g) + O_3(g) \rightleftharpoons O_2(g) + NO_2(g)$ مخلوط گازی به مرور کم‌رنگ‌تر می‌شود.

ت) با افزودن مقداری آب به محلول هیدروفلوئوریک اسید، تعادل $HF(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + F^-(aq)$ در جهت رفت جابه‌جا می‌شود.

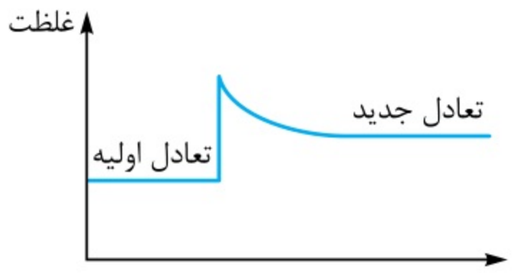
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۸۶۱- تعادل $2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)\ ;\ K = 1$ در یک ظرف ۱ لیتری با حضور ۲ مول از هر یک از گازهای گوگرد دی‌اکسید و گوگرد تری‌اکسید برقرار شده است. اگر حجم ظرف واکنش را به اندازهٔ ۱۲/۵ لیتر افزایش بدهیم، در تعادل جدید برقرارشده، درصد جرمی گاز اکسیژن چند برابر درصد جرمی آن در تعادل اولیه می‌شود؟ $(S = 32 , O = 16 : g.mol^{-1})$

۱) ۱/۵ ۲) ۲/۵ ۳) ۲ ۴) ۱/۲

۸۶۲- تعادل $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ در یک ظرف ۲ لیتری برقرار است. چند مورد از مطالب زیر در رابطه با این واکنش درست است؟

آ) با کاهش حجم ظرف واکنش، روند تغییر غلظت گاز N_2O_4 به صورت مقابل درمی‌آید.



ب) فراوردهٔ تولیدشده در آن، به عنوان یک گاز آلاینده از اگزوز خودروها نیز خارج می‌شود.

پ) با افزایش حجم ظرف واکنش، مخلوط گازی ابتدا کم‌رنگ شده و سپس پررنگ‌تر می‌شود.

ت) با افزودن کاتالیزگر مناسب به محفظهٔ واکنش، مقدار ثابت تعادل آن افزایش پیدا می‌کند.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۸۶۳- آلومینیم سولفات براساس معادلهٔ موازنه‌نشدهٔ $Al_2(SO_4)_3(s) \rightarrow Al_2O_3(s) + SO_3(g)$ تجزیه می‌شود. گاز گوگرد تری‌اکسید حاصل از تجزیهٔ ۲۲۸ گرم $Al_2(SO_4)_3$ را وارد یک ظرف ۲ لیتری می‌کنیم تا تعادل $2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)\ ;\ K = 0/25$ برقرار شود. شمار مول‌های SO_2 در تعادل برقرارشده چه‌قدر است؟ $(S = 32 , Al = 27 , O = 16 : g.mol^{-1})$

۱) ۰/۵ ۲) ۱ ۳) ۱/۲ ۴) ۰/۸

۸۶۴- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) با کاهش حجم ظرف تعادل $NH_4Cl(s) \rightleftharpoons NH_3(g) + HCl(g)$، سرعت واکنش‌های رفت و برگشت به طور هم‌زمان افزایش می‌یابد.

۲) اگر یکای K برای یک واکنش گازی به صورت $mol.L^{-1}$ باشد، با کاهش حجم ظرف این واکنش، تعادل در جهت رفت جابه‌جا می‌شود.

۳) با افزایش حجم ظرف در تعادل $2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)$، شمار مول‌های SO_2 بیشتر می‌شود اما غلظت آن کاهش پیدا می‌کند.

۴) تغییر غلظت گونه‌های شرکت‌کننده در تعادل $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$، برخلاف تغییر حجم ظرف واکنش، ثابت تعادل آن را تغییر نمی‌دهد.

۸۶۵- تعادل $3Cu^{2+}(aq) + 2Al(s) \rightleftharpoons 3Cu(s) + 2Al^{3+}(aq)$ در محلول مقابل برقرار است. چند مورد از مطالب داده‌شده در رابطه با این محلول درست است؟



آ) پس از افزودن مقداری آب خالص به این محلول، تعادل موردنظر در جهت تولید یون آلومینیم جابه‌جا می‌شود.

ب) با قراردادن یک تیغهٔ آهنی در این محلول، تعادل موردنظر در جهت مصرف آلومینیم به پیش می‌رود.

پ) واکنش رفت این فرایند گرماده بوده و پایداری فراورده‌های تولیدشده در آن بیشتر از واکنش‌دهنده‌ها است.

ت) با افزودن آب خالص به آن و برقراری تعادل جدید، پرتوهای مرئی قرمز را به مقدار بیشتری جذب می‌کند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۸۶۶- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با تعادل $2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)\ ;\ K = 36$ درست است؟

۱) با افزایش حجم ظرف واکنش، سرعت واکنش رفت در مقایسه با واکنش برگشت به مقدار بیشتری کاهش پیدا می‌کند.

۲) با کاهش حجم ظرف واکنش، شمار مولکول‌های قطبی $(\mu > 0)$ موجود در ظرف واکنش به مرور افزایش پیدا می‌کند.

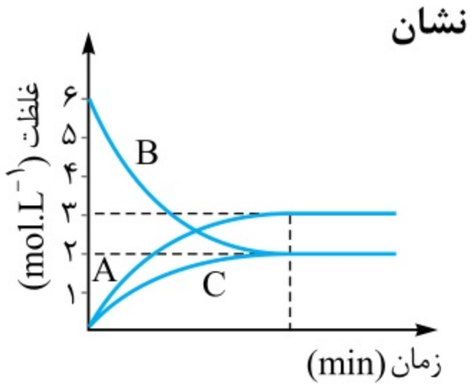
۳) با افزایش حجم ظرف واکنش، درصد حجمی گاز اکسیژن در مخلوط گازهای موجود در این ظرف افزایش پیدا می‌کند.

۴) با توجه به مقدار ثابت تعادل، این واکنش در شرایط موردنظر پیشرفت بسیار بالایی داشته و تا حد کامل‌شدن پیش می‌رود.

۸۶۷- در یک ظرف استوانه‌ای با پیستون روان با حجم ۳ لیتر، ۳ مول از هر یک از گازهای شرکت‌کننده در واکنش: $COCl_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + Cl_2(g)$ در حالت تعادل هستند. اگر حجم ظرف در دمای ثابت به یک لیتر کاهش یابد، غلظت تعادلی $COCl_2$، چند مول بر لیتر می‌شود؟ *(سراسری ریاضی خارج از کشور ۹۴)*

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲/۵ ۴) ۱/۵

۸۶۸- نمودار مقابل، روند تغییر غلظت گونه‌های شرکت‌کننده در یک واکنش را از ابتدای کار تا لحظهٔ برقراری تعادل نشان می‌دهد. با توجه به این نمودار، چند مورد از مطالب زیر نادرست است؟



آ) با افزایش حجم ظرف این واکنش، تعادل موردنظر در جهت تولید A جابه‌جا می‌شود.

ب) مقدار ثابت تعادل این واکنش شیمیایی در شرایط داده‌شده برابر با ۱۳/۵ می‌شود.

پ) از ابتدای کار تا لحظهٔ برقراری تعادل، فشار گازهای موجود در ظرف افزایش پیدا می‌کند.

ت) یکای ثابت تعادل این واکنش مشابه یکای ثابت تعادل واکنش $2O_3(g) \rightleftharpoons 3O_2(g)$ است.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۸۶۹- مقداری از گازهای NH_3 و HCl را وارد یک ظرف ۸ لیتری می‌کنیم تا تعادل $NH_4Cl(s) \rightleftharpoons NH_3(g) + HCl(g)$ برقرار شود. با تغییر حجم ظرف واکنش، ۸۳/۳ درصد از مولکول‌های NH_3 و ۶۲/۵ درصد از مولکول‌های HCl موجود در ظرف واکنش مصرف‌شده و سامانهٔ موردنظر مجدداً به تعادل می‌رسد. طی این فرایند، حجم ظرف واکنش به اندازهٔ چند لیتر تغییر کرده است؟

۱) ۷ ۲) ۴ ۳) ۶ ۴) ۷/۵

۸۷۰- دو مول از هر یک از گازهای NO و O_2 را وارد یک ظرف ۴ لیتری می‌کنیم تا تعادل $NO(g) + O_2(g) \rightleftharpoons O_2(g) + NO_2(g)$ برقرار شود. اگر ثابت تعادل این واکنش برابر با ۱۶ باشد، .....

۱) پس از برقراری تعادل در ظرف واکنش، جرم گاز اوزون موجود در این ظرف ۰/۶ برابر جرم گاز اکسیژن موجود در آن است.

۲) با کاهش حجم ظرف واکنش و برقراری تعادل جدید، نسبت میان غلظت مولی NO_2 به غلظت مولی O_2 ثابت باقی می‌ماند.

۳) با انتقال سامانهٔ تعادلی ایجادشده در این ظرف به یک محفظهٔ ۸ لیتری، درصد پیشرفت واکنش افزایش پیدا می‌کند.

۴) با افزودن مقداری گاز نیتروژن دی‌اکسید به این ظرف، غلظت همهٔ گونه‌های شرکت‌کننده در واکنش افزایش پیدا می‌کند.

۸۷۱- تعادل $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$ با حضور ۲ مول Cl_2، ۱/۲۵ مول PCl_3 و ۲/۵ مول PCl_5 در یک ظرف ۱ لیتری برقرار شده است. اگر پس از تغییر حجم ظرف واکنش، مجموع شمار مول‌های گازی موجود در آن به اندازهٔ ۱/۲۵ مول افزایش پیدا کند، طی این فرایند حجم ظرف موردنظر به اندازهٔ چند لیتر تغییر پیدا کرده است؟

۱) ۲/۵ ۲) ۵/۵ ۳) ۰/۵ ۴) ۰/۷۵

۸۷۲- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با فرایند یونش نیتروواسید در ۱ لیتر محلول ۰/۵ مولار آن نادرست است؟

۱) این ترکیب اسیدی، همانند هیدروسیانیک اسید، براساس یک واکنش تعادلی در آب یونش پیدا می‌کند.

۲) با افزودن مقداری سدیم هیدروکسید به این محلول، درجهٔ یونش نیتروواسید حل‌شده در آن افزایش می‌یابد.

۳) پس از انحلال مقداری گاز هیدروژن کلرید در این محلول، غلظت یون NO_2^- موجود در آن کاهش پیدا می‌کند.

۴) با افزودن آب خالص به این محلول، تفاوت شمار مولکول‌های اسید یونیده‌نشده و یون NO_2^- افزایش پیدا می‌کند.

۸۷۳- در واکنش به حالت تعادل $A(g) \rightleftharpoons X(g) + D(g)$ که در یک ظرف سربستهٔ دو لیتری قرار دارد، مقدار هر یک از مواد برابر ۰/۴ مول است. اگر در همان دمای آزمایش، این مخلوط تعادلی به یک ظرف سربستهٔ ۴ لیتری منتقل شود، مقدار $X(g)$ در تعادل جدید، به تقریب برابر چند مول خواهد بود؟ ($\sqrt{0/2} \simeq 0/45$) *(سراسری ریاضی خارج از کشور ۹۶)*

۱) ۰/۱ ۲) ۰/۵ ۳) ۰/۶۵ ۴) ۰/۸۵

تغییر دما در واکنش‌های تعادلی

۸۷۴- چه تعداد از مطالب داده‌شده درست است؟

آ) در دمای ثابت، اگر غلظت یکی از مواد فراورده در سامانهٔ تعادلی کاهش پیدا کند، تعادل در جهت رفت جابه‌جا می‌شود.

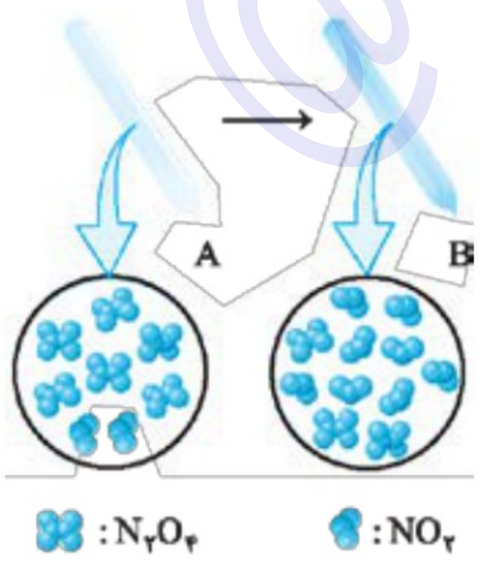
ب) با افزایش فشار بر یک تعادل گازی، واکنش در جهت شمار مول‌های گازی کم‌تر پیش رفته و یک تعادل جدید برقرار می‌شود.

پ) با تغییر دمای یک تعادل گازی، پس از برقراری تعادل جدید، افزون بر تغییر غلظت مواد شرکت‌کننده، K نیز تغییر خواهد کرد.

ت) با کاهش شمار مول‌های گازی موجود در یک سامانه، شمار برخورد مولکول‌ها به دیواره‌ها کم‌تر شده و فشار گاز کاهش می‌یابد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۸۷۵- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با فرایند مقابل درست است؟



۱) با انجام‌شدن این فرایند، مقدار انرژی مصرف‌شده و سطح انرژی سامانه افزایش می‌یابد.

۲) برای انجام‌شدن این فرایند شیمیایی، باید ظرف موردنظر را در یک فریزر قرار بدهیم.

۳) سرعت واکنش $2NO_2(g) \rightarrow N_2O_4(g)$ در ظرف B کم‌تر از سرعت انجام‌شدن آن در ظرف A است.

۴) در مخلوط موجود در ظرف B، غلظت مولی گاز NO_2، دو برابر غلظت مولی گاز N_2O_4 است.

۸۷۶- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) با افزایش دمای یک سامانهٔ تعادلی گرماده، تعادل در جهت تولید واکنش‌دهنده‌ها جابه‌جا می‌شود.

ب) با افزودن کاتالیزگر به ظرف واکنش $3O_2(g) \rightleftharpoons 2O_3(g)$ سامانهٔ واکنش زودتر به تعادل می‌رسد.

پ) با گرفتن گرما از یک سامانهٔ تعادلی گرماگیر، مقدار ثابت تعادل این واکنش کاهش پیدا می‌کند.

ت) اگر افزایش حجم، واکنش تعادلی $aA(g) \rightleftharpoons bB(g)$ را به سمت راست جابه‌جا کند، $a > b$ است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۸۷۷- تعادل $N_2O_4(g) + Q \rightleftharpoons 2NO(g) + O_2(g)$ در دمای $50\ ^\circ C$ و در یک ظرف ۲ لیتری برقرار شده است. در صورت ..... ، در تعادل جدید برقرارشده، .....

۱) افزایش حجم ظرف واکنش ـ غلظت مولی گاز اکسیژن در مقایسه با تعادل اولیه بیشتر خواهد بود.

۲) افزایش دمای این سامانهٔ تعادلی ـ سرعت واکنش رفت در مقایسه با تعادل اولیه بیشتر خواهد بود.

۳) کاهش دمای سامانهٔ تعادلی ـ شمار مول‌های گازی موجود در ظرف در مقایسه با تعادل اولیه بیشتر خواهد بود.

۴) افزودن مقداری N_2O_4 به سامانهٔ واکنش ـ غلظت گاز NO برخلاف گاز N_2O_4 نسبت به تعادل اولیه بیشتر خواهد بود.

۸۷۸- چند مورد از مطالب زیر در رابطه با تعادل $CaCO_3(s) + Q \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$ درست است؟

آ) تغییر دمای سامانهٔ واکنش، برخلاف تغییر حجم آن، سبب تغییر غلظت تعادلی گاز CO_2 در ظرف واکنش می‌شود.

ب) همانند واکنش شیمیایی $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$، یکای ثابت تعادل آن معادل $L.mol^{-1}$ است.

پ) با افزایش دمای سامانهٔ تعادلی، واکنش در جهت جذب گرما به پیش رفته و ثابت تعادل آن افزایش پیدا می‌کند.

ت) افزایش دمای سامانهٔ تعادلی، همانند کاهش حجم آن، سرعت انجام‌شدن واکنش رفت را افزایش می‌دهد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۸۷۹- در واکنش تعادلی $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)\ ,\ \Delta H < 0$، کدام موارد سبب جابه‌جاشدن تعادل در جهت رفت می‌شوند؟ *(سراسری تجربی ۹۷)*

آ) افزایش فشار **ب) افزایش دما** **پ) به کار بردن کاتالیزگر**

ت) افزایش حجم واکنشگاه **ث) واردکردن اکسیژن اضافی به واکنشگاه**

۱) آ و ب ۲) آ و ث ۳) ب، پ و ت ۴) ب، پ و ث

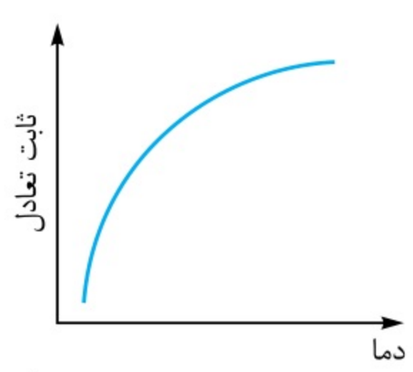
۸۸۰- در تعادل $2O_3(g) \rightleftharpoons 3O_2(g)$، که در یک مخزن با حجم ثابت برقرار است، کاهش دما موجب کاهش فشار گازهای موجود در ظرف واکنش می‌شود. کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با این واکنش تعادلی درست است؟

۱) با افزودن مقداری گاز اکسیژن به سامانهٔ واکنش، تعادل موردنظر در جهت مصرف گرما جابه‌جا می‌شود.

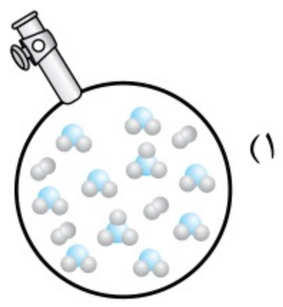
۲) با کاهش دمای این سامانهٔ تعادلی، مجموع جرم گازهای موجود در ظرف واکنش افزایش پیدا می‌کند.

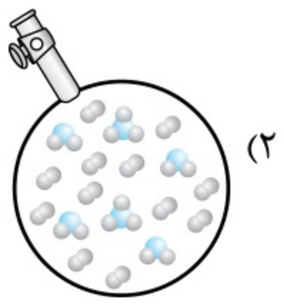
۳) مجموع آنتالپی پیوندها در فراورده‌های این واکنش بیشتر از واکنش‌دهنده‌های شرکت‌کننده در آن است.

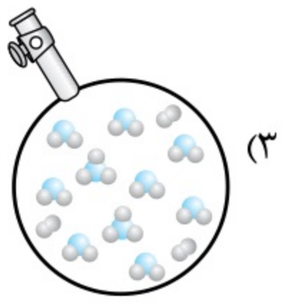
۴) مقدار ثابت تعادل این واکنش برحسب تغییر دمای سامانهٔ تعادلی مطابق با نمودار مقابل تغییر می‌کند.

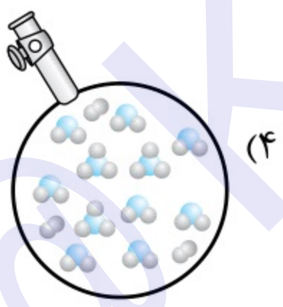


۸۸۱- تعادل $2SO_3(g) + Q \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)\ ;\ K = 0/9$ در ظرف یک لیتری مقابل برقرار شده است. با افزایش دمای محتویات این ظرف، ثابت تعادل واکنش انجام‌شده به $9/6$ می‌رسد. کدام محفظهٔ زیر، تعادل جدید برقرارشده را به درستی نشان می‌دهد؟

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

۸۸۲- واکنش $aA(g) \rightleftharpoons bB(g)$ با افزایش دما در جهت تولید گاز B به پیش می‌رود. چند مورد از مطالب زیر در رابطه با این واکنش درست است؟

آ) مقدار انرژی فعال‌سازی این واکنش شیمیایی در مقایسه با تغییر آنتالپی آن بزرگ‌تر است.

ب) اگر $a < b$ باشد، با افزایش حجم ظرف واکنش، مقداری از گاز A مصرف شده و گرما تولید می‌شود.

پ) پایداری فراوردهٔ تولیدشده در این واکنش بیشتر از واکنش‌دهندهٔ مصرف‌شده در آن است.

ت) کاهش دمای این سامانهٔ تعادلی، همانند خارج‌کردن گاز A، سبب کاهش ثابت تعادل واکنش می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۸۸۳- با ایجاد چند مورد از تغییرات زیر در سامانهٔ تعادلی $2NaHCO_3(s) + Q \rightleftharpoons Na_2CO_3(s) + CO_2(g) + H_2O(g)$، مجموع جرم مواد جامد موجود در ظرف واکنش کاهش پیدا می‌کند؟

- **خارج‌کردن مقداری از بخار آب**
- **افزایش حجم ظرف واکنش**
- **افزایش دمای سامانهٔ واکنش**
- **افزودن کاتالیزگر به سامانهٔ واکنش**

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۸۸۴- افزایش دمای یک ظرف یک لیتری دربسته که دارای ۰/۱ مول $CO(g)$، ۰/۱ مول $CO_2(g)$، ۰/۲۱ مول $NiO(s)$ و ۰/۲۱ مول $Ni(s)$ است، ثابت تعادل واکنش $NiO(s)+CO(g) \rightleftharpoons Ni(s)+CO_2(g)$ از ۱ به ۹۹ رسیده است. غلظت $CO_2(g)$ در این حالت برابر چند $mol.L^{-1}$ است؟

۱) ۰/۱۵۲ ۲) ۰/۱۲۸ ۳) ۰/۰۹۸ ۴) ۰/۱۹۸ *(سراسری ریاضی ۹۱)*

۸۸۵- تعادل $2NaHCO_3(s) \rightleftharpoons Na_2CO_3(s)+CO_2(g)+H_2O(g)$ در یک ظرف دربسته با حجم ثابت برقرار است. اگر ثابت تعادل این واکنش با بالابردن دما افزایش پیدا کند، کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) با افزایش دمای محتویات موجود در ظرف واکنش، چگالی مخلوط گازی موجود در این ظرف افزایش پیدا می‌کند.

۲) تأثیر افزایش دما بر جابه‌جایی این تعادل، مشابه تأثیر ایجادشده بر اثر خارج‌کردن مقداری از Na_2CO_3 است.

۳) پس از کاهش دمای این سامانهٔ تعادلی، جرم جوش‌شیرین موجود در ظرف واکنش به مرور افزایش پیدا می‌کند.

۴) با کاهش دمای سامانهٔ تعادلی، فشار گازهای موجود در ظرف کاهش یافته و تعادل در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود.

۸۸۶- در تعادل $2NO(g)+Cl_2(g) \rightleftharpoons 2NOCl(g)\ ;\ \Delta H<0$ که در یک ظرف سربسته برقرار است، با ایجاد کدام مورد از تغییرات زیر، در تعادل جدید برقرارشده، غلظت گاز نیتروژن مونوکسید در مقایسه با تعادل اولیه کم‌تر خواهد شد؟

۱) افزودن مقداری $NOCl$ به ظرف واکنش
۲) افزایش دمای سامانهٔ تعادلی
۳) افزایش حجم ظرف واکنش
۴) افزودن مقداری NO به ظرف واکنش

۸۸۷- چند مورد از مطالب زیر در رابطه با $PCl_5(g)+Q \rightleftharpoons PCl_3(g)+Cl_2(g)$ درست است؟

آ) با افزایش دمای این سامانهٔ تعادلی، غلظت گازهای PCl_3 و Cl_2، برخلاف غلظت گاز PCl_5، کاهش پیدا می‌کند.

ب) پس از خارج‌کردن مقداری Cl_2 از سامانهٔ واکنش، فشار مخلوط گازها کاهش یافته و تعادل در جهت رفت جابه‌جا می‌شود.

پ) با کاهش دمای این سامانه، سرعت واکنش برگشت در مقایسه با سرعت واکنش رفت به مقدار بیشتری کاهش پیدا می‌کند.

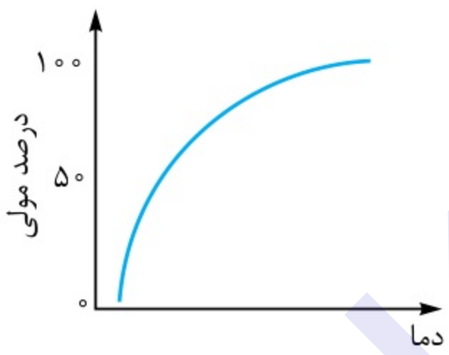
ت) برخلاف واکنش تعادلی $2NO(g)+Cl_2(g) \rightleftharpoons 2NOCl(g)$ با انتقال به ظرف بزرگ‌تر، در جهت رفت جابه‌جا می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۸۸۸- ۲ مول از $AX_2(s)$ در یک ظرف ۵ لیتری دربسته، گرما داده می‌شود. اگر مقدار K برای واکنش $AX_2(s) \rightleftharpoons A(g)+X_2(g)$ در دمای $100\ ^\circ C$ و $300\ ^\circ C$، به ترتیب برابر 10^{-4} و 10^{-1} $(mol^2.L^{-2})$ باشد، غلظت تعادلی $X_2(g)$ در دمای $300\ ^\circ C$ به تقریب چند برابر آن در $100\ ^\circ C$ است؟

۱) ۲۵/۴ ۲) ۳۱/۶ ۳) ۱۰۰ ۴) ۱۰۰۰ *(سراسری تجربی ۹۷)*

۸۸۹- مقداری گاز گوگرد تری‌اکسید را وارد یک ظرف ۲ لیتری می‌کنیم تا تعادل $2SO_3(g)+Q \rightleftharpoons 2SO_2(g)+O_2(g)$ برقرار شود. کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با این فرایند نادرست است؟



۱) با افزایش دمای سامانهٔ واکنش، مجموع شمار مول‌های گازی موجود در ظرف افزایش می‌یابد.

۲) با کاهش حجم ظرف واکنش و جابه‌جایی تعادل، نسبت میان غلظت گاز SO_2 به گاز O_2 تغییر نمی‌کند.

۳) نمودار درصد مولی گاز اکسیژن در مخلوط تعادلی برحسب تغییر دما به صورت مقابل است.

۴) با خارج‌کردن گاز اکسیژن از ظرف واکنش، درصد پیشرفت این واکنش شیمیایی افزایش پیدا می‌کند.

۸۹۰- چند مورد از مطالب زیر، درست است؟

آ) در واکنش تعادلی $AB(g) \rightleftharpoons A(g)+B(g)$ با کاهش فشار، سرعت واکنش‌های رفت و برگشت افزایش پیدا می‌کند.

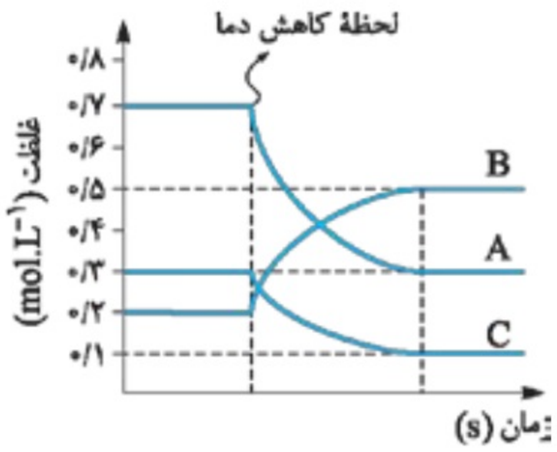
ب) افزایش دمای سامانهٔ تعادلی $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$، برخلاف کاهش حجم آن، ثابت تعادل این واکنش را افزایش می‌دهد.

پ) با افزایش دمای سامانهٔ تعادلی $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g)+Cl_2(g)$، سرعت واکنش رفت و برگشت افزایش پیدا می‌کند.

ت) با کاهش حجم ظرف تعادل $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$، مخلوط گازی موجود در ظرف ابتدا پررنگ شده و سپس کم‌رنگ‌تر می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۸۹۱- نمودار مقابل، روند تغییر غلظت اجزای شرکت‌کننده در یک تعادل گازی را نشان می‌دهد. با توجه به این نمودار، کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟



۱) در معادلهٔ موازنه‌شدهٔ این واکنش، مجموع ضرایب مواد بیشتر از واکنش سوختن اتن است.

۲) با تولیدشدن گاز C طی این واکنش شیمیایی، مقداری گرما نیز مصرف می‌شود.

۳) پس از افزودن مقداری گاز A به این سامانهٔ تعادلی، غلظت گاز C به مرور افزایش می‌یابد.

۴) با افزایش حجم ظرف واکنش، شمار مولکول‌های B موجود در این ظرف کاهش می‌یابد.

۸۹۲- تعادل $A(g) \rightleftharpoons bB(g)\ ;\ K = ۵\times ۱۰^{-۴}$ در دمای $۱۰۰\ ^\circ C$ با حضور ۰/۱ مول B و ۰/۵ مول A در یک ظرف ۲ لیتری برقرار شده است. با رساندن دمای سامانهٔ واکنش به $۲۵۰\ ^\circ C$، غلظت گازهای A و B موجود در ظرف با هم برابر می‌شود. ثابت تعادل این واکنش در دمای $۲۵۰\ ^\circ C$ در مقیاس ..... برابر با ..... می‌شود.

۱) $۰/۰۴ - L^{۲}.mol^{-۲}$ ۲) $۰/۰۴ - mol^{۲}.L^{-۲}$ ۳) $۰/۰۰۸ - L^{۲}.mol^{-۲}$ ۴) $۰/۰۰۸ - mol^{۲}.L^{-۲}$

۸۹۳- همهٔ عبارت‌های زیر درست هستند، به‌جز:

۱) ثابت تعادل واکنش $۲SO_۳(g) \rightleftharpoons ۲SO_۲(g) + O_۲(g)$ در دمای $۱۵\ ^\circ C$ کوچک‌تر از ثابت تعادل آن در دمای $۶۰\ ^\circ C$ است.

۲) تغییر فشار بر سرعت انجام‌شدن واکنش‌های رفت و برگشت در تعادل گازی $۲HI(g) \rightleftharpoons H_۲(g) + I_۲(g)$ تأثیری ندارد.

۳) پس از انحلال گاز آمونیاک در آب، تعادل $NH_۳OH(aq) \rightleftharpoons NH_۴^{+}(aq) + OH^{-}(aq)$ در محلول موردنظر برقرار می‌شود.

۴) تعادل $(NH_۴)_۲S(s) \rightleftharpoons H_۲S(g) + ۲NH_۳(g)\ ;\ \Delta H > ۰$ با افزایش دمای ظرف واکنش، در جهت تولید آمونیاک جابه‌جا می‌شود.

۸۹۴- تعادل $NH_۴HS(s) + Q \rightleftharpoons NH_۳(g) + H_۲S(g)$ در دمای $۲۷\ ^\circ C$ با واردکردن مقداری $NH_۴HS$ به یک محفظهٔ دربسته با حجم ثابت برقرار شده است. با رساندن دمای این سامانهٔ تعادلی به $۶۲۷\ ^\circ C$، مقدار ثابت تعادل آن ۴ برابر شده و یک تعادل جدید در ظرف واکنش برقرار می‌شود. فشار گازها در تعادل جدید چند برابر فشار آن‌ها در تعادل اولیه است؟

۱) ۳ ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) ۶

۸۹۵- چند مورد از مطالب زیر در رابطه با تعادل $Fe_۲O_۳(s) + ۳CO(g) \rightleftharpoons ۲Fe(s) + ۳CO_۲(g) + Q\ ;\ K = ۶۴$ نادرست است؟

آ) در تعادل برقرارشده در این ظرف، غلظت تعادلی گاز کربن دی‌اکسید ۴ برابر غلظت تعادلی گاز کربن مونوکسید است.

ب) با کاهش دمای این سامانهٔ تعادلی، چگالی مخلوط گازهای موجود در ظرف واکنش افزایش پیدا می‌کند.

پ) پس از افزایش حجم ظرف واکنش، نسبت میان شمار مول‌های گاز $CO_۲$ به شمار مول‌های گاز CO افزایش پیدا می‌کند.

ت) با خارج‌کردن گاز $CO_۲$ موجود در ظرف، تعادل موردنظر در جهت تولید فلز آهن جابه‌جا می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

فرایند هابر و عوامل مؤثر بر تعادل

۸۹۶- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با فرایند هابر درست است؟

۱) واکنش انجام‌شده در این فرایند با افزایش حجم همراه بوده و در دمای $۴۰۰\ ^\circ C$ ثابت تعادلی بزرگی دارد.

۲) افزایش فشار، برخلاف کاهش دما و استفاده از کاتالیزگر مناسب، موجب افزایش درصد پیشرفت واکنش می‌شود.

۳) در دمای اتاق، با ایجاد جرقه در مخلوطی از گازهای $H_۲$ و $N_۲$، این گازها با یکدیگر واکنش داده و آمونیاک تولید می‌شود.

۴) در این فرایند، برای جداسازی آمونیاک از مخلوط واکنش، از تفاوت نقطهٔ جوش آمونیاک با گازهای $H_۲$ و $N_۲$ استفاده می‌شود.

۸۹۷- چند مورد از مطالب زیر در رابطه با آمونیاک درست است؟

آ) در مبدل کاتالیستی خودروهای دیزلی، برای تبدیل اکسیدهای نیتروژن به فراورده‌های دیگر، از آمونیاک استفاده می‌شود.

ب) گشتاور دوقطبی مولکول‌های آن برابر با صفر بوده و اتم مرکزی این مولکول‌ها دارای بار جزئی منفی $(\delta -)$ هستند.

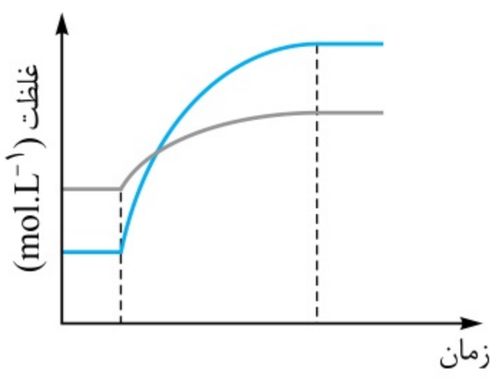
پ) این گاز، در دماهای بالا و در حضور یک ورقهٔ آهنی به عنوان کاتالیزگر، براساس فرایند هابر تولید می‌شود.

ت) ΔH واکنش تولید آمونیاک از واکنش میان هیدرازین و هیدروژن را نمی‌توان به روش تجربی تعیین کرد.

ث) این ماده خاصیت بازی داشته و مولکول‌های سازندهٔ آن می‌توانند با یکدیگر پیوند هیدروژنی برقرار کنند.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۸۹۸- تعادل $N_۲(g) + ۳H_۲(g) \rightleftharpoons ۲NH_۳(g)$ با حضور ۲ مول $N_۲$ و ۱ مول $H_۲$ در دمای $۱۲۷\ ^\circ C$ و در یک محفظهٔ ۲ لیتری برقرار است. کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با این سامانهٔ تعادلی نادرست است؟



۱) افزایش دما، همانند افزودن $NH_۳$، می‌تواند غلظت گازهای $H_۲$ و $N_۲$ را مطابق نمودار مقابل تغییر بدهد.

۲) با افزایش دمای گازهای موجود در این محفظه، درصد مولی آمونیاک در این محفظه کاهش پیدا می‌کند.

۳) با کاهش دمای این سامانهٔ تعادلی، سرعت واکنش برگشت در لحظهٔ اعمال تغییر کاهش پیدا می‌کند.

۴) اگر در حجم ثابت، دمای این مخلوط را تا $-۷۳\ ^\circ C$ کاهش دهیم، فشار گازهای درون مخزن نصف می‌شود.

۸۹۹- در فرایند هابر، .....

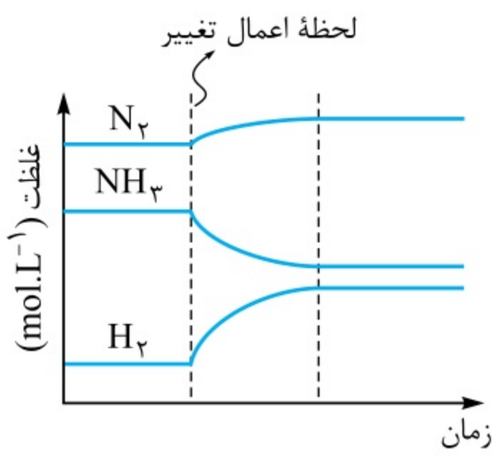
۱) پس از افزودن کاتالیزگر مناسب به سامانهٔ این واکنش تعادلی، مقدار ΔH واکنش انجام‌شده کاهش پیدا می‌کند.

۲) با کاهش دمای مخلوط گازهای NH_3، H_2 و N_2، آمونیاک به حالت $NH_3(aq)$ درآمده و از دستگاه خارج می‌شود.

۳) حتی در دمای $400\ ^\circ C$ و فشار ۲۰۰ اتمسفر نیز کل گازهای H_2 و N_2 واردشده به دستگاه به فراورده تبدیل نمی‌شوند.

۴) به منظور افزایش درصد پیشرفت واکنش انجام‌شده میان گازهای H_2 و N_2، دمای مخلوط واکنش را افزایش می‌دهند.

۹۰۰- با .....، نمودار غلظت ـ زمان مواد شرکت‌کنندهٔ فرایند هابر به صورت مقابل درمی‌آید و بر اثر اعمال این تغییر، مقدار ثابت تعادل واکنش .....



۱) افزایش فشار ـ ثابت باقی می‌ماند.

۲) کاهش دما ـ کاهش پیدا می‌کند.

۳) کاهش فشار ـ ثابت باقی می‌ماند.

۴) افزایش دما ـ کاهش پیدا می‌کند.

۹۰۱- چند مورد از مطالب زیر، در رابطه با پتاسیم یدید درست است؟

آ) این ترکیب شیمیایی، همانند یک نمونهٔ خالص از آمونیاک، در حالت جامد و مذاب رسانای جریان الکتریسیته نیست.

ب) آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور این ترکیب شیمیایی، در مقایسه با آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور سدیم برمید بیشتر است.

پ) رنگ شعلهٔ حاصل از گرفتن این ترکیب شیمیایی بر روی آتش، مشابه رنگ شعلهٔ ایجادشده توسط فلز پتاسیم است.

ت) افزودن این ماده به واکنش $2H_2O_2(aq) \rightarrow 2H_2O(l) + O_2(g)$، موجب افزایش مقدار نهایی فراوردهٔ تولیدشده می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۹۰۲- تعادل $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g) + Q$ با حضور ۳ مول H_2، ۱ مول N_2 و ۱ مول NH_3 در یک ظرف ۲ لیتری برقرار شده است. کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با این واکنش تعادلی درست است؟

۱) با افزودن مقداری گاز N_2 به ظرف واکنش، تفاوت غلظت گازهای H_2 و N_2 در تعادل جدید برقرار شده، بیشتر از تعادل اولیه می‌شود.

۲) اگر شرایط بهینهٔ ایجادشده توسط فریتس هابر را مهیا کنیم، شمار مولکول‌های آمونیاک موجود در ظرف واکنش افزایش می‌یابد.

۳) با افزایش دما، غلظت فراوردهٔ حاصل از این واکنش بیشتر شده و مقدار ثابت تعادل این واکنش نیز افزایش پیدا می‌کند.

۴) پس از قراردادن یک ورقهٔ آهنی در این ظرف ۲ لیتری، غلظت گاز آمونیاک موجود در این ظرف افزایش می‌یابد.

۹۰۳- واکنش تعادلی مربوط به تولید آمونیاک از گازهای هیدروژن و نیتروژن در یک ظرف سربسته برقرار شده است. با کاهش دمای ظرف، چه تعداد از موارد زیر روی می‌دهند؟

آ) تعداد مول‌های گازی موجود در ظرف افزایش می‌یابد.

ب) مقدار ثابت تعادل واکنش موردنظر کاهش می‌یابد.

پ) سرعت واکنش برگشت افزایش پیدا می‌کند.

ت) درصد پیشرفت واکنش موردنظر افزایش پیدا می‌کند.

ث) غلظت گازهای هیدروژن و نیتروژن افزایش می‌یابد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۹۰۴- فرایند هابر در محفظهٔ مقابل در حال انجام‌شدن است، با ایجاد کدام‌یک از تغییرات زیر، درصد پیشرفت واکنش انجام‌شده در این ظرف به مقدار بیشتری افزایش پیدا می‌کند؟



۱) افزایش فشار از ۱۰۰۰ اتمسفر تا ۲۰۰۰ اتمسفر

۲) افزایش فشار از ۲۰۰۰ اتمسفر تا ۳۰۰۰ اتمسفر

۳) کاهش فشار از ۲۰۰۰ اتمسفر تا ۱۰۰۰ اتمسفر

۴) کاهش فشار از ۳۰۰۰ اتمسفر تا ۲۰۰۰ اتمسفر

۹۰۵- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با درصد پیشرفت فرایند هابر نادرست است؟

۱) با خارج‌کردن گاز هیدروژن از محفظهٔ واکنش، درصد پیشرفت این واکنش کاهش می‌یابد.

۲) با افزودن کاتالیزگر مناسب به محفظهٔ واکنش، درصد پیشرفت آن افزایش پیدا می‌کند.

۳) با افزایش دمای این سامانهٔ تعادلی، درصد پیشرفت فرایند تولید آمونیاک کاهش پیدا می‌کند.

۴) با افزایش فشار، تعادل در جهت تولید آمونیاک جابه‌جا شده و درصد پیشرفت آن بیشتر می‌شود.

۹۰۶- مقداری از گازهای نیتروژن و هیدروژن را وارد یک محفظهٔ دربسته می‌کنیم تا تعادل $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ برقرار شود، چند مورد از مطالب زیر، در رابطه با این فرایند درست است؟

آ) با افزایش دمای سامانهٔ واکنش، زمان مورد نیاز برای برقراری تعادل شیمیایی کاهش پیدا می‌کند.

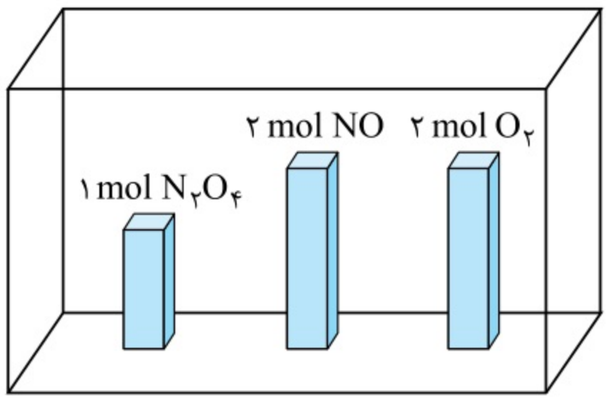
ب) واکنش انجام‌شده گرماگیر بوده و با کاهش دمای سامانهٔ واکنش، ثابت تعادل آن افزایش پیدا می‌کند.

پ) مقداری گرد آهن، در مقایسه با یک ورقهٔ آهنی، زمان رسیدن به تعادل را به مقدار بیشتری کاهش می‌دهد.

ت) پس از برابرشدن مقدار غلظت فراوردهٔ واکنش با حاصل‌ضرب غلظت واکنش‌دهنده‌ها، این سامانه به تعادل می‌رسد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

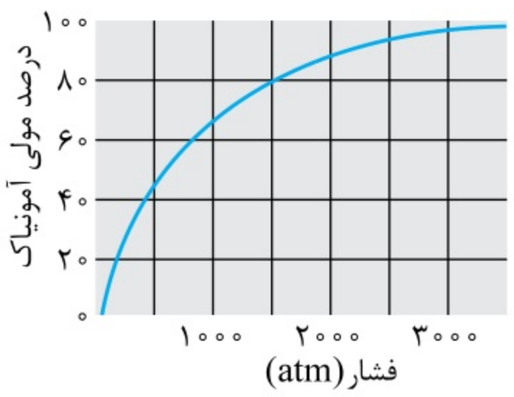
۹۰۷- تعادل $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO(g) + O_2(g)$ در ظرف یک لیتری مقابل برقرار شده است. ۲ مول گاز نیتروژن مونوکسید را وارد ظرف واکنش کرده و حجم این ظرف را تغییر می‌دهیم. اگر در تعادل جدید برقرارشده در این ظرف، غلظت گاز N_2O_4 دو برابر غلظت گاز اکسیژن باشد، در لحظهٔ اعمال تغییر، حجم ظرف چند برابر شده است؟



۱) ۰/۵ ۲) ۰/۲۵

۳) ۲ ۴) ۴

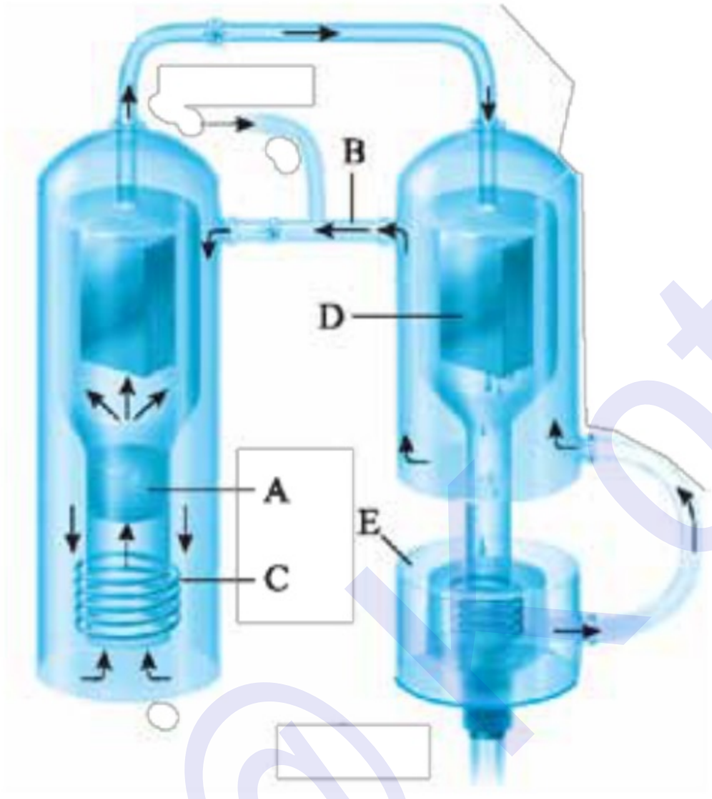
۹۰۸- نمودار مقابل، درصد مولی آمونیاک تولیدشده در فرایند هابر در یک دمای مشخص را نشان می‌دهد. ۹ مول نیتروژن و ۲۷ مول هیدروژن را در این دما وارد یک مخزن می‌کنیم و فشار گازهای موجود در مخزن را به ۱۵۰۰ اتمسفر می‌رسانیم. پس از برقراری تعادل، گاز آمونیاک تولیدشده را خارج کرده و از آن در مبدل کاتالیستی یک خودروی دیزلی استفاده می‌کنیم. این مقدار از آمونیاک، در واکنش کامل با چند گرم از اکسیدهای نیتروژن مصرف می‌شود؟ $(O = 16 , N = 14 : g.mol^{-1})$



۱) ۳۰۴ ۲) ۶۰۸

۳) ۹۱۲ ۴) ۱۲۱۶

۹۰۹- چند مورد از کلمات زیر، جملهٔ داده‌شده را به درستی پر می‌کنند؟ «بخش ..... در دستگاه مقابل، ..... و ثابت تعادل واکنش تولید آمونیاک در قسمت ..... نسبت به قسمت ..... بیشتر است.»



آ) A ـ موجب افزایش درصد پیشرفت واکنش میان گازهای H_2 و N_2 شده ـ D ـ C

ب) B ـ شامل مخلوطی از گازهای هیدروژن، نیتروژن و آمونیاک شده ـ C ـ D

پ) C ـ با صرف انرژی، سرعت واکنش میان گازهای H_2 و N_2 را افزایش داده ـ D ـ C

ت) D ـ دمای مخلوط گازهای واردشده به خود را تا $-200\ ^\circ C$ کاهش داده ـ C ـ D

ث) E ـ محتوی حالتی از آمونیاک است که در کشاورزی مستقیماً به خاک تزریق می‌شود ـ D ـ C

۱) صفر ۲) ۱

۳) ۲ ۴) ۳

۹۱۰- کدام‌یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟

۱) در فرایند هابر، با استفاده از یک ورقهٔ آهنی، واکنش میان گازهای H_2 و N_2 در دماهای پایین‌تر و با سرعت مناسب انجام می‌شود.

۲) در شرایط بهینه برای انجام‌شدن فرایند هابر، کم‌تر از ۲۵٪ از مولکول‌های موجود در محفظهٔ واکنش دارای $\mu > 0$ هستند.

۳) با تولید آمونیاک در فرایند هابر، شرایط مناسب برای تولید کودهای شیمیایی و افزایش بازدهی فناوری‌های کشاورزی فراهم شد.

۴) درصد پیشرفت واکنش میان گازهای H_2 و N_2 در دمای $50\ ^\circ C$ و فشار $400\ atm$ بیشتر از دمای $300\ ^\circ C$ و فشار $50\ atm$ است.

۹۱۱- مقداری گاز آمونیاک را وارد یک ظرف نیم لیتری می‌کنیم تا براساس واکنش تعادلی $2NH_3(g) \rightleftharpoons N_2(g) + 3H_2(g)$ به میزان ۴۰ درصد تجزیه شود. با افزایش حجم سامانهٔ واکنش به اندازهٔ ..... لیتر در دمای ثابت، درصد پیشرفت واکنش موردنظر دو برابر شده و فشار گازهای موجود در ظرف واکنش تقریباً ..... برابر می‌شود.

۱) ۷/۵ ـ ۰/۲۱۴ ۲) ۵/۵ ـ ۰/۲۱۴

۳) ۷/۵ ـ ۰/۱۰۷ ۴) ۵/۵ ـ ۰/۱۰۷

بخش ۴ فراوری و تولید مواد شیمیایی

فراوری مواد شیمیایی

نفت خام، گاز طبیعی، زغال‌سنگ و معادن مس، آهن، طلا، مرمر و فیروزه، از جمله منابع شیمیایی ارزشمندی هستند که یکنواخت در جهان توزیع نشده‌اند. *اگه از کتاب یازدهم یادتون باشه*، پراکندگی این منابع در کرهٔ زمین، دلیل پیدایش تجارت جهانی است و بر همین اساس، برخی از کشورها صادرکنندهٔ این منابع و برخی واردکنندهٔ آن‌ها هستند.

بسیاری از کشورها، منابع طبیعی خود را کم و بیش بدون فراوری و به همان صورتی که از طبیعت به دست می‌آیند، به فروش می‌رسانند. به چنین کاری، *اصطلاحاً* خام‌فروشی گفته می‌شود. در نقطهٔ مقابل، برخی از کشورها به کمک فناوری‌های شیمیایی، مواد اولیه و خام را به فراورده‌های دیگر تبدیل کرده و با قیمت بالاتری به فروش می‌رسانند. به عنوان مثال، فروش نفت به صورت خام ساده‌ترین و *کم‌سودترین* روش بهره‌برداری از این منبع طبیعی است؛ در حالی که با پالایش نفت و تبدیل آن به فراورده‌های شیمیایی مثل آمونیاک، سولفوریک اسید، متانول و بنزین، می‌توان سود بیشتری را به دست آورد.

به‌جز نفت، فرایند خام‌فروشی برای منابع معدنی مانند سنگ معدن مس، آهن و روی و حتی منابع کشاورزی مانند پنبه نیز انجام می‌شود. برای نمونه، قیمت یک تن مس خالص حدوداً هزار برابر قیمت یک تن سنگ معدن مس است. این تفاوت قیمت، نشان از ارزشمندبودن دانش و فناوری استخراج و خالص‌سازی مواد دارد.

یکی از عوامل تأثیرگذار بر قیمت مواد و منابع شیمیایی، درصد خلوص آن‌ها است. هر چه درصد خلوص یک مادهٔ شیمیایی بیشتر باشد، قیمت آن نیز بیشتر خواهد بود. به عنوان مثال، قیمت مس ۹۹/۹ درصد خالص، به طور چشمگیری بیشتر از مس با خلوص ۹۶ درصد است. *جالبه بدونید که مس با خلوص ۹۹/۳٪ کاملاً نارسانا بوده و از آن نمی‌توان برای تهیهٔ سیم‌ها و ... استفاده کرد. در نقطهٔ مقابل، مس ۹۹/۹ درصد خالص رسانایی الکتریکی خیلی بالایی دارد و از آن در صنایع مختلف استفاده می‌شود.*

با توجه به توضیحات داده‌شده، به‌کارگیری فناوری و تبدیل مواد خام به مواد فراوری‌شده، سبب رشد و بهره‌وری اقتصاد یک کشور می‌شود. در واقع، فناوری را می‌توان به کار بردن دانش برای حل یک مسئله در صنعت یا زندگی روزانه برای رسیدن به هدفی خاص دانست. فناوری همواره با ساخت یا استفاده از یک وسیلهٔ همراه است. به عنوان مثال، دانشمندان و مهندسان با استفاده از دانش مواد و دانش الکتریسیته و مغناطیس، وسایلی مانند تلفن و رایانهٔ همراه را طراحی و تولید می‌کنند. شیمی‌دان‌ها نیز با استفاده از دانش خود، مواد جدیدی می‌سازند و یا روشی را برای ساخت آسان‌تر و باصرفه‌تر مواد ارائه می‌دهند. آن‌ها هم‌چنین به دنبال یافتن روش طراحی و ساخت دستگاه‌هایی برای شناسایی دقیق ساختار مواد هستند. تصویر زیر، روند کلی افزایش بهره‌وری با استفاده از فناوری‌های شیمیایی را نشان می‌دهد.



چندنکته

- مواد خام اولیه، موادی مانند نمک، سنگ معدن، نفت خام و حتی هوا هستند که فراوری نشده‌اند و با استفاده از آن‌ها می‌توان مواد شیمیایی جدید تولید کرد.
- بنزین، پلی‌اتن، اتیلن گلیکول، اتانول و متانول، از جمله فراورده‌های نفتی هستند که از فراوری نفت خام به دست می‌آیند. با توجه به متفاوت‌بودن مراحل تهیه و تولید این مواد، هر یک از آن‌ها قیمت مخصوص به خود را دارد. *با توجه به قیمت‌های نوشته‌شده در کتاب درسی*، ترتیب مقایسهٔ قیمت ۱۵۹ L یا ۱۵۹ kg از این فراورده‌ها به صورت زیر است:

۱۵۹ لیتر اتیلن گلیکول > ۱۵۹ لیتر اتانول = ۱۵۹ کیلوگرم پلی‌اتن > ۱۵۹ لیتر نفت خام > ۱۵۹ لیتر بنزین > ۱۵۹ لیتر متانول: قیمت

بچه‌ها! این قیمت‌های کتاب درسی خیلی درست نیستن و معلوم نیست از چه منبعی استخراج شدن، وگرنه منطقاً قیمت بنزین و متانول باید از قیمت نفت خام بیشتر باشن!

تغییر گروه‌های عاملی در مواد آلی

سنتز، یک فرایند شیمیایی هدفمند است که در آن با استفاده از مواد ساده‌تر، مواد شیمیایی دیگر را تولید می‌کنند. به کمک این فرایند، مواد نو از جمله رنگ‌دانه‌ها، خوشبوکننده‌ها، داروهای ضدسرطان، الیاف، سوخت‌های دوستدار محیط زیست و مواد هوشمند تولید می‌شوند. در واقع، سنتز کانون بسیاری از پژوهش‌های شیمیایی است که منجر به طراحی و تولید مواد جدید می‌شوند.

اغلب مواد آلی در ساختار خود شامل گروه‌های عاملی گوناگونی می‌شوند که خواص و رفتار آن‌ها را تعیین می‌کنند. به عنوان مثال، وجود گروه عاملی کربوکسیل (—COOH) در یک ترکیب آلی، سبب ایجاد خاصیت اسیدی و مزهٔ ترش در آن ترکیب می‌شود.

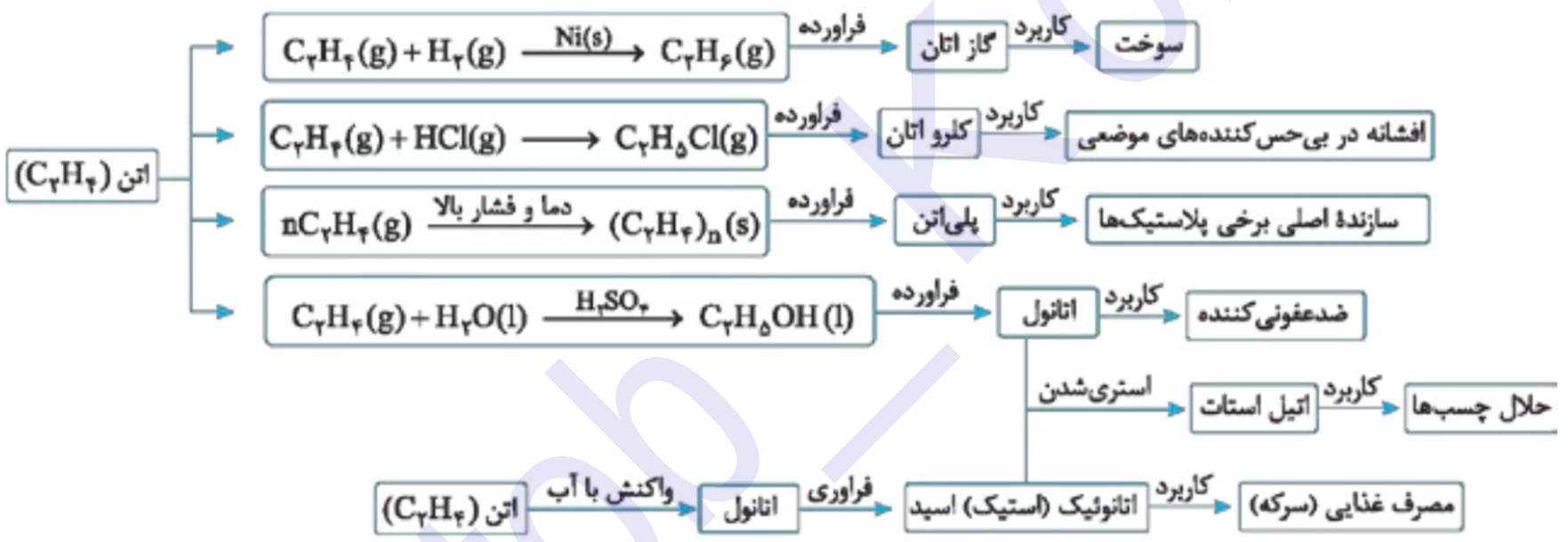
تولید یک مادهٔ آلی جدید می‌تواند با تغییر ساختار یا ایجاد یک یا چند گروه عاملی در یک ترکیب خاص همراه باشد. شیمی‌دان‌ها نیز به کمک دانش مربوط به ساختار و رفتار گروه‌های عاملی و دانستن شرایط و عوامل مؤثر بر واکنش‌های شیمیایی، ماده‌ای نو برای کاربردی معین را با استفاده از مواد خام یا اولیهٔ در دسترس سنتز می‌کنند. در این فرایندها، شیمی‌دان‌ها با استفاده از مواد شیمیایی گوناگون، گروه‌های عاملی موجود در یک مادهٔ آلی را تغییر داده و به گروه‌های عاملی دیگر تبدیل می‌کنند. به عنوان مثال، برای سنتز یک ترکیب استری می‌توان از واکنش میان یک کربوکسیلیک اسید و یک الکل در شرایط مناسب استفاده کرد. واکنش انجام‌شده به صورت زیر است:

واکنش استری‌شدن: $R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH + HO-R' \xrightarrow{H_2SO_4} R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-R' + H_2O$

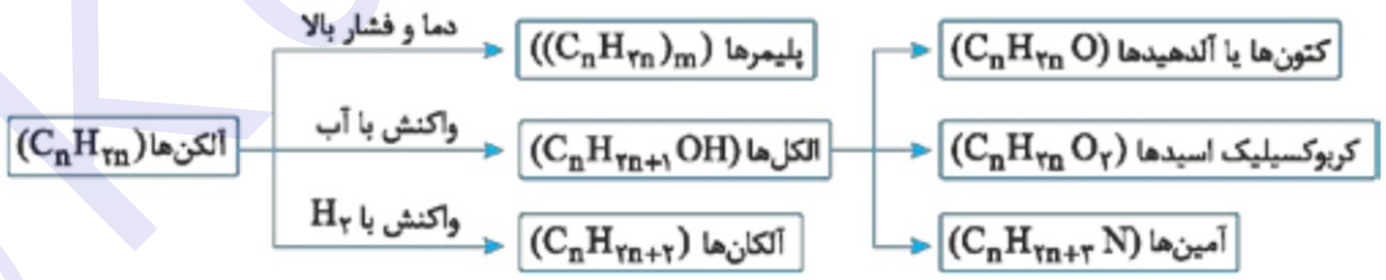
نکتهٔ ترکیبی در واکنش‌های مربوط به تولید آمیدها، پلی‌استرها و پلی‌آمیدها نیز گروه‌های عاملی مختلف به یکدیگر تبدیل می‌شوند؛ پس این واکنش‌ها نیز از نوع سنتز خواهند بود.

گاز اتن ساده‌ترین عضو از خانوادهٔ آلکن‌ها بوده و یکی از مهم‌ترین خوراک‌های صنایع پتروشیمی محسوب می‌شود. فرمول شیمیایی این گاز به صورت C_2H_4 بوده و از آن برای تولید انواع مواد ارزشمند و پرمصرف استفاده می‌شود.

نمودار زیر، روند تولید سایر فراورده‌های شیمیایی که از فراوری گاز اتن حاصل می‌شوند را نشان می‌دهد. هر یک از این واکنش‌ها در شرایط خاصی انجام شده و منجر به تولید یک فراوردهٔ ارزشمند می‌شوند.



همان‌طور که دیدیم، با استفاده از مواد مناسب و واکنش‌های شیمیایی گوناگون، می‌توان مواد آلی را به یکدیگر تبدیل کرد. نمودار زیر نیز یک روند کلی از فرایند تبدیل ترکیبات آلی مختلف به یکدیگر را نشان می‌دهد.

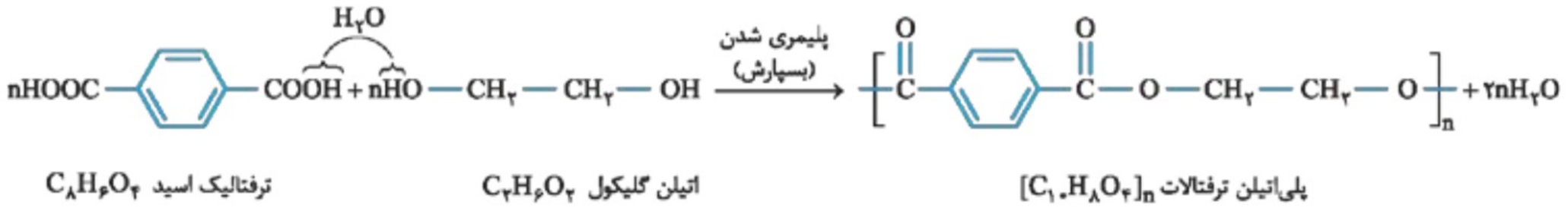


بدیهی است که هر چه نوع و تعداد گروه‌های عاملی در مولکول هدف بیشتر باشد، ساختن آن ماده دشوارتر است و به دانش پیشرفته‌تر و فناوری کارآمدتری نیاز دارد. بازده واکنش، هزینهٔ مواد و انرژی مصرف‌شده برای تولید هر یک از ماده‌های هدف، به نوع واکنش و فناوری مورد استفاده برای انجام‌شدن آن بستگی دارد. به همین خاطر، شیمی‌دان‌ها در پی یافتن مواد مناسب، ارزان و دوستدار محیط زیست و واکنش‌های شیمیایی آسان و پربازده هستند تا هزینهٔ تمام‌شدهٔ سنتز و تولید مواد را کاهش دهند. آن‌ها پس از یافتن واکنش‌دهنده‌ها و فرایندهای مناسب، فناوری لازم برای تولید مادهٔ هدف را طراحی و اجرا می‌کنند.

پلی‌اتیلن ترفتالات (PET)

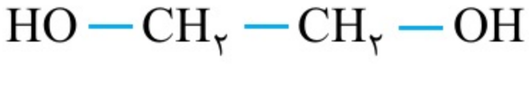
بطری‌های پلاستیکی را با استفاده از پلیمری به نام پلی‌اتیلن ترفتالات *یا همون* PET می‌سازند و از آن‌ها برای بسته‌بندی و نگه‌داری آب آشامیدنی استفاده می‌کنند. برای ساختن این بطری‌ها، ابتدا پلیمر آن (PET) را تهیه می‌کنند و پس از آن، پلیمر تهیه‌شده را به همراه برخی از افزودنی‌ها در قالب‌های ویژه‌ای می‌ریزند تا به شکل بطری درآید.

پلی‌اتیلن ترفتالات پلیمری از خانوادهٔ پلی‌استرها است که از واکنش میان یک الکل دوعاملی (دی‌الکل) به نام اتیلن گلیکول و یک اسید دوعاملی (دی‌اسید) به نام ترفتالیک اسید تهیه می‌شود. واکنش تولید این ماده به صورت زیر است:



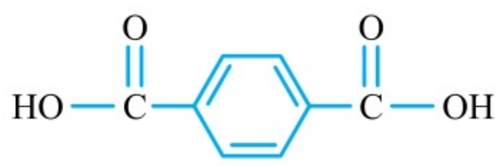
چندنکته

- اتیلن گلیکول یک الکل دوعاملی با فرمول شیمیایی $C_2H_6O_2$ و ساختار مولکولی مقابل است:



در هر مولکول اتیلن گلیکول، ۹ پیوند اشتراکی بین اتم‌ها برقرار شده است.

- ترفتالیک اسید یک اسید دوعاملی با فرمول $C_8H_6O_4$ و ساختار مولکولی مقابل است:



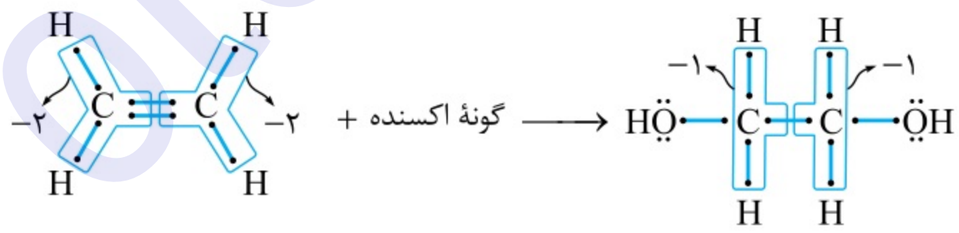
این ترکیب در ساختار خود دارای یک حلقهٔ بنزنی و ۳ پیوند اشتراکی $(C=C)$ است. در هر مولکول ترفتالیک اسید، ۲۳ پیوند اشتراکی بین اتم‌ها برقرار شده است.

- چون در مولکول‌های اتیلن گلیکول و ترفتالیک اسید، اتم‌های هیدروژن متصل به اکسیژن وجود دارد، در یک نمونهٔ خالص از این مواد، امکان برقرارشدن پیوندهای هیدروژنی بین مولکول‌ها وجود دارد. برخلاف این مواد، در مولکول‌های غول‌آسای پلی‌اتیلن ترفتالات هیچ اتم هیدروژن متصل به اکسیژنی وجود ندارد و به همین خاطر، بین مولکول‌های PET پیوند هیدروژنی برقرار نمی‌شود.

سنتز ترفتالیک اسید و اتیلن گلیکول

مونومرهای مورد نیاز برای تولید پلی‌اتیلن ترفتالات (اتیلن گلیکول و ترفتالیک اسید) در نفت خام وجود نداشته و آن‌ها را نمی‌توان به طور مستقیم از نفت خام به دست آورد. با بهره‌گیری از دانش شیمی و فناوری‌های شیمیایی، می‌توان این مونومرها را با استفاده از مواد خام و اولیه‌ای که از نفت خام جداسازی می‌شوند، سنتز کرد.

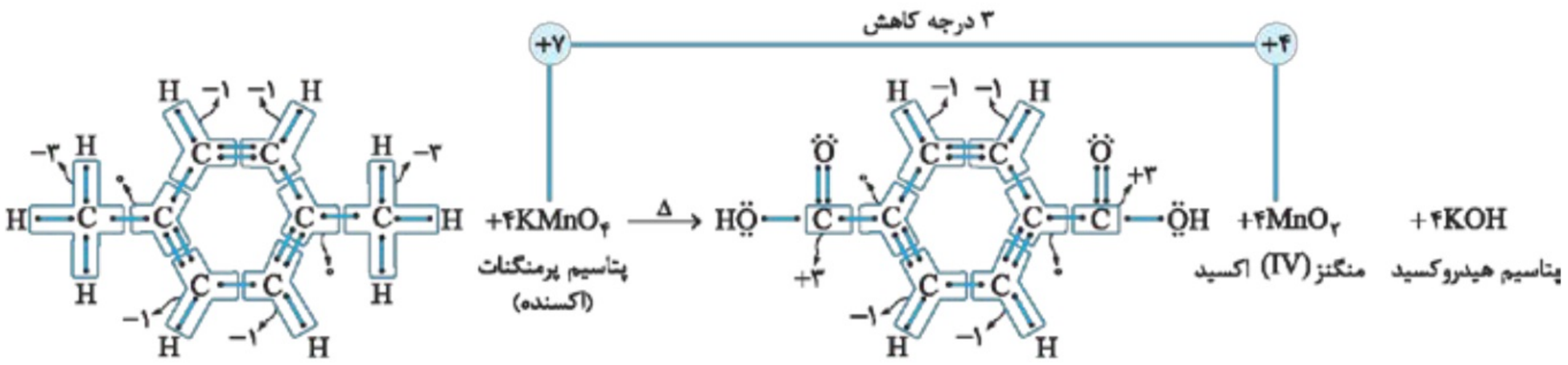
۱- سنتز اتیلن گلیکول: اتن یکی از اجزای سازندهٔ نفت خام است که از آن برای تولید اتیلن گلیکول استفاده می‌شود. برای سنتز اتیلن گلیکول، باید گاز اتن را با یک مادهٔ شیمیایی مناسب مثل محلول رقیق پتاسیم پرمنگنات $(KMnO_4)$ واکنش داد. با انجام‌شدن این واکنش در شرایط مناسب، گاز اتن اکسایش یافته و به اتیلن گلیکول تبدیل می‌شود. معادلهٔ واکنش انجام‌شده به صورت زیر است:



همان‌طور که مشخص است، طی این واکنش، عدد اکسایش هر اتم کربن یک درجه افزایش پیدا کرده و اتم‌های این عنصر اکسید می‌شوند.

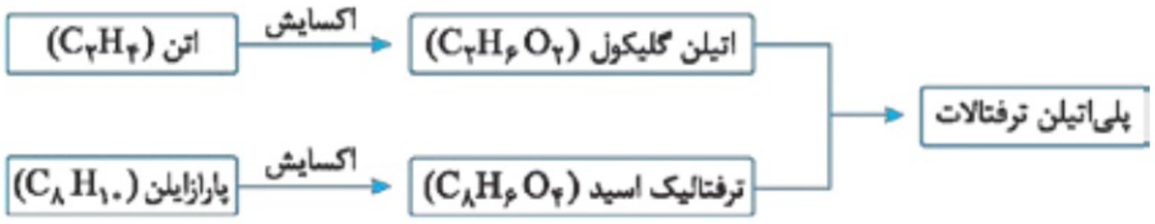
۲- سنتز ترفتالیک اسید: پارازایلن یک هیدروکربن حلقوی و آروماتیک با فرمول شیمیایی C_8H_{10} و فرمول ساختاری زیر است و از تقطیر نفت خام به دست می‌آید. با توجه به ساختار پارازایلن، ترفتالیک اسید را می‌توان از اکسایش این ماده به دست آورد. پتاسیم پرمنگنات $(KMnO_4)$ خاصیت اکسندگی دارد و محلول غلیظ آن در شرایط مناسب پارازایلن را با بازده نسبتاً خوبی به ترفتالیک اسید تبدیل می‌کند. معادلهٔ واکنش انجام‌شده به صورت زیر است:





همان‌طور که مشخص است، در این واکنش، عدد اکسایش ۲ عدد از اتم‌های کربن موجود در ساختار پارازایلن از ۳− درجه به ۳+ افزایش پیدا کرده و این اتم‌ها اکسید می‌شوند در حالی که عدد اکسایش سایر اتم‌های کربن موجود در پارازایلن بدون تغییر باقی می‌ماند. در این واکنش، پتاسیم پرمنگنات نیز به عنوان عامل اکسنده ایفای نقش کرده و عدد اکسایش اتم‌های Mn موجود در آن به اندازهٔ ۳ درجه کاهش پیدا می‌کند. واکنش تبدیل پارازایلن به ترفتالیک اسید به کمک محلول غلیظ پتاسیم پرمنگنات، انرژی فعال‌سازی بالایی دارد و به همین خاطر، با وجود غلظت بالای $KMnO_4$ در محلول، باز هم شرایط تبدیل پارازایلن به ترفتالیک اسید تأمین نمی‌شود. یکی از راه‌های تأمین انرژی فعال‌سازی واکنش‌ها، افزایش دما است اما با افزایش دمای سامانهٔ واکنش، باز هم بازده تولید فراورده هم‌چنان مطلوب نیست. به همین خاطر، شیمی‌دان‌ها همواره در پی یافتن شرایط آسان‌تر برای انجام‌شدن این واکنش هستند. آن‌ها پس از پژوهش‌های فراوان دریافتند که با استفاده از اکسیژن هوا و کاتالیزگر مناسب نیز می‌توان پارازایلن را در شرایط آسان‌تری به ترفتالیک اسید تبدیل کرد.

همون‌جور که می‌بینید! اتیلن گلیکول و ترفتالیک اسید را به کمک واکنش‌های بالا از ترکیبات آلی ساده‌تر تولید کرده و مطابق با نمودار زیر، از آن‌ها برای تولید پلی‌اتیلن ترفتالات استفاده می‌کنند.



چندنکته

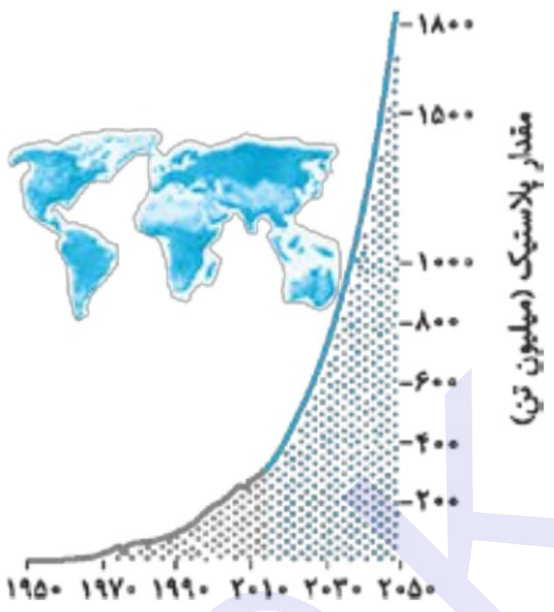
- اتن (C_2H_4)، بنزن (C_6H_6) و پارازایلن (C_8H_{10})، از جمله هیدروکربن‌های موجود در نفت خام هستند که طی تقطیر این ماده به دست می‌آیند.
- در هر مولکول پارازایلن، ۲۱ پیوند اشتراکی بین اتم‌ها قرار گرفته است و در آن ۳ پیوند ($C=C$) وجود دارد.

بازیافت پلاستیک‌ها

پلاستیک‌ها یکی از نتایج خلاقیت و نوآوری بشر هستند که به خاطر ویژگی‌های زیر، کاربردهای وسیعی در زندگی پیدا کرده‌اند:

- چگالی کم
- نفوذناپذیری نسبت به هوا
- ارزان‌بودن
- مقاومت در برابر خوردگی
- نفوذناپذیری نسبت به آب

به خاطر ویژگی‌های مناسب پلاستیک، سالانه حدود ۴۰۰ میلیون تن از این مواد در جهان تولید می‌شود و این روند رو به افزایش است.



استفادهٔ بی‌رویه و بیش از حد این مواد در صنایع گوناگون و زیست‌تخریب‌ناپذیر بودن آن‌ها سبب‌شده که این مواد در جای‌جای کرهٔ زمین یافت شوند؛ پس باید *یه راهی* برای بازیافت این مواد پیدا کرد. یکی از مواد پلاستیکی قابل بازیافت، پلی‌اتیلن ترفتالات است. برای این منظور، مواد و وسایل ساخته‌شده از این پلیمر را باید به طور جداگانه جمع‌آوری کرده و پس از آن، با انجام فرایندهای فیزیکی و شیمیایی به مواد قابل استفاده تبدیل کرد. برای بازیافت پلی‌اتیلن ترفتالات از روش‌های زیر استفاده می‌شود:

۱ مواد ساخته‌شده از پلی‌اتیلن ترفتالات را می‌توان پس از شست‌وشو و تمیزکردن، ذوب کرده و دوباره از آن‌ها برای تولید وسایل و ابزار استفاده کرد.

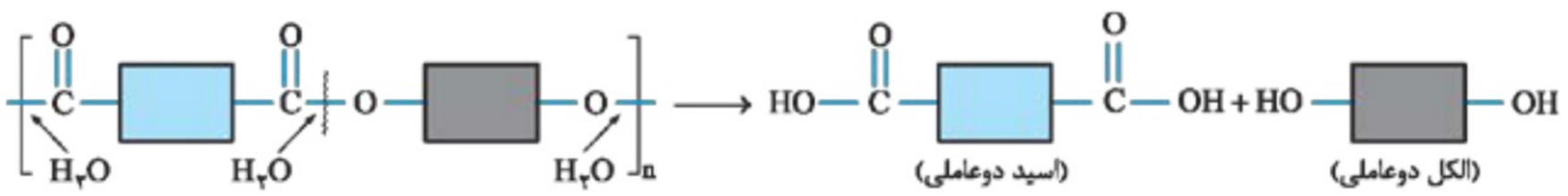
۲ این مواد را می‌توان پس از شست‌وشو خرد کرده و به تکه‌های کوچک به نام پرک تبدیل و در تولید مواد پلاستیکی دیگر استفاده کرد.

۳ این مواد و پسماندها را می‌توان به کمک واکنش‌های شیمیایی به مونومرهای سازنده یا مواد اولیهٔ ارزشمند تبدیل کرد. البته، توجه داریم که برگرداندن پسماندها به مونومرهای سازنده کار دشواری است و به فناوری‌های پیشرفته‌ای نیاز دارد.

توجه داریم که سطح فناوری هر کشور یا گروه صنعتی است که مشخص می‌کند کدام راه را باید برای بازیافت پسماندها انتخاب کرد.

تبدیل پلی‌اتیلن ترفتالات به مونومرها

پلی‌اتیلن ترفتالات پلیمری از دستهٔ پلی‌استرها است و می‌دانیم که پلی‌استرها در حضور واکنش‌دهندهٔ مناسب از جمله آب، به مونومرهای سازندهٔ خود تجزیه می‌شوند. به واکنش زیر توجه کنید:



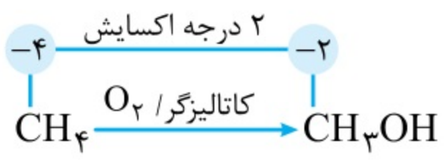
با توجه به حجم زیاد پسماندهای PET تولیدشده، بازیافت شیمیایی این ماده بسیار ضروری و ارزشمند است. شیمی‌دان‌ها با بررسی‌های فراوان پی بردند PET در شرایط مناسب با متانول (CH_3OH) واکنش داده و به فراورده‌های مفیدی تبدیل می‌شود که از آن‌ها می‌توان برای تولید پلیمرها استفاده کرد.

تولید صنعتی متانول

متانول مایعی بی‌رنگ، بسیار سمی و ساده‌ترین عضو خانوادهٔ الکل‌ها است که می‌توان آن را از چوب تهیه کرد. از آن‌جا که این الکل کاربردهای زیادی در صنایع گوناگون از جمله صنعت بازیافت پلی‌اتیلن ترفتالات دارد، باید آن را در مقیاس صنعتی تولید کرد. برای تولید متانول در مقیاس صنعتی، از دو روش زیر استفاده می‌شود:

۱- تولید مستقیم متانول از متان: گاز متان سازندهٔ اصلی گاز طبیعی است که در میدان‌های نفتی به فراوانی یافت می‌شود. در این میدان‌ها به منظور افزایش ایمنی، بخش قابل‌توجهی از گاز متان را می‌سوزانند. گاز متان واکنش‌پذیری بسیار کمی دارد و تبدیل آن به متانول فرایند دشواری است که انجام آن به دانش و فناوری پیشرفته‌ای نیاز دارد. به دلیل ارزان‌بودن گاز متان و اهمیت بالای متانول در صنایع گوناگون، پژوهش‌های شیمیایی زیادی در حال انجام است تا بتوان روشی برای تبدیل گاز متان به متانول پیدا کرد.

گاز متان براساس معادلهٔ مقابل به متانول اکسایش پیدا می‌کند:



متان مورد استفاده برای این واکنش را با استفاده از زیست‌گاز، گاز طبیعی و گاز مشعل تهیه می‌کنند.

۲- تولید غیرمستقیم متانول از متان: برای تهیهٔ غیرمستقیم متانول از متان، ابتدا متان را در حضور گرمای زیاد و کاتالیزگر مناسب به گازهای هیدروژن و کربن مونوکسید تبدیل می‌کنند. واکنش انجام‌شده به صورت زیر است:

$$CH_4(g) + H_2O(g) \xrightarrow{\text{کاتالیزگر}} CO(g) + 3H_2(g)$$

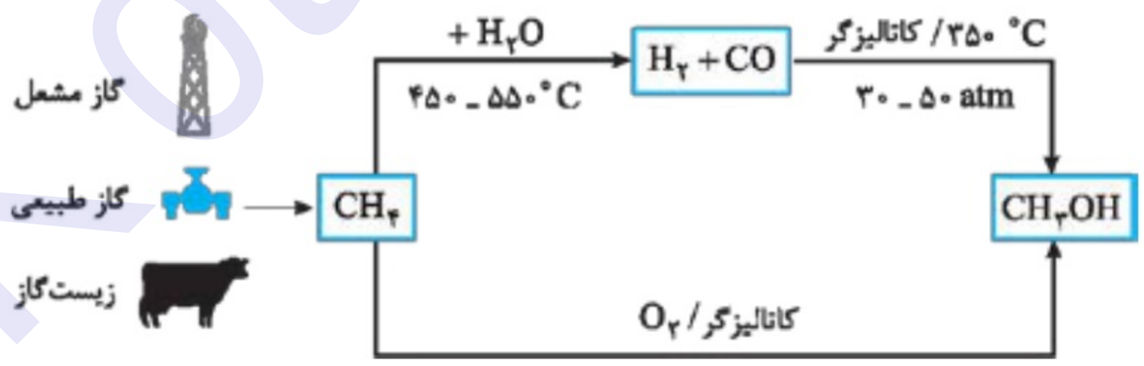
در صنعت، گاز کربن مونوکسید و گاز هیدروژن تولیدشده در مرحلهٔ قبل را در دما و فشار مناسب و در مجاورت با کاتالیزگر با یکدیگر وارد واکنش می‌کنند تا متانول به دست بیاید. واکنش انجام‌شده به صورت زیر است:

$$CO + 2H_2 \xrightarrow[\text{دما و فشار مناسب}]{\text{کاتالیزگر}} CH_3OH$$

با جمع معادلهٔ واکنش‌های انجام‌شده، معادلهٔ زیر به دست می‌آید:

$$CH_4(g) + H_2O(g) \rightarrow CH_3OH(g) + H_2(g)$$

تصویر زیر، نمایی از مراحل تولید متانول از گاز متان را نشان می‌دهد:



بهینه‌سازی واکنش‌های شیمیایی

شیمی سبز به دنبال طراحی واکنش‌هایی با کم‌ترین آسیب به محیط زیست و بیشترین بازده است. در واقع، یک واکنش شیمیایی هنگامی از دیدگاه اتمی به صرفه‌تر است و بازدهی بالاتری دارد که شمار بیشتری از اتم‌های واکنش‌دهنده به فراورده‌های سودمند تبدیل شوند. به عنوان مثال، دو واکنش روبه‌رو که از آن‌ها برای تهیهٔ مادهٔ A استفاده می‌شود را در نظر بگیرید:

$$I)\ C_6H_6 + H_2SO_4 + NaOH \rightarrow A + X + Y$$

$$II)\ C_6H_6 + C_3H_6 + O_2 \rightarrow A + Z$$

اگر X و Y پسماند باشند اما Z یک حلال صنعتی باشد، در واکنش (II) همهٔ اتم‌های موجود در واکنش‌دهنده‌ها به مواد ارزشمند تبدیل شده است و این واکنش از دیدگاه اتمی صرفهٔ اقتصادی بیشتری دارد. در نقطهٔ مقابل، واکنش (I) صرفهٔ اقتصادی ندارد چرا که برخی از اتم‌های موجود در مواد واکنش‌دهنده در قالب پسماندهای تولیدشده از دسترس خارج می‌شوند.

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

فراوری مواد شیمیایی

۹۱۲- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) نفت خام، زغال‌سنگ و معادن مس، طلا، مرمر و فیروزه از جمله منابع شیمیایی ارزشمند بوده و به طور یکسان در جهان توزیع شده‌اند.

۲) خام‌فروشی، ساده‌ترین راه بهره‌برداری از منابع طبیعی بوده و طی آن، منابع طبیعی کم و بیش بدون فراوری، به فروش رسانده می‌شوند.

۳) یافتن روش، طراحی و ساخت دستگاه‌ها و وسایلی برای شناسایی دقیق ساختار مواد، بیانی از فناوری‌های شیمیایی به شمار می‌رود.

۴) به‌کارگیری فناوری با تبدیل مواد خام مثل سنگ معدن و نفت خام به مواد فراوری‌شده، سبب رشد و بهره‌وری اقتصاد کشورها می‌شود.

۹۱۳- چه تعداد از عبارت‌های داده‌شده درست است؟

آ) با تبدیل نفت خام به فراورده‌های پتروشیمی مانند بنزین و سولفوریک اسید، می‌توان از خام‌فروشی این ماده جلوگیری کرد.

ب) خام‌فروشی برای منابع طبیعی مانند سنگ معدن آهن، مس و روی صادق است اما برای منابع کشاورزی مانند پنبه صدق نمی‌کند.

پ) فناوری‌های جداسازی و خالص‌سازی مواد یکی از فناوری‌های پیشرفته، گران، پرکاربرد و در عین حال کارآفرین و درآمدزا است.

ت) درصد خلوص مس، روی قیمت تمام‌شدهٔ این فلز تأثیر داشته و با افزایش درصد خلوص، قیمت این فلز نیز افزایش پیدا می‌کند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۹۱۴- کدام‌یک از عبارت‌های داده‌شده نادرست است؟

۱) به خاطر توزیع غیریکنواخت منابع شیمیایی در جهان، برخی از کشورها، صادرکنندهٔ این منابع و برخی دیگر واردکنندهٔ آن‌ها هستند.

۲) به کمک فناوری‌های شیمیایی، مواد خام و اولیه را می‌توان به فراورده‌های دیگر تبدیل کرده و به قیمت بالاتری به فروش رساند.

۳) تفاوت قیمت میان مس خالص و سنگ معدن مس، نشان دهندهٔ ارزش بالای دانش و فناوری استخراج و خالص‌سازی است.

۴) بنزین، سولفوریک اسید، و اتیلن گلیکول، برخلاف آمونیاک، از جمله فراورده‌های تولیدشده در شرکت‌های پتروشیمیایی هستند.

۹۱۵- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) مواد خام با صرف آب، فناوری شیمیایی و نیروی انسانی به مواد اولیهٔ مهم و پرکاربرد در صنایع تبدیل می‌شوند.

ب) قیمت هر لیتر اتیلن گلیکول ($C_2H_6O_2$) خالص در مقایسه با قیمت هر لیتر متانول (CH_3OH) خالص بیشتر است.

پ) نفت خام، متانول و اتانول، از جمله مواد خام و فراوری‌نشده‌ای هستند که در صنایع پتروشیمیایی استفاده می‌شوند.

ت) فناوری، معادل با به کاربردن دانش برای حل یک مسئله بوده و همواره با ساخت و یا استفاده از یک وسیله همراه است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

نقش گروه‌های عاملی در مواد آلی

۹۱۶- همهٔ عبارت‌های زیر درست هستند؛ به‌جز:

۱) نمک، نفت خام، سنگ معدن و هوا، از جمله مواد فراوری‌نشده‌ای هستند که با استفاده از آن‌ها مواد شیمیایی جدید تولید می‌شود.

۲) سنتز یک فرایند شیمیایی هدفمند است که در آن با استفاده از مواد شیمیایی ساده‌تر، مواد شیمیایی دیگر را تولید می‌کنند.

۳) اغلب مواد آلی شامل گروه‌های عاملی گوناگونی می‌شوند که خواص شیمیایی و ویژگی‌های رفتاری آن‌ها را تعیین می‌کنند.

۴) آلکن‌ها طی یک واکنش مستقیم و در حضور کاتالیزگر مناسب، اکسایش یافته و به کربوکسیلیک اسیدها تبدیل می‌شوند.

۹۱۷- چند مورد از مطالب زیر در رابطه با فراوردهٔ حاصل از واکنش میان گازهای اتن و هیدروژن کلرید درست است؟

آ) یک ترکیب قطبی به شمار رفته و از آن به عنوان افشانه در بی‌حس‌کننده‌های موضعی استفاده می‌شود.

ب) از آن به عنوان واکنش‌دهنده در فرایند تولید پلیمر مورد استفاده برای ساختن کیسه‌های خون استفاده می‌شود.

پ) شمار جفت‌الکترون‌های ناپیوندی در هر مولکول آن با شمار الکترون‌های پیوندی در هر مولکول آمونیاک برابر است.

ت) عدد اکسایش یکی از اتم‌های کربن موجود در ساختار آن مشابه عدد اکسایش اتم‌های کربن در ۱، ۲ـ دی‌برمو اتان است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۹۱۸- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) در واکنش میان مولکول‌های اتن و هیدروژن کلرید، عدد اکسایش یکی از اتم‌های کربن موجود در اتن تغییر کرده و کلرو اتان تولید می‌شود.

۲) سنتز مواد نو از جمله رنگدانه‌ها، خوشبوکننده‌ها، داروهای ضدسرطان، الیاف و مواد هوشمند، از جمله فناوری‌های شیمیایی به شمار می‌رود.

۳) در واکنش میان اتن و آب، مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن در فراورده‌های واکنش بیشتر از مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن در اتن است.

۴) در واکنش میان یک مول اتیلن گلیکول و دو مول متانوئیک اسید، یک دی‌استر با فرمول شیمیایی $C_4H_8O_4$ و دو مول آب تولید می‌شود.

۹۱۹- چه تعداد از مطالب زیر درست است؟

آ) سنتز را می‌توان کانون بسیاری از پژوهش‌های شیمیایی دانست که منجر به طراحی و تولید مواد جدید می‌شود.

ب) از فراوردهٔ تولیدشده در واکنش میان آب و اتن در حضور H_2SO_4، به عنوان ضدعفونی‌کننده استفاده می‌شود.

پ) تولید یک مادهٔ آلی جدید می‌تواند با تغییر ساختار یا ایجاد یک یا چند گروه عاملی جدید همراه باشد.

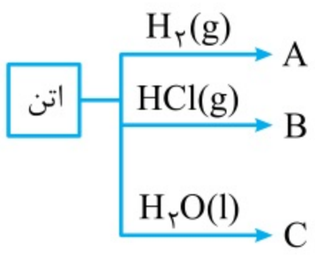
ت) در فراوردهٔ واکنش اتانول با استیک اسید، ۴ اتم کربن وجود داشته و از آن به عنوان حلال چسب استفاده می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۹۲۰- ۸۰ لیتر گاز اتن در دمای $117\ ^\circ C$ و با فشار ۵ اتمسفر در واکنش تولید یک نمونه از پلی‌اتن شرکت می‌کند. اگر بازده درصدی واکنش انجام‌شده برابر با ۶۰٪ باشد، جرم پلی‌اتن تولیدشده برابر با چند گرم است؟ $(C=12, H=1: g.mol^{-1})$

۱) ۲۱۰ ۲) ۲۲۵ ۳) ۱۹۵ ۴) ۲۵۰

۹۲۱- چند مورد از مطالب زیر در رابطه با مواد موجود در نمودار مقابل درست است؟



آ) ترکیب A در دمای اتاق به حالت گاز بوده و در کشاورزی از آن به عنوان عمل‌آورنده استفاده می‌شود.

ب) گشتاور دوقطبی مولکول‌های سازندهٔ ترکیب B برخلاف ترکیب A بزرگ‌تر از صفر است.

پ) ترکیب C به هر نسبتی در آب حل شده و در ساختار هر مولکول آن ۷ پیوند اشتراکی وجود دارد.

ت) در شرایط یکسان از نظر دما و فشار محیط، چگالی بخار C در مقایسه با چگالی گاز A بیشتر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۹۲۲- گاز هیدروژن کلرید مورد نیاز برای واکنش کامل با ۱۴ گرم گاز اتن را در ۱ لیتر آب خالص حل می‌کنیم. هر میلی‌لیتر از این محلول، با چند لیتر محلول سدیم هیدروکسید با $pH=10/3$ به طور کامل واکنش می‌دهد؟ $(C=12, H=1: g.mol^{-1})$

۱) ۴ ۲) ۲/۵ ۳) ۵ ۴) ۸

۹۲۳- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با واکنش تولید پلی‌اتن از گاز اتن نادرست است؟

۱) این واکنش، همانند واکنش سوختن گاز اتن در حضور اکسیژن کافی، در دستهٔ واکنش‌های اکسایش ـ کاهش قرار می‌گیرد.

۲) در دما و فشار بالا انجام شده و از فراوردهٔ تولیدشده در آن به عنوان سازندهٔ اصلی برخی پلاستیک‌ها استفاده می‌شود.

۳) نسبت میان شمار اتم‌های هیدروژن به اتم کربن در فراوردهٔ این واکنش مشابه این نسبت در واکنش‌دهندهٔ آن است.

۴) چون ساختار فراوردهٔ سیرشدهٔ حاصل از آن مشابه آلکان‌ها است، این ماده تمایلی به انجام واکنش با سایر مواد ندارد.

۹۲۴- چه تعداد از عبارت‌های داده‌شده در رابطه با واکنش میان بوتانول و اتانوئیک اسید درست است؟

آ) در دستهٔ واکنش‌های سنتز قرار داشته و به ازای مصرف هر مولکول بوتانول در آن، یک مولکول آب تولید می‌شود.

ب) فراوردهٔ تولیدشده شمار اتم‌های کربن برابری با بنزن داشته و از آن برای تولید شوینده با بوی آناناس استفاده می‌شود.

پ) با استفاده از مقداری سولفوریک اسید در سامانهٔ واکنش، می‌توان انرژی فعال‌سازی واکنش موردنظر را کاهش داد.

ت) در فراوردهٔ تولیدشده، همانند مولکول‌های بنزوئیک اسید، یکی از اتم‌های کربن به هیچ اتم هیدروژنی متصل نشده است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۹۲۵- از واکنش کامل میان ۲۰۰ میلی‌لیتر اتانول خالص با چگالی $0/92\ g.mL^{-1}$ با ۲۵۰ لیتر محلول استیک اسید با چگالی $1/2\ g.mL^{-1}$، چند گرم ترکیب استری تولید می‌شود و غلظت محلول استیک اسید برحسب ppm کدام است؟ $(O=16, C=12, H=1: g.mol^{-1})$

۱) ۴۲۴ ـ ۸۰۰ ۲) ۳۵۲ ـ ۸۰۰ ۳) ۴۲۴ ـ ۹۶۰ ۴) ۳۵۲ ـ ۹۶۰

۹۲۶- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) شیمی‌دان‌ها، به کمک دانش مربوط به ساختار و رفتار گروه‌های عاملی و دانستن عوامل موثر بر واکنش شیمیایی، مواد جدید را سنتز می‌کنند.

۲) هر چه نوع و تعداد گروه‌های عاملی موجود در یک مولکول بیشتر باشد، ساخت آن دشوارتر بوده و به دانش پیشرفته و فناوری کارآمدتری نیاز دارد.

۳) مجموع اعداد اکسایش اتم‌های کربن موجود در ساختار مولکول کلرو اتان، با مجموع عدد اکسایش اتم‌های این عنصر در یون استات برابر است.

۴) بازده واکنش، هزینهٔ مواد و انرژی مصرف‌شده در فرایند مربوط به سنتز یک ترکیب آلی، به نوع واکنش و فناوری به کار رفته در آن بستگی دارد.

۹۲۷- با توجه به داده‌های موجود در جدول مقابل، به ازای تولید ۱۳۸ گرم بخار اتانول از واکنش میان بخار آب و اتن، ..... کیلوژول انرژی ..... می‌شود. $(O=16, C=12, H=1: g.mol^{-1})$

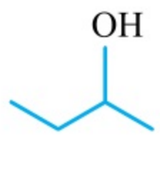
پیوند	آنتالپی پیوند $(kJ.mol^{-1})$
C=C	۶۱۶
C—H	۴۱۵
C—C	۳۴۸
H—O	۴۶۳
C—O	۳۵۸

۱) ۳۷۳ ـ مصرف

۲) ۱۲۶ ـ آزاد

۳) ۲۸۲ ـ آزاد

۴) ۳۰۶ ـ مصرف



۹۲۸- چند مورد از مطالب زیر درست است؟ $(O=16, N=14, C=12, H=1: g.mol^{-1})$

آ) ساختار فراوردهٔ حاصل از واکنش میان مولکول‌های ۲ـ بوتن و آب به صورت مقابل است.

ب) با استفاده از فناوری‌های شیمیایی، الکل‌ها را می‌توان به آلدهیدها و آمین‌ها تبدیل کرد.

پ) واکنش‌دهنده‌های استفاده‌شده برای تولید اتیل اتانوات، به طور مستقیم از اکسایش اتن حاصل می‌شوند.

ت) در شرایط یکسان از نظر دما و فشار محیط، چگالی گاز اتن با چگالی فراوان‌ترین گاز موجود در هواکره برابر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۹۲۹- همهٔ عبارت‌های زیر درست هستند، به‌جز:

۱) برای سنتز الکل استفاده‌شده در واکنش تولید بوتیل پروپانوات، مولکول‌های ۱ـ بوتن و آب را با یکدیگر وارد واکنش می‌کنند.

۲) فراوردهٔ واکنش میان اتن و آب، یک ترکیب آلی فرار و بی‌رنگ بوده و همانند روغن‌های گیاهی، نوعی سوخت سبز است.

۳) در واکنش مربوط به سنتز متیل آمین از مولکول‌های متانول، عدد اکسایش اتم کربن موجود در متانول کاهش پیدا می‌کند.

۴) از گاز اتان به عنوان سوخت استفاده شده و در واکنش تولید آن از گاز اتن، از فلز نیکل به عنوان کاتالیزگر استفاده می‌شود.

۹۳۰- اتانول مورد نیاز برای تولید اتیل استات، از واکنش میان اتن و بخار آب به دست می‌آید. برای تهیهٔ اتانول مورد نیاز جهت تولید ۱۳۲ گرم اتیل استات، به چند گرم گاز اتن با خلوص ۳۹ درصد نیاز داریم؟ $(O=16, C=12, H=1: g.mol^{-1})$

۱) ۸۰ ۲) ۷۵ ۳) ۵۲ ۴) ۱۰۰

۹۳۱- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) استون حلال رنگ‌ها، چربی‌ها و انواع لاک‌ها بوده و مولکول‌های آن را با استفاده از الکل‌ها سنتز کنند.

ب) اتانوئیک اسید بر اثر اکسایش اتانول به دست آمده و در واکنش با این ماده، اتیل استات را تولید می‌کند.

پ) از ترکیب‌شدن مولکول‌های اتن با مولکول‌های یک مادهٔ ناقطبی، قطعاً یک ترکیب ناقطبی سنتز می‌شود.

ت) با استفاده از فناوری‌های شیمیایی، الکل‌ها را می‌توان به واکنش‌دهنده‌های مورد نیاز برای سنتز آمیدها تبدیل کرد.

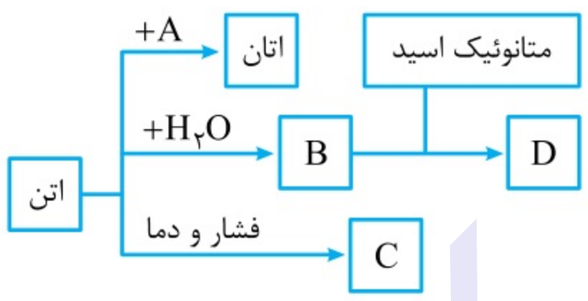
ث) مقایسهٔ درصد جرمی کلر در کلروفرم، کلرو اتان و وینیل کلرید، به صورت: وینیل کلرید < کلرو اتان < کلروفرم است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۹۳۲- از واکنش میان ۷۰ گرم اتن با مقدار کافی بخار آب، در طول مدت‌زمان ۳۰۰ ثانیه، ۹۲ گرم اتانول تولید شده است. بازده درصدی واکنش انجام‌شده برابر با ..... درصد بوده و سرعت متوسط تولید گاز اتانول در این فرایند برابر با ..... مول بر دقیقه است. $(O=16, C=12, H=1: g.mol^{-1})$

۱) ۸۰ ـ ۰/۵ ۲) ۷۵ ـ ۰/۵ ۳) ۸۰ ـ ۰/۴ ۴) ۷۵ ـ ۰/۴

۹۳۳- با توجه به نمودار مقابل، .....



۱) درصد جرمی اتم‌های کربن در فراوردهٔ C بیشتر از درصد جرمی کربن در سیکلوهگزان است.

۲) مولکول‌های B برخلاف مولکول‌های A در حضور یک میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا می‌کنند.

۳) شمار پیوندهای اشتراکی موجود در ساختار ترکیب D دو برابر شمار این پیوندها در اتان است.

۴) گروه عاملی موجود در ترکیب D در ساختار عامل ایجادکنندهٔ بوی گل یاسمن و کولار نیز وجود دارد.

۹۳۴- در واکنش $C_2H_4(g) + HCl(g) \rightarrow C_2H_5Cl(g)\ ;\ \Delta H = -44\ kJ$، در طول مدت‌زمان ۵ دقیقه، ۱۱ کیلوژول انرژی آزاد می‌شود. در این واکنش، چند لیتر گاز هیدروژن کلرید در شرایط استاندارد مصرف شده و سرعت متوسط مصرف گاز اتن برابر با چند مول بر ساعت است؟

۱) ۱/۵ ـ ۱۱/۲ ۲) ۱/۵ ـ ۵/۶ ۳) ۳ ـ ۱۱/۲ ۴) ۳ ـ ۵/۶

پلی‌اتیلن ترفتالات (PET)

۹۳۵- چند مورد از مطالب زیر نادرست است؟

آ) pH محلول ترفتالیک اسید در آب، برخلاف محلول اتیلن گلیکول در آب، کوچک‌تر از ۷ است.

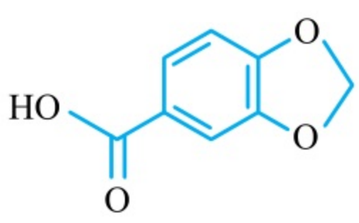
ب) در ساختار هر مولکول دی‌الکل استفاده‌شده برای سنتز PET، ۷ پیوند اشتراکی بین اتم‌ها وجود دارد.

پ) پلی‌اتیلن ترفتالات، یک پلیمر مصنوعی به شمار رفته و برخلاف کولار، در دستهٔ پلی‌استرها قرار می‌گیرد.

ت) برای تولید بطری آب، پس از سنتز پلی‌اتیلن ترفتالات، این ماده را به صورت خالص در قالب‌های ویژه می‌ریزند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۹۳۶- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟



۱) ترکیب مقابل، یکی از ایزومرهای ترفتالیک اسید به شمار می‌رود.

۲) برای سوزاندن کامل هر مول ترفتالیک اسید، به ۹/۵ مول از اکسیژن نیاز است.

۳) حداکثر عدد اکسایش اتم‌های کربن موجود در ساختار پلی‌اتیلن ترفتالات برابر با ۲+ است.

۴) نیمی از اتم‌های کربن موجود در ساختار پلی‌اتیلن ترفتالات به هیچ اتم هیدروژنی متصل نیستند.

۹۳۷- در سنتز یک نمونه از پلی‌اتیلن ترفتالات، تفاوت جرم واکنش‌دهنده‌های مصرف‌شده برابر با ۱۳۰ گرم است. جرم پلیمر تولیدشده در این فرایند برابر با چند گرم است؟ $(O=16, C=12, H=1: g.mol^{-1})$

۱) ۳۰۷/۲ ۲) ۲۸۵ ۳) ۲۶۲/۵ ۴) ۲۴۰

۹۳۸- چند مورد از مطالب زیر درست است؟ $(O=16, C=12, H=1: g.mol^{-1})$

آ) ۱۰ گرم ترفتالیک اسید با خلوص ۸۳٪ با ۵۰۰ میلی‌لیتر محلول سدیم هیدروکسید با $pH=13/7$ به طور کامل واکنش می‌دهد.

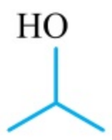
ب) نسبت میان شمار اتم‌های هیدروژن به شمار اتم‌های کربن در پلی‌اتیلن ترفتالات، مشابه مقدار این نسبت در نفتالن است.

پ) تفاوت جرم مولی مونومرهای سازندهٔ PET برابر با جرم مولی فراوان‌ترین ترکیب موجود در هوای پاک و خشک است.

ت) نسبت میان درصد جرمی اتم‌های C به درصد جرمی اتم‌های H در ترفتالیک اسید، مشابه مقدار آن در بنزوئیک اسید است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۹۳۹- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟ $(O=16, C=12, H=1: g.mol^{-1})$



۱) هر مول ترفتالیک اسید با یک نمونه به جرم ۱۲۰ گرم از ترکیب مقابل به طور کامل واکنش می‌دهد.

۲) شمار پیوندهای اشتراکی دوگانهٔ موجود در مولکول‌های سازندهٔ ترفتالیک اسید و نفتالن با هم برابر است.

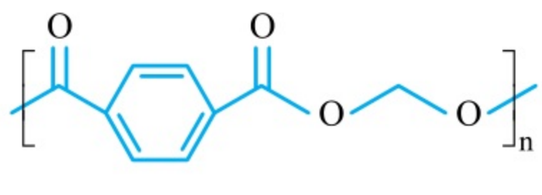
۳) شمار الکترون‌های ناپیوندی موجود در مولکول ترفتالیک اسید، دو برابر شمار این الکترون‌ها در اتیلن گلیکول است.

۴) در یک نمونه از پلی‌اتیلن ترفتالات، همانند یک نمونه از ترفتالیک اسید، بین مولکول‌ها پیوند هیدروژنی برقرار می‌شود.

۹۴۰- در هر مولکول ترفتالیک اسید، ..... پیوند اشتراکی و ..... جفت‌الکترون ناپیوندی وجود داشته و در پلیمر حاصل از واکنش این ماده با اتیلن گلیکول، درصد جرمی اتم‌های کربن برابر با ..... درصد است. $(C=12, H=1: g.mol^{-1})$

۱) ۲۱ ـ ۶ ـ ۶۷/۵ ۲) ۲۳ ـ ۸ ـ ۶۲/۵ ۳) ۲۱ ـ ۸ ـ ۶۲/۵ ۴) ۲۳ ـ ۶ ـ ۶۷/۵

۹۴۱- چند مورد از مطالب زیر درست است؟



آ) ساختار واحد تکرارشونده در پلی‌اتیلن ترفتالات به صورت مقابل است.

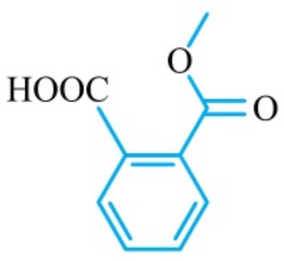
ب) از محلول همگن اتیلن گلیکول در آب، به عنوان ضدیخ در خودروها استفاده می‌شود.

پ) علاوه بر پلی‌اتیلن ترفتالات، از ترفتالیک اسید برای سنتز پلی‌آمیدها نیز می‌توان استفاده کرد.

ت) طی سنتز یک نمونه از PET با n واحد تکرارشونده از مونومرهای آن، 2n مولکول آب تولید می‌شود.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۹۴۲- کدام‌یک از عبارت‌های داده‌شده نادرست است؟



۱) با جایگزینی یکی از اتم‌های H موجود در ترفتالیک اسید با یک گروه متیل، ایزومری از ترکیب مقابل حاصل می‌شود.

۲) شمار پیوندهای یگانه در ساختار هر مولکول ترفتالیک اسید، با شمار این پیوندها در هر مولکول بوتان برابر است.

۳) فرمول مولکولی دی‌استر حاصل از واکنش اتیلن گلیکول با آشناترین عضو خانوادهٔ کربوکسیلیک اسیدها $C_4H_6O_4$ است.

۴) گروه‌های عاملی موجود در ساختار اتیلن گلیکول، مشابه گروه عاملی موجود در ساختار مولکول کلسترول است.

سنتز ترفتالیک اسید و اتیلن گلیکول

۹۴۳- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) تفاوت جرم مولی پارازایلن و بنزن، برابر با جرم مولی اولین عضو خانوادهٔ آلکن‌ها است.

۲) پارازایلن، همانند بنزن، اتن و پروپین، به طور مستقیم بر اثر تقطیر نفت خام به دست می‌آید.

۳) در ساختار پارازایلن، همانند بنزوئیک اسید، عدد اکسایش دو مورد از اتم‌های کربن برابر صفر است.

۴) شمار اتم‌های هیدروژن در پارازایلن، با شمار اتم‌های این عنصر در چهارمین عضو خانوادهٔ آلکان‌ها برابر است.

۹۴۴- چند مورد از مطالب زیر در رابطه با پارازایلن درست است؟

آ) همانند مولکول‌های بوتان، عدد اکسایش همهٔ اتم‌های کربن موجود در ساختار آن کوچک‌تر از صفر است.

ب) شمار پیوندهای یگانهٔ کربن ـ کربن در ساختار پارازایلن، با شمار این پیوندها در ۲، ۳ ـ دی متیل بوتان برابر است.

پ) یک ترکیب آروماتیک بوده و برخلاف نفتالن، در ساختار هر مولکول آن، ۲۰ پیوند اشتراکی بین اتم‌ها وجود دارد.

ت) عدد اکسایش نیمی از اتم‌های کربن موجود در آن، همانند همهٔ اتم‌های کربن موجود در بنزن، برابر ۱− است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۹۴۵- در واکنش تولید یک نمونه از پلی‌اتیلن ترفتالات، ۱۴/۴ گرم آب تولید شده است. در واکنش مربوط به تهیهٔ مولکول‌های دی‌اسید استفاده‌شده در این فرایند، تقریباً چند الکترون بین گونه‌های کاهنده و اکسنده مبادله شده است؟ $(O=16, C=12, H=1: g.mol^{-1})$

۱) $2/88\times10^{24}$ ۲) $1/44\times10^{24}$ ۳) $5/77\times10^{24}$ ۴) $1/15\times10^{25}$

۹۴۶- همهٔ عبارت‌های زیر درست هستند؛ به‌جز:

۱) عدد اکسایش اتم‌های کربن موجود در اتیلن گلیکول، مشابه عدد اکسایش اتم‌های این عنصر در بنزن است.

۲) در مولکول‌های ترفتالیک اسید، برخلاف مولکول‌های پارازایلن، مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن بزرگ‌تر از صفر است.

۳) با وجود غلظت بالای آنیون پرمنگنات، باز هم شرایط تبدیل مولکول‌های پارازایلن به ترفتالیک اسید در دماهای پایین تأمین نمی‌شود.

۴) طی سنتز اتیلن گلیکول در حضور پتاسیم پرمنگنات، عدد اکسایش هر یک از اتم‌های کربن موجود در اتن، ۲ درجه افزایش پیدا می‌کند.

۹۴۷- کدام موارد از مطالب زیر درست است؟

آ) با استفاده از واکنش شیمیایی میان مولکول‌های پارازایلن و متانول، می‌توان یک دی‌استر را سنتز کرد.

ب) هر واکنش شیمیایی که در آن یک ترکیب آلی اکسیژن‌دار از یک هیدروکربن تولید می‌شود، از نوع اکسایش ـ کاهش است.

پ) در یک واکنش گرماگیر، مجموع آنتالپی پیوندها در مواد واکنش‌دهنده، کوچک‌تر از مجموع آنتالپی پیوندها در فراورده‌ها است.

ت) هر یک از گروه‌های عاملی موجود در ترکیب‌های آلی، تنها گسترهٔ معین و منحصربه‌فردی از پرتوهای فروسرخ را جذب می‌کند.

۱) (آ) و (ت) ۲) (ب) و (ت) ۳) (آ) و (پ) ۴) (ب) و (پ)

۹۴۸- در واکنش تبدیل پارازایلن به ترفتالیک اسید به کمک محلول ..... پتاسیم پرمنگنات، مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن در پارازایلن به اندازهٔ ..... واحد افزایش یافته و به ازای تولید هر مول ترفتالیک اسید ..... مول پتاسیم پرمنگنات ..... یافته و به ..... تبدیل می‌شود.

۱) رقیق ـ ۶ ـ ۲ ـ اکسایش ـ منگنز (III) اکسید ۲) غلیظ ـ ۱۲ ـ ۴ ـ کاهش ـ منگنز (IV) اکسید

۳) غلیظ ـ ۶ ـ ۲ ـ اکسایش ـ منگنز (IV) اکسید ۴) رقیق ـ ۱۲ ـ ۴ ـ کاهش ـ منگنز (III) اکسید

۹۴۹- چه تعداد از عبارت‌های داده‌شده نادرست است؟

آ) پارازایلن در مخلوطی از این ماده و محلول غلیظ پتاسیم پرمنگنات، در دماهای بالا، با بازده بسیار بالایی اکسایش پیدا می‌کند.

ب) مولکول‌های اتن در اثر واکنش با محلول آبی و رقیق پتاسیم پرمنگنات در شرایط مناسب به اتیلن گلیکول تبدیل می‌شوند.

پ) پلی‌اتیلن ترفتالات، همانند سایر پلیمرهای سنتزی، ماندگاری زیادی داشته و در طبیعت با سرعت کمی تجزیه می‌شود.

ت) عدد اکسایش اتم‌های منگنز در پتاسیم پرمنگنات، مشابه عدد اکسایش اتم‌های کلر در دی‌کلرو هپتااکسید است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۹۵۰- کدام‌یک از عبارت‌های زیر درست است؟

۱) شمار پیوندهای اشتراکی موجود در هر مولکول پارازایلن می‌تواند با شمار پیوندهای اشتراکی در یکی از اعضای خانوادهٔ آلکان‌ها برابر باشد.

۲) اکسایش پارازایلن توسط یون پرمنگنات، در مقایسه با اکسایش آن توسط اکسیژن هوا و کاتالیزگر مناسب، در شرایط آسان‌تری انجام می‌شود.

۳) در واکنش سنتز اتیلن گلیکول از گاز اتن به کمک محلول پتاسیم پرمنگنات، مولکول‌های اتن در نقش عامل اکسنده در واکنش شرکت می‌کنند.

۴) پلی‌اتیلن ترفتالات، در دستهٔ پلی‌استرها قرار داشته و همانند پلی‌لاکتیک اسید و پلی‌اتن، از آن برای ساختن وسایل پلاستیکی استفاده می‌شود.

۹۵۱- کدام‌یک از عبارت‌های داده‌شده در رابطه با واکنش تبدیل پارازایلن به ترفتالیک اسید به کمک محلول پتاسیم پرمنگنات درست است؟

۱) واکنش موردنظر بازده بسیار بدی داشته و همانند واکنش سوختن گاز پروپان، از نوع اکسایش ـ کاهش است.

۲) فراوردهٔ آلی تولیدشده در این واکنش را همانند اتیلن گلیکول و سیکلوهگزان، نمی‌توان از تقطیر نفت خام به دست آورد.

۳) مجموع تغییرات عدد اکسایش اتم‌های کربن در این واکنش، مشابه مجموع تغییرات عدد اکسایش اتم‌های کربن در سوختن اتن است.

۴) عدد اکسایش اتم‌های منگنز در فراوردهٔ آن، برخلاف عدد اکسایش تیتانیم در رنگدانهٔ معدنی سفیدرنگ حاصل از این عنصر، برابر ۴+ است.

۹۵۲- چند مورد از مطالب داده‌شده درست است؟

آ) اتیلن گلیکول ساده‌ترین عضو از خانوادهٔ الکل‌های دوعاملی بوده و بر اثر اکسایش مولکول‌های اتن تولید می‌شود.

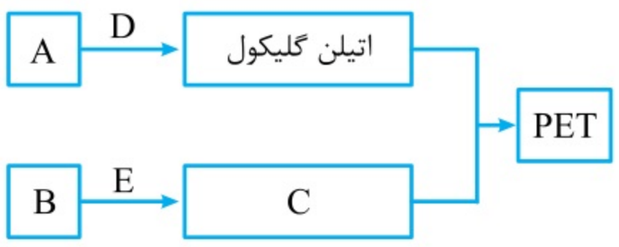
ب) در ساختار ۴ـ اتیل ـ۳، ۳ـ دی‌میتل هپتان، همانند پارازایلن، اتم‌های کربنی با اعداد اکسایش، ۳− ، ۲− و صفر وجود دارد.

پ) کتون‌ها در ساختار مولکول‌های خود شامل گروه عاملی کربونیل می‌شوند و آن‌ها را می‌توان با استفاده از الکل‌ها سنتز کرد.

ت) در واکنش تولید پلی‌اتن، برخلاف واکنش تولید PET، در ساختار همهٔ مونومرهای مصرف‌شده پیوند C=C وجود دارد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۹۵۳- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با نمودار مقابل و مواد موجود در آن نادرست است؟



۱) اکسندهٔ استفاده‌شده در واکنش E می‌تواند با اکسندهٔ استفاده‌شده در واکنش D مشابه باشد.

۲) واکنش مادهٔ C با اتیلن گلیکول، مثل واکنش تبدیل مادهٔ B به C از نوع اکسایش ـ کاهش است.

۳) در واکنش D، همانند واکنش E، عدد اکسایش دو اتم کربن از واکنش‌دهنده‌ها افزایش پیدا می‌کند.

۴) اتم‌های موجود در ساختار ترکیب‌های A و B مشابه اتم‌های موجود در ساختار لیکوپن است.

بازیافت پلاستیک‌ها

۹۵۴- چند مورد از مطالب زیر در رابطه با پلاستیک‌ها درست است؟

آ) این مواد به خاطر چگالی کم، نفوذناپذیری نسبت به هوا و آب و مقاومت در برابر خوردگی، کاربردهای وسیعی در زندگی پیدا کرده‌اند.

ب) پلی‌اتیلن ترفتالات، همانند پلی‌اتن، یک پلیمر سیرشده بوده و از آن برای ساختن بسیاری از وسایل پلاستیکی استفاده می‌شود.

پ) روند تولید این مواد در جهان رو به افزایش بوده و در حال حاضر، سالانه حدود ۴۰۰ میلیون تن از آن‌ها در جهان تولید می‌شود.

ت) استفادهٔ بی‌رویه در صنایع و زیست‌تخریب‌ناپذیری این مواد، سبب شده که پلاستیک‌ها در جای‌جای کرهٔ زمین یافت شوند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۹۵۵- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) پلی‌اتیلن ترفتالات، یک پلاستیک قابل بازیافت بوده و همانند پلی‌اتن سنگین، از آن می‌توان برای ساختن وسایل پلاستیکی شفاف استفاده کرد.

۲) برای بازیافت PET، می‌توان مواد ساخته‌شده از آن را پس از شست‌وشو، ذوب کرده و دوباره از آن‌ها برای تولید وسایل و ابزار دیگر استفاده کرد.

۳) پس از شست‌وشوی مواد پلاستیکی، می‌توان آن‌ها را خرد کرده و به تکه‌هایی به نام پرک تبدیل و در تولید مواد پلاستیکی دیگر استفاده کرد.

۴) یکی از راه‌های بازیافت پلی‌اتیلن ترفتالات، تبدیل پسماندهای این مادهٔ پلاستیکی به مونومرهای سازنده و یا مواد اولیه مفید و ارزشمند است.

تولید صنعتی متانول

۹۵۶- چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست است؟

آ) برگرداندن پسماندهای حاصل از پلی‌اتیلن ترفتالات به مونومرهای سازندهٔ این پلیمر، کار دشواری است.

ب) متانول مایعی بی‌رنگ، غیرسمی و ساده‌ترین عضو خانوادهٔ الکل‌ها است که می‌توان آن را از چوب تهیه کرد.

پ) پلی‌اتیلن ترفتالات در طبیعت توسط جانداران ذره‌بینی به سرعت به مولکول‌های ساده و کوچک مثل CO_2 تبدیل می‌شود.

ت) فراورده‌های تولیدشده در واکنش میان پلی‌اتیلن ترفتالات و متانول را می‌توان برای تولید برخی از انواع پلیمرها به کار برد.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۹۵۷- همهٔ مطالب زیر درست هستند؛ به‌جز:

۱) برای بازیافت PET، مواد ساخته‌شده از این پلیمر را باید پس از جمع‌آوری، با انجام فرایندهای فیزیکی و شیمیایی به مواد قابل استفاده تبدیل کرد.

۲) در واکنش تبدیل متان به متانول، همانند واکنش تبدیل اتن به اتیلن گلیکول، عدد اکسایش هر اتم کربن به اندازهٔ یک واحد افزایش می‌یابد.

۳) گاز متان، به گاز مرداب نیز معروف بوده و سازندهٔ اصلی گاز طبیعی به شمار می‌رود و در میدان‌های نفتی نیز به فراوانی یافت می‌شود.

۴) با استفاده از گاز اکسیژن و در حضور یک کاتالیزگر مناسب، می‌توان مولکول‌های متان را اکسایش داده و به متانول تبدیل کرد.

۹۵۸- مخلوطی به حجم ۸۰ لیتر از گازهای هیدروژن و کربن مونوکسید در دمای $117\ ^\circ C$ و فشار ۳ اتمسفر با یکدیگر واکنش داده و به طور کامل به متانول تبدیل می‌شوند. چگالی مخلوط گازی اولیه برابر با ..... گرم بر لیتر بوده و در این فرایند، ..... مول الکترون بین گونه‌های اکسنده و کاهنده مبادله شده و ..... گرم متانول به دست آمده است. ($O=16, C=12, H=1: g.mol^{-1}$)

۱) ۱ـ ۱۵ ـ ۸۰ ۲) ۱/۵ ـ ۱۵ ـ ۱۲۰ ۳) ۱ـ ۱۰ ـ ۸۰ ۴) ۱/۵ ـ ۱۰ ـ ۱۲۰

۹۵۹- چه تعداد از مطالب زیر در رابطه با تولید صنعتی متانول از گازهای هیدروژن و کربن مونوکسید درست است؟

آ) همانند واکنش‌های انجام‌شده در فرایند هابر، این واکنش نیز در دما و فشار بالا انجام می‌شود.

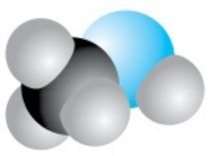
ب) شمار پیوندهای اشتراکی در فراوردهٔ آن با مجموع شمار این پیوندها در واکنش‌دهنده‌ها برابر است.

پ) برای تولید واکنش‌دهنده‌های آن، می‌توان از واکنش میان بخار آب و گاز متان در حضور کاتالیزگر بهره برد.

ت) شمار الکترون‌های ناپیوندی در فراوردهٔ آن بیشتر از شمار این الکترون‌ها در واکنش‌دهندهٔ قطبی آن است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۹۶۰- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با متانول نادرست است؟ ($O=16, C=12, H=1: g.mol^{-1}$)



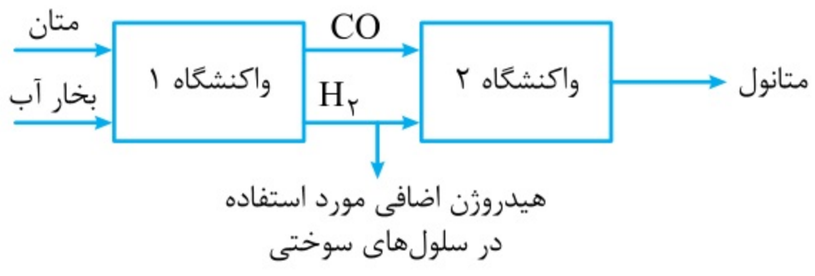
۱) مدل فضاپرکن این ماده به صورت مقابل بوده و مولکول‌های آن به هر نسبتی در آب حل می‌شوند.

۲) هر مول از آن با نیم مول ترفتالیک اسید به طور کامل واکنش داده و ۱۹۴ گرم دی‌استر را تولید می‌کند.

۳) اولین عضو خانوادهٔ الکل‌ها به شمار می‌رود و ویژگی آبگریزی آن در مقایسه با مولکول‌های اتانول کم‌تر است.

۴) این ماده از واکنش میان گاز کربن مونوکسید و هیدروژن در دما و فشار مناسب و در حضور کاتالیزگر تولید می‌شود.

۹۶۱- یک کارخانهٔ تولید متانول، از واکنش متان با بخار آب برای تولید مواد اولیهٔ لازم استفاده می‌کند (واکنشگاه ۱). در واکنشگاه ۲، از $CO(g)$ و $H_2(g)$ تولیدشده، متانول تهیه می‌شود. به ازای تولید هر کیلوگرم گاز هیدروژن اضافی مورد استفاده در سلول‌های سوختی، چند کیلوگرم متانول به دست می‌آید؟ (همهٔ واکنش‌ها کامل فرض شوند. $H = ۱ : g.mol^{-۱}$ ، $C = ۱۲$ ، $O = ۱۶$) *(سراسری ریاضی خارج از کشور ۹۷)*



۱) ۸
۲) ۱۲
۳) ۱۶
۴) ۲۵

۹۶۲- چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

آ) مجموع ضرایب مواد واکنش‌دهنده و فراورده در واکنش میان بخار آب و گاز متان، برابر ۵ است.
ب) متان مورد نیاز برای تهیهٔ متانول را علاوه بر گاز طبیعی، به کمک زیست‌گاز نیز می‌توان تهیه کرد.
پ) در واکنش میان متان و بخار آب، برخلاف واکنش سوختن گاز CO، عدد اکسایش اتم‌های کربن افزایش می‌یابد.
ت) در واکنش تبدیل پارازایلن به ترفتالیک اسید، عدد اکسایش اتم‌های کربن موجود در حلقهٔ بنزنی تغییر نمی‌کند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۹۶۳- متانول مورد نیاز برای واکنش کامل با یک لیتر محلول استیک اسید با $pH = ۲/۷$ را به کمک روش غیرمستقیم، از گاز متان تهیه می‌کنیم. اگر ثابت یونش استیک اسید برابر با ۲×۱۰^{-۵} باشد، حجم گاز متان مصرف‌شده در فرایند تولید متانول در شرایط استاندارد برابر با چند لیتر است؟

۱) ۴/۴۸ ۲) ۲/۲۴ ۳) ۱۱/۲ ۴) ۱۷/۹۲

۹۶۴- کدام‌یک از مطالب داده‌شده نادرست است؟

۱) در روش فرایند تولید غیرمستقیم متانول از گاز متان، گاز هیدروژن نیز به عنوان فراوردهٔ جانبی تولید می‌شود.
۲) به خاطر واکنش‌پذیری کم و قیمت بالای گاز متان، تبدیل این ماده به متانول فرایندی دشوار بوده و صرفهٔ اقتصادی ندارد.
۳) ۲۵ درصد از فراورده‌های تولیدشده در واکنش میان بخار آب و گاز متان، در حضور یک میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا می‌کنند.
۴) در واکنش تولید متانول از گازهای H_2 و CO، همانند واکنش میان ۲ـ هگزن و گاز هیدروژن، مولکول‌های H_2 در نقش کاهنده هستند.

بهینه‌سازی واکنش‌های شیمیایی

۹۶۵- در واکنش تبدیل پارازایلن به ترفتالیک اسید، .....

۱) اگر از محلول پتاسیم پرمنگنات استفاده کنیم، همهٔ اتم‌های اکسیژن موجود در واکنش‌دهنده‌ها وارد ساختار ترفتالیک اسید می‌شوند.
۲) همانند واکنش تولید اتیلن گلیکول از اتن، شمار پیوندهای دوگانه در فراوردهٔ آلی واکنش از واکنش‌دهندهٔ آلی آن کم‌تر است.
۳) برخی از اتم‌های هیدروژن موجود در پارازایلن از ساختار این ماده خارج شده و در ساختار سایر فراورده‌های واکنش قرار می‌گیرند.
۴) اگر از اکسیژن هوا به عنوان گونهٔ اکسنده استفاده کنیم، بازده واکنش در مقایسه با استفاده از محلول پتاسیم پرمنگنات کم‌تر می‌شود.

۹۶۶- در واکنش مربوط به سنتز اتیلن گلیکول، مولکول‌های اتن را با آب و پتاسیم پرمنگنات ($KMnO_4$) وارد واکنش می‌کنند. در این واکنش، مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن به اندازهٔ ..... واحد افزایش یافته و اگر در طول این واکنش منگنز (IV) اکسید و پتاسیم هیدروکسید نیز به عنوان فراوردهٔ جانبی تولید شوند، ..... درصد از اتم‌های شرکت‌کننده در آن، در ساختار اتیلن گلیکول قرار می‌گیرند.

۱) ۲ ـ ۷۱/۴ ۲) ۲ ـ ۴۲/۸ ۳) ۴ ـ ۷۱/۴ ۴) ۴ ـ ۴۲/۸

۹۶۷- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) در واکنش میان گاز متان و بخار آب، با استفاده از کاتالیزگر، تغییر آنتالپی واکنش ثابت مانده و سرعت آن افزایش می‌یابد.
ب) در واکنش PET، نزدیک به ۷۸/۵ درصد از اتم‌های موجود در واکنش‌دهنده‌ها در ساختار پلیمر حاصل شرکت می‌کنند.
پ) در طول واکنش‌های انجام‌شده برای تولید غیرمستقیم متانول از متان، عدد اکسایش اتم‌های کربن همواره کوچک‌تر از صفر است.
ت) یک واکنش هنگامی از دیدگاه اتمی به‌صرفه‌تر است که شمار بیشتری از اتم‌های واکنش‌دهنده به فراورده‌های سودمند تبدیل شود.
ث) گروه عاملی موجود در ساختار پلی‌اتیلن ترفتالات، در ساختار برخی از انواع چربی‌ها و عامل ایجادکنندهٔ بوی آناناس نیز وجود دارد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

سؤالات آزمون جامع

آزمون جامع ۱

۱- نسبت شمار نوترون‌ها به شمار پروتون‌ها در سنگین‌ترین ایزوتوپ طبیعی عنصر هیدروژن کدام است؟ *(سراسری تجربی داخل ۹۸)*

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۷

۲- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) جرم ۱۲۰ عدد از اتم‌های $_{1}^{1}H$، در مقایسه با جرم ۱۰ عدد از اتم‌های $_{6}^{12}C$ بیشتر است.

۲) عنصری که آرایش الکترونی آن به $4p^5$ ختم می‌شود، ۱۸ الکترون با $n=3$ در ساختار خود دارد.

۳) امواج رادیویی از جمله پرتوهای الکترومغناطیسی به شمار رفته و طول موج آن‌ها بلندتر از پرتوهای گاما است.

۴) در اتم $_{1}^{1}H$، با انتقال الکترون از لایهٔ $n=3$ به لایهٔ $n=1$، یک پرتو مرئی با طول موج ۶۵۶ nm نشر می‌شود.

۳- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) تکنسیم ($_{43}^{99}Tc$)، اولین عنصر ساخته‌شده در راکتور هسته‌ای بوده و تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها در آن برابر با ۱۳ عدد است.

ب) شمار اتم‌های H در فرمول شیمیایی آمونیوم سولفات با شمار اتم‌های این عنصر در فرمول شیمیایی آمونیوم نیترات برابر است.

پ) شمار خطوط مرئی موجود در طیف نشری خطی نئون کم‌تر از شمار خطوط مرئی موجود در طیف نشری خطی هلیم است.

ت) نیلز بور به دنبال توجیه علت ایجاد طیف نشری خطی عنصرهای جدول دوره‌ای، ساختار لایه‌ای را برای اتم‌ها ارائه کرد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴- دمای اتمسفر در یک سیارهٔ فرضی از رابطهٔ $\theta(^\circ C) = -6 - 2\sqrt{h}$ پیروی می‌کند. دمای هوا در ارتفاع ۴ کیلومتری از سطح سیاره، برحسب درجهٔ کلوین کدام است؟ (h برحسب کیلومتر است.) *(سراسری تجربی داخل ۹۸)*

۱) ۲۵۹ ۲) ۲۶۳ ۳) ۲۸۳ ۴) ۲۸۷

۵- با توجه به واکنش‌های زیر، کدام مورد درست است؟ (معادلهٔ واکنش‌ها موازنه شوند.) *(سراسری تجربی داخل ۹۸)*

آ) $TiCl_4(l) + LiH(s) \rightarrow Ti(s) + LiCl(s) + H_2(g)$

ب) $PCl_5(s) + H_2O(l) \rightarrow HCl(g) + H_3PO_4(aq)$

۱) با انجام واکنش (ب) در آب‌مقطر، pH آب بالاتر می‌رود.

۲) هر دو واکنش با تغییر عدد اکسایش برخی از اتم‌ها همراه‌اند.

۳) شمار مول‌های گاز تولیدشده در هر دو واکنش پس از موازنه، برابر است.

۴) مجموع ضریب‌های استوکیومتری معادلهٔ (آ) از مجموع ضریب‌های استوکیومتری معادلهٔ (ب) بیشتر است.

۶- اگر در واکنش سوختن مقداری گلوکز، ۲۵ لیتر بخار آب با چگالی ۰/۹ گرم بر لیتر تولید شده باشد، جرم گلوکز مصرف‌شده برابر با چند گرم است و برای به دام انداختن کربن دی‌اکسید تولیدشده در این فرایند، به چند مول کلسیم اکسید نیاز داریم؟ (جرم مولی اکسیژن، کربن و هیدروژن به ترتیب برابر با ۱۶، ۱۲ و ۱ گرم بر مول است.)

۱) ۳۰ ـ ۱/۲۵ ۲) ۳۰ ـ ۱/۵ ۳) ۳۷/۵ ـ ۱/۲۵ ۴) ۳۷/۵ ـ ۱/۵

۷- یون‌های آمونیوم و سولفات با رعایت قاعدهٔ هشت‌تایی در چند مورد، با هم تفاوت دارند؟ *(سراسری تجربی داخل ۹۸)*

آ) عدد اکسایش اتم مرکزی

ب) شمار جفت‌الکترون‌های پیوندی

پ) قطبیت و شکل هندسی

ت) شمار جفت‌الکترون‌های ناپیوندی روی اتم‌ها

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۸- اگر در مقداری معین از یک نمونهٔ آب، به ترتیب ۷۲ و ۱۸۴ گرم از یون‌های Mg^{2+} و Na^+ و مقدار کافی از یون SO_4^{2-} وجود داشته باشد، پس از تبخیر آب، نسبت جرم نمک بدون آب سدیم به جرم نمک بدون آب منیزیم، به تقریب کدام است؟ *(سراسری تجربی داخل ۹۸)*

$(O = 16 , Na = 23 , Mg = 24 , S = 32 : g.mol^{-1})$

۱) ۲/۲۵ ۲) ۲/۱۵ ۳) ۱/۵۸ ۴) ۱/۴۵

۹- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

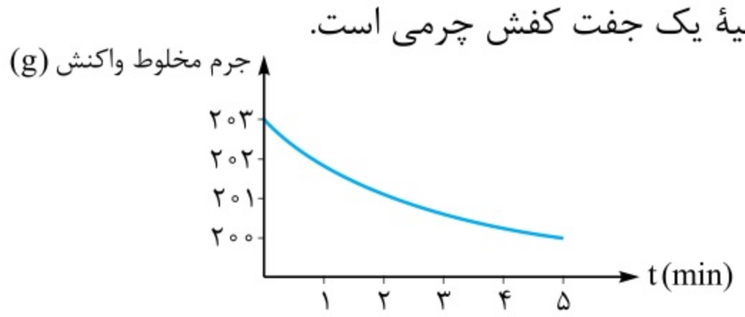
۱) یون K^+ فراوان‌ترین کاتیون موجود در آب دریاها بوده و نیاز روزانهٔ بدن یک فرد بالغ به آن، ۲ برابر یون سدیم است.

۲) در روش اسمز معکوس، مولکول‌های آب با استفاده از یک نیروی خارجی از محیط غلیظ‌تر به سمت محیط رقیق‌تر می‌روند.

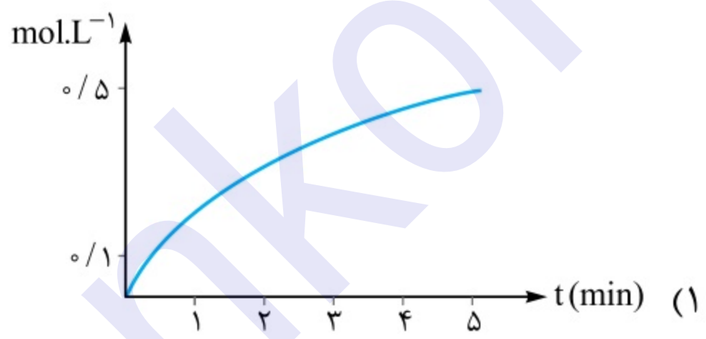
۳) استون، دارای یک گروه عاملی کتونی بوده و محلول آبی آن، همانند یک نمونه از سرکه، در دمای اتاق رسانای جریان برق نیست.

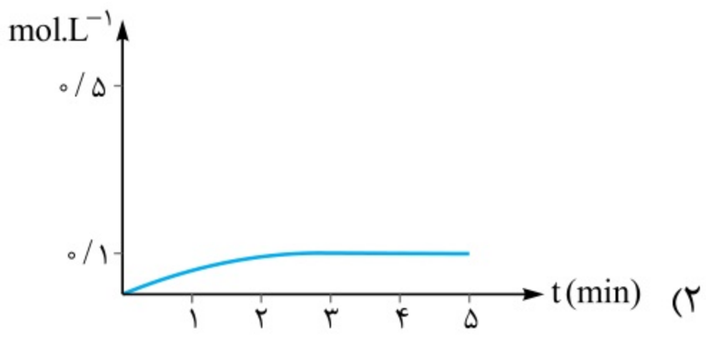
۴) ردپای آب ایجادشده در مراحل تهیهٔ یک بلوز نخی، بیشتر از ردپای آب ایجادشده در مراحل تهیهٔ یک جفت کفش چرمی است.

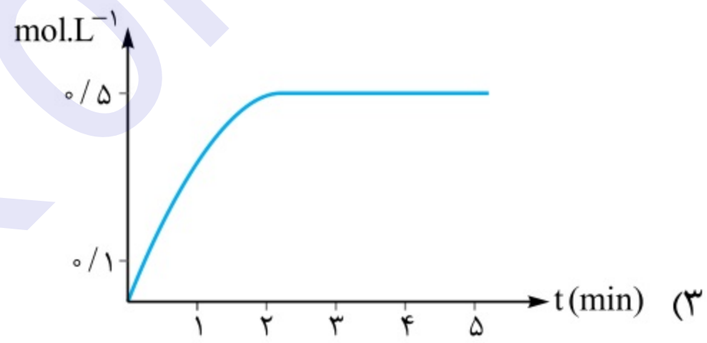
۱۰- قطعه‌ای از فلز $Bi(s)$، درون ۲۰۰ mL محلول ۵ مولار نیتریک اسید انداخته شده است. اگر نمودار تغییر جرم مخلوط واکنش به صورت زیر باشد، نمودار تغییر غلظت $Bi^{3+}(aq)$، کدام است؟ ($N=14 , O=16 : g.mol^{-1}$ و از تغییر حجم محلول صرف‌نظر شود.) *(سراسری تجربی داخل ۹۸)*

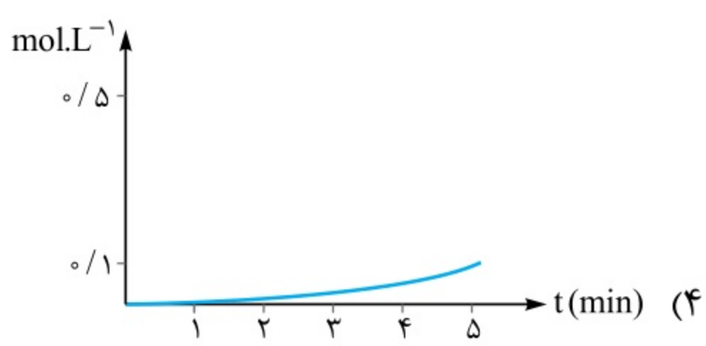


معادله موازنه شود.) $Bi(s)+HNO_3(aq) \rightarrow Bi(NO_3)_3(aq)+NO(g)+H_2O(l)$

۱)


۲)


۳)


۴)


۱۱- در یک نمونه از آب دریا، غلظت منیزیم سولفات برابر با ۰/۶۶ گرم در یک کیلوگرم آب است. غلظت ppm و مولار یون منیزیم در این نمونه از آب، به ترتیب از راست به چپ، کدام‌اند؟ ($d_{محلول}=1/2\ g.mL^{-1}$, $S=32 , Mg=24 , O=16 : g.mol^{-1}$)

۱) ۱۳۲ ـ $6/6\times10^{-3}$ ۲) ۱۳/۲ ـ $6/6\times10^{-3}$ ۳) ۱۳۲ ـ $3/3\times10^{-3}$ ۴) ۱۳/۲ ـ $3/3\times10^{-3}$

۱۲- ۷/۲ گرم $N_2O_5(g)$ ناخالص به درون نیم لیتر آب‌مقطر وارد شده است. اگر غلظت محلول نیتریک اسید تشکیل‌شده به ۰/۲ مول بر لیتر برسد، درصد خلوص N_2O_5 کدام است؟ ($H=1 , N=14 , O=16 : g.mol^{-1}$؛ از تغییر حجم صرف‌نظر و معادله موازنه شود.) $N_2O_5(g)+H_2O(l) \rightarrow HNO_3(aq)$ *(سراسری تجربی داخل ۹۸)*

۱) ۶۵ ۲) ۷۱ ۳) ۷۵ ۴) ۸۱

۱۳- کدام عبارت در رابطه با هیدروکربن مقابل درست است؟

۱) مولکول‌های آن نسبت به مولکول‌های ۲،۲ ـ دی‌متیل ـ ۳ ـ اتیل پنتان ایزومر محسوب می‌شوند.

۲) گرانروی یک نمونه از این ماده در مقایسه با گرانروی یک نمونهٔ خالص از هگزان کم‌تر است.

۳) بخار حاصل از این ماده بسیار سمی بوده و استنشاق آن‌ها آسیب‌های شدیدی به بدن می‌رساند.

۴) یک نمونه از این ماده برخلاف یک نمونهٔ خالص از بوتان، در دمای اتاق به حالت مایع است.

۱۴- با بازگردانی هفت قوطی کنسرو فولادی، انرژی لازم برای روشن نگه‌داشتن یک لامپ ۶۰ واتی به مدت ۲۵ ساعت تأمین می‌شود. اگر روزانه، ۷۰۰۰۰۰ قوطی در کشور بازیافت شود و هر خانه را به طور میانگین ۴ لامپ ۶۰ واتی به مدت ۵ ساعت روشن نگه دارد، با بازگردانی کامل این قوطی‌ها، روشنایی چند خانه در یک روز تأمین می‌شود؟ *(سراسری تجربی داخل ۹۸)*

۱) ۵۰۰۰۰ ۲) ۹۰۰۰۰ ۳) ۷۵۰۰۰ ۴) ۱۲۵۰۰۰

۱۵- کدام موارد از مطالب زیر درست است؟

آ) در فولاد مبارکه برای استخراج آهن از Fe_2O_3، از واکنش میان این ماده با فلز سدیم استفاده می‌شود.

ب) در گروه‌های جدول دوره‌ای، از بالا به پایین، با افزایش شمار لایه‌های الکترونی، شعاع اتمی نیز افزایش می‌یابد.

پ) یافته‌ها نشان می‌دهد که فقط برخی از عناصر نافلزی مثل اکسیژن و گوگرد به شکل آزاد در طبیعت وجود دارند.

ت) در آرایش الکترونی یکی از عناصر موجود در تناوب چهارم جدول دوره‌ای، فقط یک زیرلایهٔ ۴ الکترونی وجود دارد.

۱) ب و ت ۲) آ و پ ۳) ب و پ ۴) آ و ت

۱۶- چند مورد از مطالب زیر درست است؟ *(سراسری تجربی داخل ۹۸)*

آ) در واکنش‌های گرماده، انرژی از محیط به سامانه جریان می‌یابد.

ب) گرمای مبادله‌شده بین دو ماده، از رابطهٔ: $Q = mc\Delta\theta$ به دست می‌آید.

پ) در فرایند گوارش و سوخت و ساز شیر در بدن با وجود ثابت‌بودن دما، $Q < 0$ است.

ت) در فرایند گرماده، فراورده‌ها در سطح انرژی بالاتری نسبت به واکنش‌دهنده‌ها قرار می‌گیرند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۷- با توجه به واکنش‌های زیر، ΔH واکنش: $2CH_4(g) \rightarrow C_2H_6(g) + H_2(g)$، چند کیلوژول است؟ *(سراسری تجربی داخل ۹۸)*

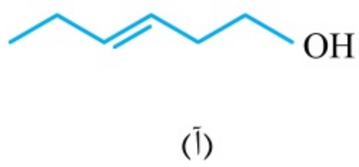
$$2C_2H_6(g) + 7O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + 6H_2O(l) \quad , \quad \Delta H = -3120\ kJ$$

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l) \quad , \quad \Delta H = -890\ kJ$$

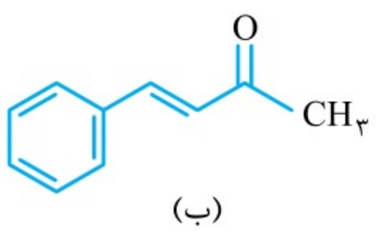
$$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l) \quad , \quad \Delta H = -572\ kJ$$

۱) +۳۵۲ ۲) +۶۶ ۳) −۶۶ ۴) −۳۵۲

۱۸- دربارهٔ دو ترکیب زیر، کدام مورد درست است؟ *(سراسری تجربی داخل ۹۸)*



(آ)



(ب)

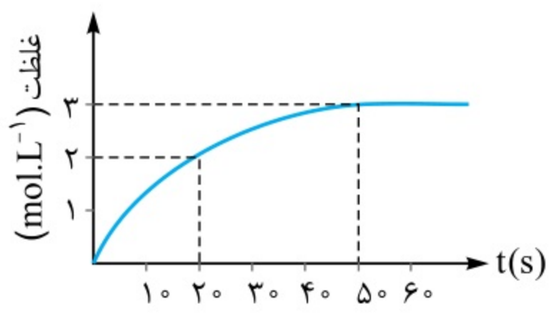
۱) ترکیب (آ)، با آب پیوند هیدروژنی تشکیل می‌دهد.

۲) عدد اکسایش اتم کربن متصل به اتم O در هر دو یکسان است.

۳) از ترکیب (آ) می‌توان به عنوان الکل در تهیهٔ پلی‌استرها استفاده کرد.

۴) شمار اتم‌های کربن در مولکول (آ) با شمار اتم‌های کربن در حلقهٔ آروماتیک مولکول (ب) متفاوت است.

۱۹- واکنش $2N_2O_5(g) \rightarrow 4NO_2(g) + O_2(g)$ در یک ظرف ۲ لیتری در حال انجام‌شدن است. اگر نمودار مقابل مربوط به گاز اکسیژن تولیدشده در این واکنش باشد، در ابتدای کار ..... مول گاز N_2O_5 در ظرف وجود داشته و سرعت متوسط تولید گاز اکسیژن از ابتدای واکنش تا انتهای آن برابر با ..... مول بر لیتر بر دقیقه است.



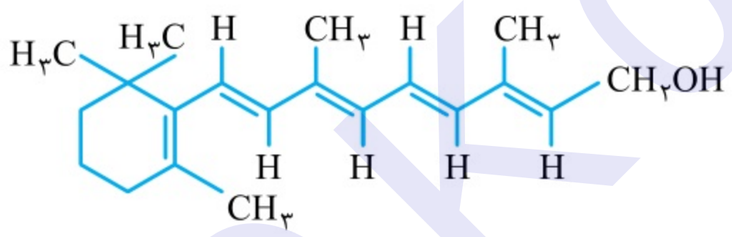
۱) ۶ ـ ۳ ۲) ۱۲ ـ ۳ ۳) ۶ ـ ۳/۶ ۴) ۱۲ ـ ۳/۶

۲۰- از واکنش استیک اسید با یک الکل پنج کربنی برای تهیهٔ یک استر (اسانس موز) استفاده می‌شود. در صورتی که بازده درصدی واکنش ۸۰٪ باشد،از واکنش یک مول استیک اسید با مقدار کافی از این الکل، چند گرم از این استر به دست می‌آید؟ $(O = 16 , C = 12 , H = 1 : g.mol^{-1})$ *(سراسری تجربی داخل ۹۸)*

$$CH_3COOH + C_5H_{11}OH \underset{}{\overset{H^+}{\rightleftharpoons}} C_7H_{14}O_2 + H_2O$$

۱) ۱۰۴ ۲) ۱۱۲ ۳) ۱۲۱ ۴) ۱۳۰

۲۱- اگر ویتامین (آ) با ساختار زیر، با استفاده از اتانوئیک اسید به استر مربوطه تبدیل شود، کدام مورد درست است؟ *(سراسری تجربی داخل ۹۸)*



۱) فراوردهٔ واکنش، نوعی پلی‌استر است.

۲) انحلال‌پذیری آن در آب افزایش می‌یابد.

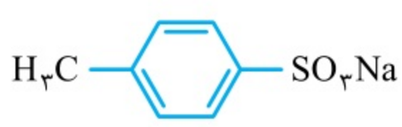
۳) خاصیت آبگریزی فراوردهٔ آلی کاهش می‌یابد.

۴) جرم فراوردهٔ آلی از مجموع جرم دو واکنش‌دهنده، کم‌تر است.

۲۲- ΔH واکنش پلیمرشدن کامل یک مول اتیلن، به تقریب چند کیلوژول است؟ (انرژی پیوندهای $C=C$، $C-H$ و $C-C$، به ترتیب برابر ۶۱۲، ۴۱۲ و ۳۴۸ کیلوژول بر مول است. $nCH_2=CH_2 \rightarrow -[CH_2-CH_2]_n-$) *(سراسری تجربی داخل ۹۸)*

۱) +۲۶۴ ۲) +۸۴ ۳) −۸۴ ۴) −۲۶۴

۲۳- آیا ترکیب زیر را به عنوان شوینده جهت تولید صنعتی پیشنهاد می‌کنید و دلیل آن کدام است؟ *(سراسری تجربی داخل ۹۸)*



۱) آری، زیرا بهتر از شوینده‌های موجود با زنجیر هیدروکربنی ۱۲ کربنی، در آب حل می‌شود.

۲) خیر، زیرا انحلال‌پذیری آن از شوینده‌های موجود با زنجیر هیدروکربنی ۱۲ کربنی، در آب کم‌تر است.

۳) آری، زیرا بخش ناقطبی آن جاذبهٔ بیشتری با لکهٔ چربی روی لباس نسبت به شوینده‌های موجود دارد.

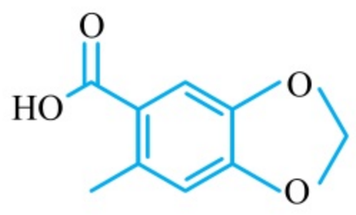
۴) خیر، زیرا بخش ناقطبی آن جاذبهٔ کم‌تری با لکهٔ چربی روی لباس نسبت به شوینده‌های موجود دارد.

۲۴- ۴۴/۸ میلی‌لیتر $HCl(g)$ در شرایط STP در نیم‌لیتر آب‌مقطر به طور کامل حل شده است. pH تقریبی محلول به دست آمده کدام است و در این محلول، غلظت مولار یون هیدرونیوم چند برابر غلظت مولار یون هیدروکسید می‌شود؟ $(\log 4 \approx 0/6)$ *(سراسری تجربی داخل ۹۸)*

۱) ۲/۶، $1/5 \times 10^9$ ۲) ۲/۶، $1/6 \times 10^9$ ۳) ۲/۴، $1/5 \times 10^9$ ۴) ۲/۴، $1/6 \times 10^9$

۲۵- همهٔ عبارت‌های داده‌شده درست هستند؛ به‌جز:

۱) ترکیبی با ساختار مقابل، خاصیت اسیدی داشته و در هر مولکول آن ۸ اتم H وجود دارد.



۲) محلول ۱ مولار هیدروسیانیک اسید نسبت به محلول ۱ مولار فورمیک اسید رسانایی الکتریکی بیشتری دارد.

۳) دیوارهٔ داخلی معدهٔ انسان به طور طبیعی مقدار کمی از یون‌های هیدرونیوم موجود در معده را جذب می‌کند.

۴) برای بازکردن مسیر لوله‌هایی که توسط اسیدهای چرب مسدود شده است، باید از محلول غلیظ سود استفاده کرد.

۲۶- ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول هیدروکلریک اسید با $pH = ۱$، چگالی ۱/۲۵ گرم بر میلی‌لیتر و دمای $۲۵\ ^\circ C$ در یک گرماسنج قرار دارد. ۱۷۵ گرم محلول سدیم هیدروکسید با غلظت مشخص و دمای $۲۵\ ^\circ C$ را به محتویات این گرماسنج اضافه می‌کنیم تا محلول‌ها براساس معادلهٔ $NaOH(aq) + HCl(aq) \rightarrow H_۲O(l) + NaCl(aq), \Delta H = -۵۰/۴\ kJ$ با یکدیگر به طور کامل واکنش بدهند. پس از پایان واکنش دمای محتویات درون گرماسنج به چند $^\circ C$ می‌رسد؟ (گرمای ویژهٔ محلول‌ها را برابر با $۴/۲\ J.g^{-۱}.^\circ C^{-۱}$ در نظر بگیرید.)

۱) ۲۵/۸ ۲) ۲۷ ۳) ۲۵/۴ ۴) ۲۹

۲۷- کدام موارد از مطالب زیر دربارهٔ واکنش: $Zn(s) + Ag_۲O(s) \rightarrow ZnO(s) + ۲Ag(s)$ درست است؟ *(سراسری تجربی داخل ۹۸)*

آ) نقره در آن، اکسید شده است.

ب) $Ag_۲O$ در آن، گونهٔ کاهنده است.

پ) $Zn(s)$، آند و $Ag_۲O$، کاتد آن است.

ت) به باتری دکمه‌ای «روی ـ نقره» مربوط است.

۱) آ و ت ۲) پ و ت ۳) آ، ب و ت ۴) ب، پ و ت

۲۸- در آبکاری یک قطعهٔ فولادی به وزن $۱۰\ kg$ با کروم، از یک لیتر محلول ۱ مولار یون‌های کروم (III) و الکترود کروم در آند استفاده شده است. در آبکاری قطعهٔ مشابه (با جرم برابر) با نقره، از یک لیتر محلول ۱ مولار نقره نیترات و آند نقره‌ای استفاده شده است. با عبور یک مول الکترون از هر دو محلول، تفاوت جرم دو قطعهٔ آبکاری‌شده به تقریب چند گرم است؟ $(Ag = ۱۰۸ , Cr = ۵۲ : g.mol^{-۱})$ *(سراسری تجربی داخل ۹۸)*

۱) ۲۵/۴ ۲) ۵۶ ۳) ۸۲ ۴) ۹۰/۶

۲۹- کدام‌یک از عبارت‌های زیر در رابطه با سلول مورد استفاده برای انجام فرایند هال درست است؟

۱) در واکنش کلی انجام‌شده در آن، تغییر عدد اکسایش گونهٔ کاهنده ۰/۷۵ برابر تغییر عدد اکسایش گونهٔ اکسنده است.

۲) مادهٔ تولیدشده در کاتد آن، یک فلز فعال بوده و در مجاورت با هوا به سرعت با اکسیژن واکنش داده و خورده می‌شود.

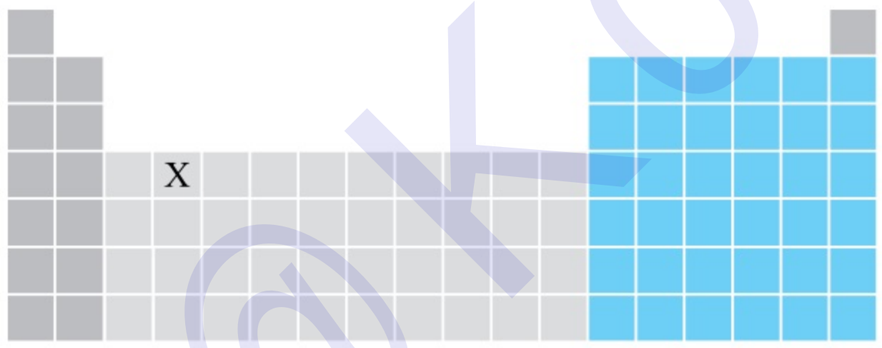
۳) برای توصیف مادهٔ به کار رفته در آند این سلول، نمی‌توان از واژه‌های شیمیایی رایج مانند ((فرمول مولکولی)) استفاده کرد.

۴) آلومینیم تولیدشده چگالی کم‌تری نسبت به $Al_۲O_۳$ داشته و همانند آلومینیم حاصل از واکنش ترمیت، حالت مذاب دارد.

۳۰- در یک آزمایش تجزیهٔ آب به عنصرهای سازندهٔ آن از $۱\ kg$ آب‌نمک با غلظت ۱٪ به عنوان الکترولیت استفاده شده است. اگر آزمایش تا زمانی ادامه یابد که غلظت آب‌نمک به ۲٪ برسد، حجم گازهای تولیدشده در شرایط STP، به تقریب چند لیتر است؟ $(O = ۱۶ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$؛ معادله موازنه شود، $(H_۲O(l) \rightarrow H_۲(g) + O_۲(g))$ *(سراسری تجربی داخل ۹۸)*

۱) ۳۱۱ ۲) ۶۲۲ ۳) ۹۳۳ ۴) ۱۸۶۶

۳۱- با توجه به جایگاه عنصر X در جدول دوره‌ای (شکل مقابل)، کدام عبارت دربارهٔ آن درست است؟ *(سراسری تجربی داخل ۹۸)*



۱) در لایهٔ ظرفیت اتم آن، دو الکترون وجود دارد.

۲) اکسید آن، درصد جرمی بالایی در خاک رس دارد.

۳) چگالی و نقطهٔ ذوب آن از عنصرهای هم‌دورهٔ خود بالاتر است.

۴) به دلیل ویژگی‌های خاص، آلیاژ آن در ساخت استنت برای رگ‌ها به کار می‌رود.

۳۲- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) فلزها در هر چهار دستهٔ s، p، d و f قرار داشته و تمدن‌های آغازی بشر نیز براساس گسترهٔ کاربری آن‌ها نام‌گذاری شده‌اند.

۲) سیلیس، یک جامد کووالانسی بوده و در ساختار آن، هر اتم سیلیسیم توسط چهار پیوند اشتراکی به ۴ اتم اکسیژن متصل است.

۳) رسانایی الکتریکی و شکل‌پذیری از جمله رفتارهای فیزیکی فلزها هستند که با توجه به مدل دریای الکترونی توجیه می‌شوند.

۴) محلول همگنی از نمک‌های وانادیم (IV)، پرتوهای آبی‌رنگ را به خود جذب کرده و پرتوهای قرمزرنگ را بازتاب می‌کند.

۳۳- کدام موارد از مطالب زیر درست‌اند؟ *(سراسری تجربی داخل ۹۸)*

آ) به گونهٔ معمول، بیشتر پلاستیک‌ها زیست‌تخریب‌پذیرند.

ب) پلاستیک پلی‌اتیلن ترفتالات را می‌توان پس از مصرف، بازیافت کرد.

پ) دسترسی به پلاستیک‌ها، نمونه‌ای از نتایج خلاقیت بشر به شمار می‌آید.

ت) چگالی بالا و نفوذناپذیری پلاستیک‌ها در برابر آب و هوا از ویژگی‌های آن‌ها است.

۱) ب و پ ۲) ب و ت ۳) آ، ب و پ ۴) ب، پ و ت

۳۴- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) مولکول‌های آمونیاک ساختاری مسطح داشته و بار جزئی نسبت داده شده به اتم مرکزی آن‌ها، همانند مولکول‌های آب منفی است.

۲) گیاهان با جوّی سرشار از گاز N_2 احاطه شده‌اند؛ اما نمی‌توانند این عنصر ضروری برای رشد خود را به طور مستقیم از هوا جذب کنند.

۳) در تعادل گازی ایجادشده برای تولید گاز آمونیاک، با افزایش فشار در سامانهٔ واکنش، تعادل در جهت تولید آمونیاک جابه‌جا می‌شود.

۴) آمونیاک یک باز ضعیف بوده و محلول غلیظ آن، شامل مجموعه‌ای از یون‌های آمونیوم و مولکول‌های یونیده‌نشدهٔ آمونیاک می‌شود.

۳۵- هرگاه در یک واکنش به حالت تعادل در دمای ثابت، غلظت یکی از ..... ها ..... یابد، واکنش در جهت ..... تا آن‌جا پیش می‌رود که به ثابت تعادل ..... برسد. *(سراسری تجربی داخل ۹۸)*

۱) فراورده ـ کاهش ـ رفت ـ آغازی

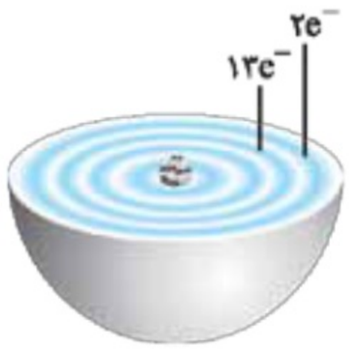
۲) فراورده ـ کاهش ـ برگشت ـ جدید

۳) واکنش‌دهنده ـ کاهش ـ رفت ـ جدید

۴) واکنش‌دهنده ـ افزایش ـ برگشت ـ آغازی

آزمون جامع ۲

۱- اگر دایره‌های تیره‌رنگ در شکل مقابل، نشان‌دهندهٔ لایه‌های الکترونی اتم عنصر A باشد، چند مورد از مطالب زیر دربارهٔ آن درست است؟ *(سراسری تجربی خارج ۹۸ با تغییر)*



آ) A عنصری اصلی از گروه ۱۵ است.

ب) سه زیرلایه از لایهٔ سوم آن از الکترون اشغال شده است.

پ) عدد کوانتومی فرعی برای ۶۸ درصد از الکترون‌های موجود در این اتم بزرگ‌تر از صفر است.

ت) اگر در هستهٔ اتم‌های این عنصر، ۳۰ نوترون وجود داشته باشد، عدد جرمی آن برابر ۵۵ می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲- چند درصد از عناصر اصلی که $n + l$ برای بیرونی‌ترین زیرلایهٔ الکترونی آن‌ها برابر با ۴ است، در حالت جامد سطحی صیقلی داشته و چکش‌خوار هستند؟

۱) ۶۲/۵ ۲) ۲۵ ۳) ۵۰ ۴) ۳۷/۵

۳- کدام‌یک از عبارت‌های داده‌شده درست هستند؟

۱) همهٔ ایزوتوپ‌های موجود در یک نمونهٔ طبیعی از اتم‌های هیدروژن پایدار بوده و مقدار Z آن‌ها برابر با ۱ است.

۲) پروتون یکی از ذرات زیراتمی است که با نماد $_{+1}^{1}p$ نشان داده شده و جرم آن حدوداً ۲۰۰۰ برابر جرم الکترون است.

۳) یون حاصل از اتم‌های $_{44}^{99}Tc$ توسط غدهٔ تیروئید جذب شده و اندازهٔ آن‌ها درست مشابه به اندازهٔ یون یدید است.

۴) پس از عبوردادن نور زردرنگ حاصل از شعلهٔ فلز لیتیم از منشور، یک طیف نشری خطی با ۴ خط رنگی ایجاد می‌شود.

۴- با توجه به واکنش‌های زیر، پس از موازنهٔ معادلهٔ آن‌ها، تفاوت مجموع ضریب‌های استوکیومتری مواد در آن‌ها، کدام است؟ *(سراسری تجربی خارج ۹۸)*

$$NH_3(g) + O_2(g) \rightarrow NO(g) + H_2O(g) \qquad H_2S(g) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g) + H_2O(g)$$

۱) ۳ ۲) ۵ ۳) ۸ ۴) ۱۰

۵- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با گاز نیتروژن درست است؟ (جرم مولی نیتروژن برابر با ۱۴ گرم بر مول است.)

۱) چگالی این گاز در دمای صفر درجهٔ سانتی‌گراد و فشار ۱ اتمسفر برابر با ۲/۵ گرم بر لیتر است.

۲) شمار پیوندهای اشتراکی موجود در هر مولکول از آن، ۱/۵ برابر شمار این پیوندها در گاز CO است.

۳) این گاز هنگام رعد و برق و یا در موتور خودروها با O_2 واکنش داده و اکسیدهای نیتروژن را تولید می‌کند.

۴) پس از رساندن دمای هوا تا $-200\ ^\circ C$، گاز N_2 همانند سایر گازهای موجود در آن به حالت مایع درمی‌آید.

۶- واکنش تجزیهٔ گاز دی‌نیتروژن پنتااکسید براساس معادلهٔ: $2N_2O_5(s) \rightarrow O_2(g) + 4NO_2(g), \Delta H = +110\ kJ$ در یک محفظهٔ ۲ لیتری در حال انجام‌شدن است. اگر تفاوت جرم فراورده‌های تولیدشده در طول مدت‌زمان ۵ دقیقه برابر با ۵۷ گرم باشد، سرعت متوسط تولید گاز NO_2 در طول این بازهٔ زمانی برابر با چند مول بر لیتر بر ثانیه می‌شود؟

۱) ۰/۰۰۵ ۲) ۰/۷۵ ۳) ۰/۰۰۲۵ ۴) ۰/۱۲۵

۷- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

الف) تروپوسفر نزدیک‌ترین لایهٔ هواکره به سطح زمین بوده و گاز O_3 در آن طی واکنش NO_2 با O_2 تولید می‌شود.

ب) با تابش پرتوهای فرابنفش به مولکول‌های O_3، این مولکول‌ها به یک اتم اکسیژن و یک مولکول O_2 می‌شکنند.

پ) فراوان‌ترین گاز موجود در هواکره در مقایسه با دومین گاز فراوان موجود در آن، غیرفعال و واکنش‌ناپذیر است.

ت) اوزون از مولکول‌های خطی تشکیل شده و در صنعت از آن برای گندزدایی میوه‌ها و سبزیجات استفاده می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۸- در یک آزمایشگاه تحقیقاتی، ۱ لیتر محلول ۰/۲ مولار سدیم کلرید با ۸ لیتر محلول نقره نیترات با چگالی ۱/۲۵ گرم بر میلی‌لیتر و غلظت معین به طور کامل واکنش می‌دهد. غلظت محلول نقره نیترات مصرف‌شده در این فرایند برحسب ppm کدام است؟ (جرم مولی نقره، اکسیژن و نیتروژن به ترتیب برابر با ۱۰۸، ۱۶ و ۱۴ گرم بر مول است.)

۱) ۸۵۰ ۲) ۳۴۰۰ ۳) ۲۲۵۰ ۴) ۱۷۰۰

۹- در فرمول شیمیایی کدام‌یک از ترکیب‌های زیر، نسبت میان شمار اتم‌ها به شمار عناصر در مقایسه با سایر ترکیب‌ها بیشتر است؟

۱) آلومینیم سولفات ۲) آهن (III) نیترات ۳) کلسیم هیدروکسید ۴) مس (II) سیلیکات

۱۰- درصد جرمی سدیم در مخلوطی به جرم ۱۲۵ گرم از منیزیم سولفات و سدیم سولفات برابر با ۱۸/۴٪ است. این مخلوط جامد را در مقداری آب حل می‌کنیم. اگر غلظت مولی یون سولفات در محلول حاصل برابر با ۰/۵ مول بر لیتر باشد، حجم این محلول برابر با چند لیتر است؟ (جرم مولی گوگرد، منیزیم، سدیم و اکسیژن به ترتیب برابر با ۳۲، ۲۴، ۲۳ و ۱۶ گرم بر مول است.)

۱) ۱/۴ ۲) ۳/۲ ۳) ۱/۹ ۴) ۲/۵

۱۱- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) در شرایط یکسان از نظر دما و فشار محیط، انحلال‌پذیری گاز اکسیژن در آب کم‌تر از انحلال‌پذیری گاز نیتروژن است.

۲) ذرات سازندهٔ اتانول، برخلاف ذرات سازندهٔ سدیم کلرید، به هنگام انحلال در آب ویژگی ساختار خود را حفظ می‌کنند.

۳) یون نیترات یکی از یون‌های موجود در آب آشامیدنی بوده و بار منفی آن فقط متعلق به یکی از اتم‌های O موجود در آن است.

۴) مولکول‌های کربن دی‌اکسید همانند مولکول‌های آب و H_2S، قطبی بوده و در حضور میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا می‌کنند.

۱۲- در ساختار ۲، ۲، ۳ ـ تری‌متیل هگزان، چند پیوند کووالانسی سادهٔ کربن ـ کربن وجود دارد؟ *(سراسری تجربی خارج ۹۸)*

۱) ۶ ۲) ۷ ۳) ۸ ۴) ۹

۱۳- کدام عبارت نادرست است؟

۱) در فرایند جوش کاربیدی، از سوختن ساده‌ترین عضو خانودهٔ آلکین‌ها برای جوش‌دادن قطعه‌های فلزی استفاده می‌شود.

۲) در طول سال‌های اخیر، میزان استخراج و مصرف مواد معدنی همانند عناصر فلزی و سوخت‌های فسیلی افزایش یافته است.

۳) بنزین یک محلول غیرآبی بوده و به ازای سوختن هر گرم از آن در مقایسه با هر گرم زغال‌سنگ، انرژی بیشتری آزاد می‌شود.

۴) آرایش الکترونی یون‌های پایدار حاصل از همهٔ عناصر موجود در دستهٔ d از تناوب چهارم به زیرلایهٔ 3d ختم می‌شود.

۱۴- از واکنش موازنه‌نشدهٔ $LiOH(s) + CO_2(g) \rightarrow Li_2CO_3(s) + H_2O(g)$ برای جذب گاز CO_2 تولیدشده در فضاپیماها استفاده می‌شود. اگر درصد خلوص لیتیم هیدروکسید مصرف‌شده برابر با ۶۰٪ باشد، برای جذب ۲۰۱/۶ لیتر گاز CO_2 در شرایط استاندارد به چند گرم از این ماده نیاز است و طی این فرایند، چند گرم بخار آب تولید می‌شود؟ (جرم مولی اکسیژن، لیتیم و هیدروژن به ترتیب برابر با ۱۶، ۷ و ۱ گرم بر مول است.)

۱) ۱۶۲ ـ ۳۶۰ ۲) ۳۲۴ ـ ۳۶۰ ۳) ۱۶۲ ـ ۷۲۰ ۴) ۳۲۴ ـ ۷۲۰

۱۵- اگر به جای همهٔ اتم‌های هیدروژن مولکول بنزن، گروه متیل قرار گیرد، کدام مورد درست است؟ *(سراسری تجربی خارج ۹۸)*

۱) فراریت آن کاهش می‌یابد.
۲) خاصیت آروماتیکی آن از بین می‌رود.
۳) فرمول مولکولی آن، مانند فرمول مولکولی نفتالن می‌شود.
۴) گشتاور دوقطبی مولکول، افزایش چشم‌گیری پیدا می‌کند.

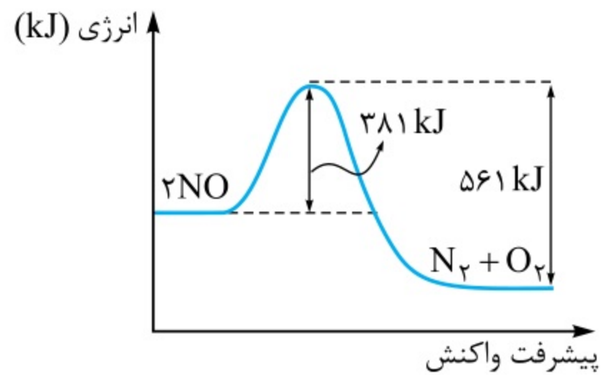
۱۶- با توجه به واکنش‌های زیر، با حل‌شدن ۰/۱ مول از BaO(s) در ۲۰۰ g آب با دمای ۲۵ °C و دارای سولفوریک اسید کافی، طبق معادلهٔ: $BaO(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow BaSO_4(s) + H_2O(l)$ ، دمای نهایی آب به تقریب به چند درجهٔ سلسیوس می‌رسد؟ (فرض کنید که آنتالپی واکنش فقط صرف تغییر دمای آب شده است؛ $c_{H_2O} = 4/2\ J.g^{-1}.K^{-1}$) *(سراسری تجربی خارج ۹۸)*

$$I)\ BaSO_4(s) \rightarrow BaO(s) + SO_3(g) \quad , \quad \Delta H_1 = +213\ kJ$$

$$II)\ SO_3(g) + H_2O(l) \rightarrow H_2SO_4(aq) \quad , \quad \Delta H_2 = -78\ kJ$$

۱) ۱۶ ۲) ۱۹ ۳) ۳۱ ۴) ۴۱

۱۷- با توجه به نمودار و داده‌های جدول زیر، در اثر پیمایش ۱۰۰ km مسافت به وسیلهٔ یک خودروی دارای مبدل کاتالیستی، چند کیلوژول گرما در مبدل کاتالیستی تولید می‌شود؟ ($O = 16 , N = 14 : g.mol^{-1}$) *(سراسری تجربی خارج ۹۸)*



مقدار گاز NO برحسب گرم در هر کیلومتر پیمایش	بدون مبدل کاتالیستی	با مبدل کاتالیستی
	۱/۰۴	۰/۰۴

۱) ۲۰۰ ۲) ۲۶۰ ۳) ۳۰۰ ۴) ۳۶۰

۱۸- چه تعداد از مطالب زیر درست است؟

الف) لیکوپن یک ترکیب هیدروکربنی سیرنشده است که می‌تواند از آسیب‌رساندن رادیکال‌های آزاد به بدن جلوگیری کند.

ب) ادویه‌ها علاوه بر رنگ، بو و مزه‌ای که به غذا می‌دهند، مصرف دارویی نیز داشته و باعث پیشگیری یا رفع سرطان می‌شوند.

پ) در ساختار هر مولکول قند موجود در جوانهٔ گندم، ۲۴ اتم H توسط پیوند اشتراکی به سایر اتم‌ها متصل شده است.

ت) ۲- هپتانون در میخک وجود داشته و در ساختار آن، همانند ساختار مولکول‌های ویتامین کا، گروه عاملی کتونی وجود دارد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۹- با توجه به داده‌های جدول زیر، ΔH واکنش: $CO(g) + 2H_2(g) \rightarrow CH_3OH(g)$ چند کیلوژول است؟

نوع پیوند	C≡O	H—H	C—H	C—O	O—H
آنتالپی ($kJ.mol^{-1}$)	۱۰۷۵	۴۳۶	۴۱۴	۳۵۱	۴۶۴

۱) -210 ۲) -180 ۳) -110 ۴) -80

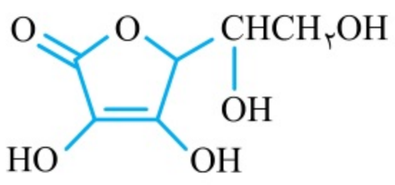
۲۰- اگر ۵۰ درصد وزن تنهٔ یک درخت را سلولز $(C_6H_{10}O_5)_n$ تشکیل دهد، چند کیلوگرم زغال با خلوص ۹۰ درصد از حرارت‌دادن یک تنهٔ درخت با جرم ۸۱ kg می‌توان به دست آورد؟ $(H=1, C=12, O=16 : g.mol^{-1})$ *(سراسری تجربی خارج ۹۸)*

$(C_6H_{10}O_5)_n(s) \xrightarrow{\text{حرارت}} C(s) + H_2O(g)$ *(معادله موازنه شود.)*

۱) ۱۶/۲ ۲) ۲۰ ۳) ۴۰ ۴) ۴۲

۲۱- با توجه به ساختار مولکول ویتامین C که نشان داده شده، کدام مطلب دربارهٔ آن درست است؟ *(سراسری تجربی خارج ۹۸)*

$(H=1, C=12, O=16 : g.mol^{-1})$



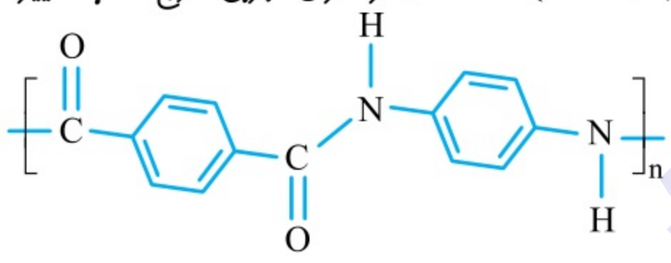
۱) فاقد گروه عاملی استری است.

۲) بخش ناقطبی آن بر بخش قطبی آن غلبه دارد و در آب حل نمی‌شود.

۳) نسبت شمار پیوندهای یگانه به شمار پیوندهای دوگانه بین اتم‌ها در آن، برابر ۹ است.

۴) شمار گروه‌های عاملی هیدروکسیل در مولکول آن، برابر شمار این گروه در مولکول اتیلن گلیکول است.

۲۲- با توجه به شکل زیر، چند مورد از مطالب زیر درست‌اند؟ $(O=16, N=14, C=12, H=1 : g.mol^{-1})$ *(سراسری تجربی خارج ۹۸ با تغییر)*



آ) بخشی از مولکول یک پلی‌آمید است.

ب) تفاوت جرم مولی مونومرهای به کار رفته برای تهیهٔ آن برابر با ۵۸ گرم است.

پ) فرمول پلیمر مورد نظر به صورت $[C_{14}H_{12}N_2O_2]_n$ است.

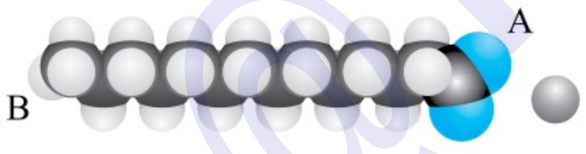
ت) هر دو مادهٔ سازندهٔ آن (مونومرها) از ترکیب‌های آروماتیک‌اند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۳- pH یک نمونه محلول ۰/۰۵ مولار باز BOH، برابر با ۱۰/۷ است. غلظت مولار یون هیدروژن در این محلول و ثابت یونش بازی مادهٔ حل‌شده در آن، از راست به چپ کدام است؟

۱) 5×10^{-6} _ 2×10^{-11} ۲) 5×10^{-6} _ 2×10^{-10} ۳) 5×10^{-5} _ 2×10^{-11} ۴) 5×10^{-5} _ 2×10^{-10}

۲۴- تصویر مقابل، نمایی از مولکول‌های یک صابون جامد را نشان می‌دهد. کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با این مادهٔ شیمیایی درست است؟ (جرم مولی سدیم، اکسیژن، کربن و هیدروژن به ترتیب برابر با ۲۳، ۱۶، ۱۲ و ۱ گرم بر مول است.)



۱) درصد جرمی اتم‌های کربن موجود در هر یک از مولکول‌های این پاک‌کننده برابر با ۶۲/۴ درصد است.

۲) مولکول‌های سازندهٔ این ماده براساس واکنش با ذرات آلاینده، سبب پاک‌شدن آن‌ها از محیط می‌شوند.

۳) هر گرم از پاک‌کنندهٔ مورد نظر با ۲۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۱ مولار کلسیم کلرید به طور کامل واکنش می‌دهد.

۴) مولکول‌های سازندهٔ این ماده در برخورد با قطرات چربی، از سمت A در مجاورت با مولکول‌های چربی قرار می‌گیرند.

۲۵- غلظت یون کلرید در محلولی از هیدروکلریک اسید با چگالی ۱/۱ گرم بر میلی‌لیتر، برابر با ۷۱۰ ppm است. هر لیتر از این محلول با چند میلی‌لیتر محلول سود با $pH = 12$ به طور کامل واکنش می‌دهد؟ (جرم مولی کلر برابر با ۳۵/۵ گرم بر مول است.)

۱) ۱۱۰۰ ۲) ۲۲۰۰ ۳) ۱۱۰ ۴) ۲۲۰

۲۶- به شرط یکسان‌بودن دما، سرعت تولید گاز هیدروژن در واکنش میان مواد موجود در کدام گزینه نسبت به سایر موارد کم‌تر است؟

۱) فلز آهن و محلول ۱ مولار نیترو اسید ۲) فلز روی و محلول ۱ مولار استیک اسید

۳) فلز روی و محلول ۱ مولار نیترو اسید ۴) فلز آهن و محلول ۱ مولار استیک اسید

۲۷- کدام مورد دربارهٔ پیل سوختی هیدروژن ـ اکسیژن با غشای مبادله‌کنندهٔ پروتون درست است؟ *(سراسری تجربی خارج ۹۸)*

۱) بخار آب تولیدشده از بخش آندی خارج می‌شود.

۲) جهت حرکت پروتون‌ها در غشا، از آند به کاتد است.

۳) به ازای مصرف هر مول گاز اکسیژن، دو مول پروتون در غشا مبادله می‌شود.

۴) جهت حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی با جهت حرکت پروتون‌ها در غشا، عکس یکدیگر است.

۲۸- یک فویل آلومینیمی درون ۲۰۰ mL محلول مس (II) سولفات ۰/۰۵ مولار انداخته شده است. اگر از بین رفتن کامل رنگ آبی محلول ۸ دقیقه و ۲۰ ثانیه به طول بینجامد، سرعت متوسط آزادشدن فلز مس، چند مول بر ثانیه است و چند مول الکترون در این واکنش مبادله شده است؟ *(سراسری تجربی خارج ۹۸)*

$Al(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Al^{3+}(aq) + Cu(s)$ *(معادله موازنه شود.)*

۱) $0/02 ,\ 2\times10^{-4}$ ۲) $0/02 ,\ 2\times10^{-5}$

۳) $0/01 ,\ 2\times10^{-5}$ ۴) $0/01 ,\ 2\times10^{-4}$

۲۹- کدام موارد از مطالب زیر دربارهٔ سلول گالوانی «روی ـ مس» درست است؟ *(سراسری تجربی خارج ۹۸)*

$E^\circ[Zn^{2+}(aq)/Zn(s)] = -0/76\ V , E^\circ[Cu^{2+}(aq)/Cu(s)] = +0/34\ V$

آ) E° سلول گالوانی «روی ـ مس»، برابر ۱/۱ ولت است.

ب) با برقراری جریان، $[Cu^{2+}]$ برخلاف $[Zn^{2+}]$ کاهش می‌یابد.

پ) الکترودی که در آن الکترون مصرف می‌شود، آند نامیده می‌شود.

ت) با برقراری جریان، کاتیون‌ها از سمت کاتد به سمت آند، از غشای متخلخل عبور می‌کنند.

۱) ب، پ و ت ۲) آ، پ و ت ۳) پ و ت ۴) آ و ب

۳۰- در یک سلول الکترولیتی دارای مقدار کافی از $AgNO_3(aq)$ که نیم‌واکنش آندی آن اکسایش آب و نیم‌واکنش کاتدی، کاهش یون‌های $Ag^+(aq)$ است، اگر حجم الکترولیت برابر ۳ L بوده و ۰/۳ مول الکترون از آن عبور کند، pH محلول باقی‌مانده و وزن نقرهٔ تولیدشده به تقریب برابر چند گرم می‌شود؟ (نیم‌واکنش‌های موازنه‌نشدهٔ کاهش نقره و اکسایش آب به ترتیب به صورت $Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag(s)$ و $H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + H^+(aq) + e^-$ بوده و pH محلول اولیه را خنثی در نظر بگیرید. $(Ag = 108\ g.mol^{-1})$ *(سراسری تجربی خارج ۹۸)*

۱) ۱، ۳۲/۴ ۲) ۰/۵، ۱۰/۸ ۳) ۱، ۱۰/۸ ۴) ۰/۵، ۳۲/۴

۳۱- چند مورد از مطالب زیر درست است؟ *(سراسری تجربی خارج ۹۸ با تغییر)*

آ) نقطهٔ جوش اتانول از استون بیشتر است.

ب) نیروی بین مولکولی در هیدروژن سولفید در مقایسه با آمونیاک ضعیف‌تر است.

پ) مقایسهٔ نقطهٔ جوش HF، HCl و HBr به صورت: $HF > HBr > HCl$ است.

ت) انرژی فروپاشی شبکهٔ بلور فلوئورید عنصرهای گروه اول از بالا به پایین، همواره افزایش می‌یابد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۲- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با مواد کووالانسی درست است؟

۱) همهٔ مواد موجود در این گروه، همانند سدیم کلرید در حالت جامد جریان الکتریسیته را عبور نمی‌دهند.

۲) چگالی الماس بیشتر از چگالی گرافیت بوده و نقطهٔ ذوب آن در مقایسه با سیلیسیم خالص پایین‌تر است.

۳) گرافن یک گونهٔ شفاف و انعطاف‌پذیر بوده و همانند الماس یکی از آلوتروپ‌های کربن محسوب می‌شود.

۴) سیلیسیم فراوان‌ترین عنصر موجود در پوستهٔ جامد زمین بوده و همانند سرب در گروه چهاردهم قرار دارد.

۳۳- در یک آزمایش، ۲/۱ مول $F_2(g)$ و ۱/۱ مول $H_2O(g)$ در یک ظرف دو لیتری با هم واکنش می‌دهند. اگر در لحظهٔ تعادل، ۲ مول گاز فلوئور، یک مول آب، ۰/۲ مول HF و ۰/۰۵ مول گاز اکسیژن در ظرف واکنش وجود داشته باشد، مقدار K (برحسب $mol.L^{-1}$) کدام است؟ *(سراسری تجربی خارج ۹۸)*

$F_2(g) + H_2O(g) \rightleftarrows O_2(g) + HF(g)$ *(معادله موازنه شود.)*

۱) 10^{-5} ۲) 10^{-4} ۳) 2×10^{-3} ۴) 5×10^{-3}

۳۴- همهٔ عبارت‌های زیر درست هستند؛ به‌جز:

۱) با استفاده از فلز نیکل در واکنش تبدیل هگزن به هگزان، مقدار تغییر آنتالپی این واکنش کاهش پیدا می‌کند.

۲) پارازایلن، یکی از اجزای سازندهٔ نفت خام بوده و در هر مولکول آن ۲۱ پیوند اشتراکی بین اتم‌ها وجود دارد.

۳) گاز اتن در اثر واکنش با محلول آبی و رقیق پتاسیم پرمنگنات در شرایط مناسب به اتیلن گلیکول تبدیل می‌شود.

۴) برای تهیهٔ کربن مونوکسید و هیدروژن مورد نیاز برای تولید متانول، از واکنش میان گاز متان با بخار آب استفاده می‌شود.

۳۵- ۱۰ مول گاز نیتروژن و ۳۰ مول گاز هیدروژن در شرایط بهینهٔ واکنش هابر با یکدیگر واکنش داده شده‌اند. حداکثر چند گرم آمونیاک در ظرف واکنش تشکیل خواهد شد؟ $(N = 14 , H = 1 : g.mol^{-1})$ *(سراسری تجربی خارج ۹۸)*

$N_2(g) + 3H_2(g) \underset{\text{دما و فشار بهینه}}{\overset{\text{کاتالیزگر}}{\rightleftharpoons}} 2NH_3(g)$

۱) ۹۵/۲ ۲) ۱۲۹/۲

۳) ۱۷۰ ۴) ۳۴۰

آزمون جامع ۳

۱- عنصر فرضی X دارای دو ایزوتوپ سبک و سنگین با جرم‌های amu ۱۴ و amu ۱۶ و جرم اتمی میانگین amu ۱۴ / ۲ است. نسبت شمار اتم‌های ایزوتوپ سنگین به سبک در آن کدام است؟ *(سراسری ریاضی داخل ۹۸)*

۱) $\frac{۱}{۸}$ ۲) $\frac{۱}{۹}$ ۳) $\frac{۱}{۱۰}$ ۴) $\frac{۱}{۱۱}$

۲- کدام موارد از مطالب زیر، درست‌اند؟ *(سراسری ریاضی خارج ۹۸)*

آ) سومین لایهٔ الکترونی اتم، زیرلایه‌های ۳s ، ۳p و ۳d را در بردارد.

ب) ترتیب پرشدن زیرلایه‌ها، تنها به عدد کوانتومی اصلی (n) وابسته است.

پ) در سومین دورهٔ جدول دوره‌ای (تناوبی)، ۱۸ عنصر جای دارند که از میان آن‌ها دو عنصر، گازی‌اند.

ت) در اتم عنصرهای دورهٔ سوم جدول دوره‌ای (تناوبی)، زیرلایه‌های ۳s ، ۳p از الکترون پر می‌شوند.

۱) آ و ت ۲) ب و پ ۳) آ، پ و ت ۴) آ، ب و ت

۳- اگر در یون $^{۱۲۸}X^{۲-}$ تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها برابر با ۲۲ عدد باشد، این عنصر در گروه ..... از تناوب ..... جدول دوره‌ای قرار داشته و در آرایش الکترونی آن ..... الکترون با $l = ۰$ وجود دارد.

۱) ۱۴ ـ ششم ـ ۱۰ ۲) ۱۶ ـ ششم ـ ۸ ۳) ۱۴ ـ پنجم ـ ۸ ۴) ۱۶ ـ پنجم ـ ۱۰

۴- تفاوت جرم واکنش‌دهنده‌های مصرف‌شده در واکنش میان آهن (III) اکسید و فلز سدیم برابر با ۴۹ / ۵ گرم است. از آهن تولیدشده در این فرایند برای تولید چند گرم آلیاژ فلزی که درصد جرمی آهن در آن برابر با ۸۴٪ است، می‌توان استفاده کرد؟ (جرم مولی آهن، سدیم و اکسیژن به ترتیب برابر با ۵۶، ۲۳ و ۱۶ گرم بر مول است.)

۱) ۲۲۵ ۲) ۱۵۰ ۳) ۴۵۰ ۴) ۳۰۰

۵- چند مورد از عبارت‌های زیر در رابطه با گازهای موجود در هواکره نادرست است؟

آ) از فراوان‌ترین گاز موجود در هواکره می‌توان برای پرکردن تایر خودروها و در صنعت سرماسازی استفاده کرد.

ب) با افزایش ارتفاع هواکره، فشار گازها به مرور کم‌تر شده و تعداد ذرات آن‌ها در واحد حجم نیز کاهش پیدا می‌کند.

پ) سومین گاز فراوان موجود در هواکره، یک گاز گلخانه‌ای بوده و از سوختن کامل هیدروکربن‌ها تولید می‌شود.

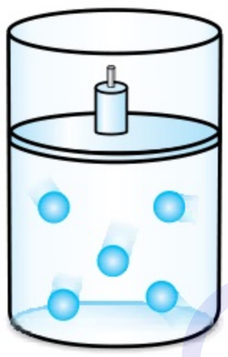
ت) برای تهیهٔ گازهای نیتروژن، اکسیژن و آرگون در صنعت می‌توان از تقطیر جزء به جزء هوای مایع استفاده کرد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶- از واکنش ۲۱/۲ گرم از ترکیب $X_۲CO_۳$ با مقدار کافی هیدروکلریک اسید، ۴ / ۴۸ لیتر گاز کربن دی‌اکسید در شرایط استاندارد تولید می‌شود. جرم مولی فلز M برابر با چند گرم است؟ (جرم مولی اکسیژن و کربن به ترتیب برابر با ۱۶ و ۱۲ گرم بر مول است.)

۱) ۴۶ ۲) ۳۶ ۳) ۲۳ ۴) ۱۸

۷- کدام عبارت زیر در رابطه با سیلندر مقابل که محتوی گاز A بوده و دارای یک پیستون متحرک می‌باشد، نادرست است؟



۱) با افزایش شمار مول‌های گاز A موجود در سیلندر، چگالی محتویات موجود در آن افزایش می‌یابد.

۲) با افزایش دمای این پیستون در فشار ثابت، حجم محتویات موجود در آن افزایش پیدا می‌کند.

۳) با برداشتن وزنه از روی سیلندر این پیستون، چگالی گاز موجود در آن کاهش می‌یابد.

۴) با بالاکشیدن پیستون، به شرط ثابت‌ماندن فشار گاز A، دمای این گاز افزایش می‌یابد.

۸- محلول سیرشده‌ای از نمک M در اختیار داریم. پس از کاهش دمای این محلول و ته‌نشین‌شدن مقداری از حل‌شوندهٔ موجود در آن، انحلال‌پذیری نمک M، ۰ / ۲۵ برابر شده و درصد جرمی نمک مورد نظر در این محلول نیز به اندازهٔ ۶۰٪ کاهش پیدا می‌کند. درصد جرمی محلول نهایی کدام است؟

۱) ۲۰ ۲) ۲۵ ۳) ۳۷ / ۵ ۴) ۱۲

۹- کدام‌یک از مطالب داده‌شده نادرست است؟

۱) براساس قانون هنری، با افزایش دمای محلول‌ها انحلال‌پذیری گازها در آن‌ها کاهش پیدا می‌کند.

۲) اغلب چشمه‌ها، قنات‌ها و رودخانه‌ها دارای آبی زلال و شفاف هستند که شیرین، گوارا و آشامیدنی است.

۳) در یک میدان الکتریکی، مولکول‌های $H_۲O$ از سمت اتم O به طرف قطب مثبت جهت‌گیری پیدا می‌کنند.

۴) آب شیرین و آب شور دریاچه‌ها، رطوبت موجود در خاک و بخار آب موجود در هوا، جزء آب‌کره محسوب می‌شوند.

۱۰- در واکنش: (معادله موازنه شود.) $PI_۳(s) + H_۲O(l) \rightarrow H_۳PO_۳(aq) + HI(aq)$ ، اگر مقدار آغازین $PI_۳(s)$ برابر ۲۰ / ۶ گرم درون یک لیتر آب بوده و پس از دو دقیقه به ۴ / ۱۲ گرم برسد، سرعت متوسط مصرف این ماده، به تقریب به چند مول بر ثانیه و غلظت HI(aq) به چند مول بر لیتر می‌رسد؟ ($P = ۳۱ , I = ۱۲۷ : g.mol^{-۱}$ ؛ از تغییر حجم صرف‌نظر شود.) *(سراسری ریاضی داخل ۹۸)*

۱) $۰/۱۲ ، ۳/۳ \times ۱۰^{-۴}$ ۲) $۰/۰۸ ، ۳/۳ \times ۱۰^{-۴}$ ۳) $۰/۱۲ ، ۶/۶۷ \times ۱۰^{-۴}$ ۴) $۰/۰۸ ، ۶/۶۷ \times ۱۰^{-۴}$

۱۱- چند میلی‌لیتر از یک محلول ۳۶/۵ درصد جرمی هیدروکلریک اسید، با چگالی $1/2\ g.mL^{-1}$ باید به ۱۰ لیتر آب اضافه شود تا غلظت یون کلرید به تقریب برابر ۱۰۹/۵ ppm شود؟ *(سراسری ریاضی داخل ۹۸)*

$(d_{محلول} = 1\ g.mL^{-1}\ ,\ H = 1\ ,\ Cl = 35/5\ g.mol^{-1})$

۱) ۰/۵۲ ۲) ۱/۰۸ ۳) ۲/۵۷ ۴) ۵/۲

۱۲- کدام موارد از مطالب زیر، درست‌اند؟ *(سراسری ریاضی داخل ۹۸)*

آ) معمولاً هر چه واکنش‌پذیری فلزی بیشتر باشد، استخراج آن دشوارتر است.

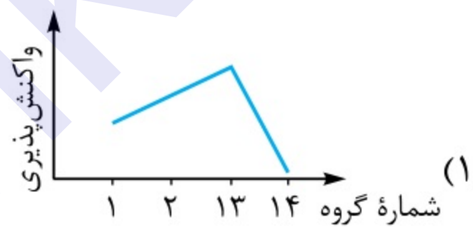
ب) واکنش‌پذیری هر عنصر، به معنای تمایل اتم آن به انجام واکنش شیمیایی است.

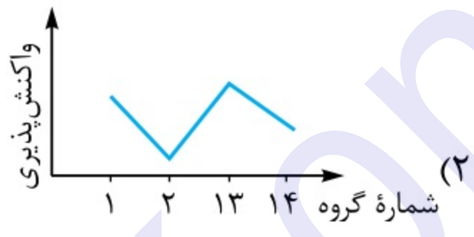
پ) در واکنش: $FeO(s)$ با $Na(s)$، واکنش‌پذیری فراورده‌ها از واکنش‌دهنده‌ها بیشتر است.

ت) در واکنش: $Na_2O(s)$ با $C(s)$، واکنش‌پذیری واکنش‌دهنده‌ها از فراورده‌ها بیشتر است.

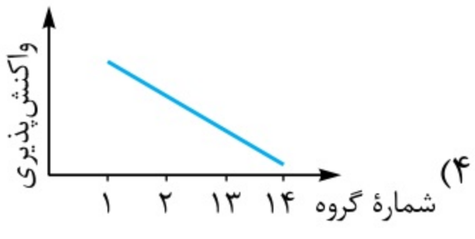
۱) آ، پ و ت ۲) ب، پ و ت ۳) آ و ب ۴) ب و ت

۱۳- روند کلی واکنش‌پذیری چهار عنصر نخست از سمت چپ دورهٔ دوم جدول دوره‌ای (تناوبی) در برابر اکسیژن در دمای اتاق، به ترتیبِ شمارهٔ گروه آن‌ها، کدام است؟ *(سراسری ریاضی داخل ۹۸)*

۱)


۲)


۳)


۴)


۱۴- اگر از واکنش ۵ گرم از $LiAlH_4(s)$ ناخالص با آب، طبق معادلهٔ زیر، ۱۱/۲ L گاز در شرایط STP تولید شود، درصد خلوص $LiAlH_4(s)$ کدام است؟ $(Al = 27\ ,\ Li = 7\ ,\ H = 1 : g.mol^{-1})$ *(سراسری ریاضی داخل ۹۸)*

$$LiAlH_4(s) + H_2O(l) \rightarrow LiOH(aq) + Al(OH)_3(s) + H_2(g)$$ *(معادله موازنه شود.)*

۱) ۸۰ ۲) ۸۵ ۳) ۹۰ ۴) ۹۵

۱۵- ۲۰ گرم از یک نمونه سنگ معدن آهن در ۱۰۰ میلی‌لیتر از محلول اسیدی انداخته شده است تا یون‌های Fe^{3+} آن به صورت محلول درآیند. اگر با افزودن مقدار زیادی $NaOH(s)$ به این محلول، ۵/۳۵ گرم از رسوب آهن (III) هیدروکسید به دست آید، درصد جرمی آهن در این نمونه سنگ معدن، کدام است؟ (معادلهٔ واکنش‌ها موازنه شود. $(Fe = 56\ ,\ O = 16\ ,\ H = 1 : g.mol^{-1})$ *(سراسری ریاضی داخل ۹۸)*

$$Fe_2O_3(s) + HCl(aq) \rightarrow FeCl_3(aq) + H_2O(l)$$

$$FeCl_3(aq) + NaOH(aq) \rightarrow Fe(OH)_3(s) + NaCl(aq)$$

۱) ۴ ۲) ۸ ۳) ۱۰ ۴) ۱۴

۱۶- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) نگه‌دارنده‌ها، برخلاف کاتالیزگرها، سرعت واکنش‌هایی که منجر به فساد مواد غذایی می‌شوند را کاهش می‌دهند.

۲) یک واکنش شیمیایی با $\Delta H > 0$، گرماگیر بوده و فراورده‌های تولیدشده در آن ناپایدارتر از واکنش‌دهنده‌ها هستند.

۳) بو و طعم گیاه رازیانه از برخی ترکیبات آلی که دارای گروه عاملی الکلی در ساختار خود هستند، ناشی می‌شود.

۴) روغن، یک ترکیب آلی سیرنشده است که در دمای اتاق حالت مایع داشته و واکنش‌پذیری بیشتری نسبت به چربی دارد.

۱۷- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) اندازه‌گیری آنتالپی بسیاری از واکنش‌های شیمیایی به کمک روش گرماسنجی امکان‌پذیر نیست.

ب) تهیهٔ شرایط بهینهٔ مورد نیاز برای انجام‌شدن واکنش تهیهٔ متان از هیدروژن و کربن آسان است.

پ) فلز لیتیم در مقایسه با سایر فلزهای قلیایی موجود در جدول تناوبی با سرعت کم‌تری با آب واکنش می‌دهد.

ت) بنزوئیک اسید در تمشک و توت‌فرنگی یافت شده و هر مولکول آن دارای ۸ اتم کربن در ساختار خود است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۸- با توجه به آنتالپی پیوندها و واکنش زیر، کدام هیدروکربن زیر پایدارتر است و ΔH این واکنش چند کیلوژول است؟ *(سراسری ریاضی خارج ۹۸ با تغییر)*

پیوند	H — H	C — H	C — C
انرژی $kJ.mol^{-1}$	۴۳۶	۴۱۲	۳۴۸

هیدروژن + سیکلوهگزان → هگزان

۱) هگزان، ۴۰− ۲) سیکلوهگزان، ۴۰− ۳) هگزان، ۴۰+ ۴) سیکلوهگزان، ۴۰+

۱۹- گاز آمونیاک براساس یک فرایند گرماده اکسایش پیدا می‌کند. گرمای آزادشده در کدام‌یک از معادله‌های زیر در مقایسه با سایر موارد کم‌تر است؟

۱) $4NH_3(l)+5O_2(g) \rightarrow 4NO(g)+6H_2O(g)$

۲) $4NH_3(g)+5O_2(g) \rightarrow 4NO(g)+6H_2O(g)$

۳) $4NH_3(g)+5O_2(g) \rightarrow 4NO(g)+6H_2O(l)$

۴) $4NH_3(l)+5O_2(g) \rightarrow 4NO(g)+6H_2O(l)$

۲۰- کدام مطلب نادرست است؟ *(سراسری ریاضی داخل ۹۸ با تغییر)*

۱) در مولکول پلی‌اتن، هر اتم کربن با چهار اتم دیگر پیوند کووالانسی یگانه دارد.

۲) پلی‌اتن، جامد سفیدرنگی است که با گرمادادن اتن در فشار بالا تشکیل می‌شود.

۳) در همهٔ پلیمرهای طبیعی و مصنوعی، مونومرها باید پیوندهای دوگانهٔ کربن ـ کربن داشته باشند.

۴) نسبت میان شمار اتم‌های کربن به شمار اتم‌های هیدروژن در اتین مشابه به مقدار این نسبت در هیدروژن سیانید است.

۲۱- شمار اتم‌های کربن در مولکول کدام آلکان با شمار آن‌ها در مولکول نفتالن برابر است؟ *(سراسری ریاضی خارج ۹۸)*

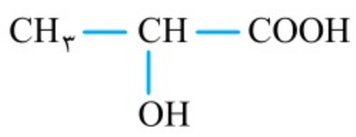
۱) ۳ ـ اتیل ـ ۳ ـ متیل هپتان

۲) ۴ ـ اتیل نونان

۳) ۲، ۳،۳ ـ تری‌متیل اوکتان

۴) ۳، ۳ ـ دی‌متیل هپتان

۲۲- تصویر مقابل، نمایی از ساختار لاکتیک اسید را نشان می‌دهد. با توجه به ساختار داده‌شده، .....



۱) گروه‌های عاملی موجود در این ترکیب، مشابه به گروه‌های عاملی موجود در ویتامین (ث) است.

۲) در هر یک از مولکول‌های سازندهٔ این ترکیب شیمیایی، ۱۱ پیوند اشتراکی بین اتم‌ها وجود دارد.

۳) گروه عاملی موجود در ساختار پلیمر حاصل از این ماده، در ساختار پلی‌اتیلن ترفتالات نیز وجود دارد.

۴) شمار الکترون‌های ناپیوندی موجود در هر مولکول لاکتیک اسید با شمار این الکترون‌ها در SO_3 برابر است.

۲۳- چند مورد از مطالب زیر دربارهٔ ترکیبی که ساختار مولکول آن نشان داده شده، درست است؟ *(سراسری ریاضی خارج ۹۸ با تغییر)*



آ) به یک استر، مربوط است.

ب) در ساختار هر مولکول از آن، ۶ جفت‌الکترون ناپیوندی وجود دارد.

پ) در بنزین حل می‌شود و در آب نامحلول است.

ت) بخش ناقطبی آن بر بخش قطبی آن غلبه دارد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۴- ۱۰ میلی‌لیتر محلول هیدروکلریک اسید با $pH = 1/7$ در اختیار داریم. کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با این محلول نادرست است؟

۱) با افزودن ۱۹۰ میلی‌لیتر آب خالص به این محلول، pH آن به اندازهٔ ۱/۳ واحد افزایش می‌یابد.

۲) از این محلول می‌توان برای بازکردن راه لوله‌های مسدودشده توسط مواد و آلاینده‌های بازی استفاده کرد.

۳) ده میلی‌لیتر از این محلول اسیدی با ۲ میلی‌لیتر محلول سود با $pH = 13$ به طور کامل واکنش می‌دهد.

۴) غلظت یون هیدرونیوم موجود در این محلول، 4×10^{-8} برابر غلظت یون هیدروکسید موجود در آن است.

۲۵- چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟

آ) در شرایط یکسان، محلول ۱ مولار نیتریک اسید با شدت بیشتری نسبت به محلول ۱ مولار فورمیک اسید با فلزها واکنش می‌دهد.

ب) اگر مقداری از یک پاک‌کنندهٔ صابونی را به مخلوط آب و روغن بیفزاییم، مخلوطی ایجاد می‌شود که نور را در خود پخش می‌کند.

پ) اسیدهای چرب از دو بخش قطبی و ناقطبی تشکیل شده و در هر یک از مولکول‌های سازندهٔ آن‌ها ۶ اتم اکسیژن وجود دارد.

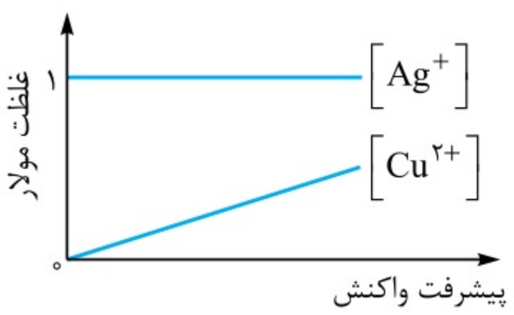
ت) جوش شیرین یک ماده با خاصیت اسیدی است که برای افزایش قدرت پاک‌کردن چربی‌ها، به شوینده‌ها افزوده می‌شود.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۲۶- pH معدهٔ فردی، در حالت استراحت برابر ۳/۷ و در حالت فعالیت آن، برابر ۱/۴ است. غلظت مولار اسید در آن در حالت فعالیت، به تقریب چند برابر حالت استراحت است؟ ($10^{-0/4} \approx 0/4$ ، $10^{-0/7} \approx 0/2$) *(سراسری ریاضی خارج ۹۸)*

۱) ۲۰۰ ۲) ۱۵۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۵۰

۲۷- از یک سلول الکترولیتی با آند نقره‌ای، برای آبکاری یک قاشق مسی استفاده می‌شود. در این سلول الکترولیتی، ..... . (الکترولیت به کار رفته، محلول ۱ مولار از نمک فلز نقره است.)



۱) تغییر غلظت یون‌های موجود در محلول الکترولیت مطابق با نمودار مقابل است.

۲) الکترون‌های موجود در مدار خارجی به سمت تیغهٔ نقره‌ای جاری می‌شوند.

۳) آنیون‌های موجود در محلول، به سمت تیغهٔ نقره‌ای جذب می‌شوند.

۴) در قطب منفی، نیم‌واکنش اکسایش اتم‌های نقره انجام می‌شود.

۲۸- به ۲۰۰ mL از محلول ۰/۰۲۵ مولار نمک وانادیم (V)، ۳۲۵ mg از فلز روی اضافه شده است. با توجه به جدول زیر، رنگ نهایی محلول کدام است؟ *(سراسری ریاضی خارج ۹۸)*

($Zn = ۶۵ : g.mol^{-۱}$ ؛ واکنش در هر مرحله کامل انجام می‌شود. $V^{۵+}(aq) + Zn(s) \rightarrow \cdots + Zn^{۲+}(aq)$)

عدد اکسایش وانادیم	(V)	(IV)	(III)	(II)
رنگ محلول	زرد	آبی	سبز	بنفش

۱) بنفش
۲) آبی
۳) زرد
۴) سبز

۲۹- کدام‌یک از عبارت‌های زیر درست است؟ (پتانسیل کاهشی نقره بزرگ‌تر از پتانسیل کاهشی مس است.)

۱) در جدول پتانسیل کاهشی استاندارد، علامت E° فلزهایی که قدرت کاهندگی بیشتری نسبت به گاز $H_۲$ دارند، مثبت است.
۲) در واکنش برقکافت آب، حجم فراوردهٔ تولیدشده در سمت آند، ۲ برابر حجم فراوردهٔ تولیدشده در سمت کاتد است.
۳) در یک ورقهٔ حلبی خراشیده‌شده، نیم‌واکنش $Fe(s) \rightarrow Fe^{۲+}(aq) + ۲e^-$ در زیر یک قطرهٔ آب انجام می‌شود.
۴) در سلول گالوانی مس ـ نقره، الکترود نقره در نقش قطب منفی بوده و نیم‌واکنش اکسایش در مجاورت با آن اتفاق می‌افتد.

۳۰- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) فناوری‌ها موجب افزایش سطح رفاه و آسایش شده و دو رکن اساسی برای تحقق آن‌ها، دستیابی به مواد مناسب و تأمین انرژی است.
۲) پس از قراردادن یک قطعه فلز Al در محلول $CuSO_۴$، دمای محلول افزایش یافته و فراورده‌هایی با پایداری بیشتر تولید می‌شوند.
۳) تأمین انرژی، یکی از قلمروهای دانش الکتروشیمی است که در آن از باتری‌ها، سلول‌های سوختی و سوخت آن‌ها استفاده می‌شود.
۴) در واکنش فلز روی با گاز اکسیژن، روی در نقش گونهٔ کاهنده بوده و طی این فرایند، ۲ الکترون با $n = ۳$ از دست می‌دهد.

۳۱- گرافن یک جامد کووالانسی با ساختار ..... بوده و هر اتم کربن موجود در آن به ..... اتم کربن دیگر متصل شده است و نوع پیوندهای تشکیل‌شده میان این اتم‌ها به نوع پیوندهای میان اتم‌های کربن در ..... شبیه‌تر است. *(سراسری ریاضی داخل ۹۸ با تغییر)*

۱) دوبعدی ـ ۳ ـ بنزن ۲) سه‌بعدی ـ ۴ ـ سیکلوهگزان ۳) سه‌بعدی ـ ۴ ـ بنزن ۴) دوبعدی ـ ۳ ـ سیکلوهگزان

۳۲- همهٔ عبارت‌های زیر درست هستند؛ به‌جز .....

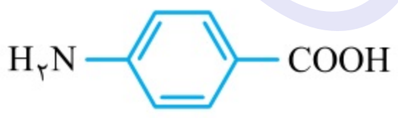
۱) با گرفتن یک میلهٔ باردار در مجاورت باریکه‌ای از کلروفرم مایع، باریکهٔ مورد نظر به سمت میلهٔ باردار منحرف می‌شود.
۲) انرژی لازم برای فروپاشی شبکهٔ یک مول کلسیم برمید بیشتر از انرژی لازم برای فروپاشی شبکهٔ یک مول منیزیم کلرید است.
۳) در نیروگاه‌های حرارتی، انرژی خورشید توسط شارهٔ یونی جذب شده و پس از آن به یک شارهٔ مولکولی انتقال پیدا می‌کند.
۴) در نقشهٔ پتانسیل الکتروستاتیکی $SO_۳$ برخلاف نقشهٔ پتانسیل الکتروستاتیکی آمونیاک، اتم مرکزی با رنگ آبی نشان داده می‌شود.

۳۳- اگر درصد پیشرفت واکنش تعادلی $۲NO(g) \rightleftharpoons N_۲(g) + O_۲(g), \Delta H = -۲۳۰\ kJ$ برابر با ۸۰٪ باشد، ثابت تعادل این واکنش برابر با ..... بوده و اگر این تعادل پس از ورود ۴ مول گاز نیتروژن مونوکسید به یک محفظهٔ دربسته برقرار شده باشد، از ابتدای کار تا لحظهٔ برقراری تعادل ..... کیلوژول انرژی آزاد می‌شود.

۱) ۱۶ ـ ۳۶۸ ۲) ۱۶ ـ ۴۶۰ ۳) ۴ ـ ۳۶۸ ۴) ۴ ـ ۴۶۰

۳۴- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) از ترکیب مقابل می‌توان برای تهیهٔ نوعی پلیمر از دستهٔ پلی‌آمیدها استفاده کرد.



ب) همهٔ کاتالیزگرهای موجود در مبدل‌های کاتالیستی با اسیدها واکنش داده و گاز $H_۲$ تولید می‌کنند.
پ) برای تهیهٔ گازهای CO و $H_۲$ می‌توان از واکنش گاز متان با بخار آب در حضور کاتالیزگر بهره برد.
ت) در واکنش تبدیل پارازایلن به ترفتالیک اسید، از پتاسیم پرمنگنات برای کاهش E_a استفاده می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۵- کدام‌یک از عبارت‌های داده‌شده درست هستند؟

۱) متانول مایعی زردرنگ و بسیار سمی است که از آن برای تبدیل PET به مواد موردنیاز برای تولید پلیمرهای جدید استفاده می‌شود.
۲) ترفتالیک اسید، نوعی دی‌اسید بوده و هر یک از اتم‌های کربن موجود در ساختار آن به ۳ اتم دیگر توسط پیوند اشتراکی متصل شده‌اند.
۳) کلرو اتان از واکنش میان گاز کلر و گاز اتن تهیه شده و از آن به عنوان مادهٔ افشاننده در بی‌حس‌کننده‌های موضعی استفاده می‌شود.
۴) پارازایلن نوعی هیدروکربن به شمار رفته و عدد اکسایش همهٔ اتم‌های کربن موجود در ساختار هر مولکول آن کوچک‌تر از صفر است.

پاسخ‌نامهٔ تشریحی

۱- گزینه۴ از آن‌جا که میزان شاخص امید به زندگی به عوامل گوناگونی بستگی دارد، مقدار آن در کشورهای گوناگون و حتی شهرهای مختلف یک کشور با هم تفاوت دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) یکی از دلایل اسکان بشر در کنار رودها و رودخانه‌ها این بود که با دسترسی به آب بدن خود را بشوید و ابزار، ظروف و محیط زندگی خود را تمیز نگاه دارد.

۲) نیاکان ما به تجربه پی برده بودند که اگر ظرف‌های چرب را به خاکستر آغشته کرده و سپس با آب گرم بشویند، این ظرف‌ها آسان‌تر تمیز می‌شوند.

۳) با افزایش سطح بهداشت و افزایش اهمیت استفاده از صابون، صنعت شوینده‌ها گسترش پیدا کرده و پاک‌کننده‌های گوناگون تولید می‌شوند.

۲- گزینه۳ عبارت‌های أ، ب و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ در سال‌های اخیر، میزان شاخص امید به زندگی در مناطق برخوردار در حدود ۷۸ سال و در مناطق کم‌برخوردار در حدود ۶۰ سال است.

ب وبا یک بیماری واگیردار است که به دلیل آلوده‌شدن آب و نبود بهداشت شایع می‌شود. این بیماری در طول تاریخ بارها همه‌گیر شده و جان میلیون‌ها انسان را گرفته است. ساده‌ترین و مؤثرترین راه پیشگیری از این بیماری، رعایت بهداشت فردی و همگانی است.

پ در بازهٔ زمانی بین سال ۱۳۳۰ تا ۱۳۹۰، شاخص امید به زندگی در مناطق کم‌برخوردار با ۲۴ سال افزایش از حدود ۳۶ سال به ۶۰ سال رسیده است. در حالی که در مناطق برخوردار این شاخص ۱۲ سال افزایش پیدا کرده و از حدود ۶۶ سال به ۷۸ سال رسیده است.

ت با افزایش سطح بهداشت فردی و همگانی در سال‌های اخیر، میزان شاخص امید به زندگی در جهان به حدود ۷۰ سال رسیده است.

۳- گزینه۴ با افزایش استفاده از صابون، سطح سلامتی ارتقا یافته و میزان شاخص امید به زندگی نیز بیشتر می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) استفادهٔ بیشتر از صابون و توجه به نظافت و بهداشت، سبب کاهش مقدار آلودگی‌ها، میکروب‌ها و عوامل بیماری‌زا در محیط‌های فردی و همگانی می‌شود.

۲) استفاده از مواد پاک‌کننده، سبب ارتقای سطح بهداشت و سلامت شده و میزان امید به زندگی را افزایش می‌دهد.

۳) حفاری‌های باستانی از شهر بابل نشان می‌دهد که چند هزار سال پیش از میلاد، انسان‌ها به همراه آب از موادی شبیه صابون‌های امروزی برای نظافت و پاکیزگی استفاده می‌کرده‌اند.

۴- گزینه۱ بیماری وبا در طول تاریخ بارها همه‌گیر شده و جان میلیون‌ها انسان را گرفته است. این بیماری هنوز هم برای هر جامعه‌ای تهدیدکننده می‌باشد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) با کاهش استفاده از شوینده‌ها، سطح بهداشت فردی و اجتماعی کاهش یافته و بیماری‌های گوناگون گسترش پیدا می‌کنند.

۳) میزان شاخص امید به زندگی در مناطق کم‌برخوردار، در حال حاضر کم‌تر از مناطق برخوردار است.

۴) با کمک پاک‌کننده‌های مختلف از جمله صابون، شامپو و پودر لباسشویی، می‌توان میزان میکروب‌ها و آلودگی‌ها را کاهش داد.

۵- گزینه۱ فقط عبارت پ نادرست است.

بررسی چهار عبارت:

أ بیماری وبا واگیردار بوده و به دلیل آلوده‌شدن آب‌ها و نبود بهداشت شایع می‌شود.

ب با استفاده از صابون‌ها، میزان آلودگی‌ها کاهش یافته و میزان سلامتی و تندرستی مردم افزایش پیدا می‌کند.

پ بیماری وبا برای چندین بار در طول تاریخ همه‌گیر شده است.

ت طبق نمودار مربوط به توزیع جمعیت جهان براساس امید به زندگی آن‌ها، امروزه میزان این شاخص برای اکثر مردم دنیا در بازهٔ بین ۷۰ الی ۸۰ سال قرار دارد.

۶- گزینه۲ لکه‌های شیرینی، همانند لکه‌های عسل از مولکول‌های قطبی ساخته شده‌اند و به همین خاطر، آب پاک‌کنندهٔ مناسبی برای این لکه‌ها است.

بررسی گزینه‌های نادرست:

۱) گل‌ولای موجود در آب، گردوغبار موجود در هوا و لکه‌های چربی و مواد غذایی روی لباس‌ها و پوست بدن نمونه‌هایی از انواع آلاینده‌ها هستند.

۳) چربی‌ها مخلوطی از اسیدهای چرب و استرهای بلندزنجیر هستند. در ساختار مولکولی استرهای بلندزنجیر، برخلاف ساختار مولکولی اسیدهای چرب، گروه کربوکسیل ($-COOH$) وجود ندارد.

۴) مولکول‌های روغن زیتون همانند مولکول‌های اتیلن گلیکول، از یک بخش قطبی و یک بخش ناقطبی تشکیل شده‌اند. از آن‌جا که بخش ناقطبی این مولکول‌ها بزرگ‌تر است و بر بخش قطبی آن‌ها غلبه دارد، روغن زیتون در آب نامحلول بوده و مولکول‌های آن در آب حل نمی‌شوند.

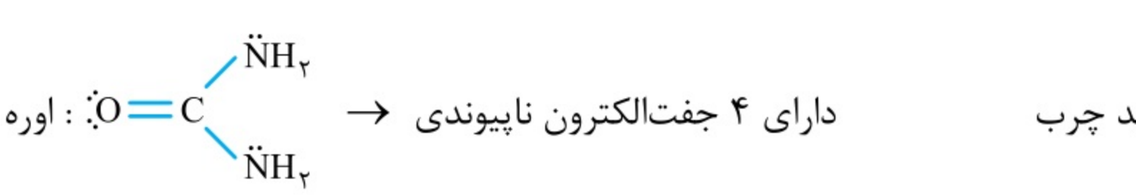
۷- گزینه۱ فقط عبارت أ درست است.

بررسی چهار عبارت:

أ آلاینده‌ها موادی هستند که بیش از مقدار طبیعی در یک محیط، ماده یا یک جسم وجود دارند.

ب) عسل از کنار هم قرارگرفتن مولکول‌های قطبی تشکیل شده است که در ساختار خود شمار زیادی گروه هیدروکسیل ($-OH$) دارند. این مولکول‌ها از سمت اتم‌های هیدروژن موجود در گروه‌های هیدروکسیل خود با مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی برقرار کرده و در آب حل می‌شوند.

پ) ساختار لوویس مولکول‌های اوره و اسید چرب به شکل زیر است:



اسید چرب : $R-\ddot{C}(=O)-\ddot{O}H$ → دارای ۴ جفت‌الکترون ناپیوندی

اوره : $O=C(\ddot{N}H_2)_2$ → دارای ۴ جفت‌الکترون ناپیوندی

همان‌طور که مشخص است و تعداد الکترون‌های ناپیوندی در هر مولکول اوره، با تعداد این الکترون‌ها در هر مولکول اسید چرب برابر است.

ت) فرمول شیمیایی اوره به صورت $CO(NH_2)_2$ و فرمول شیمیایی وازلین به صورت $C_{25}H_{52}$ است.

$$\frac{\text{نسبت میان تعداد اتم‌های H به تعداد اتم‌های C در وازلین}}{\text{نسبت میان تعداد اتم‌های H به تعداد اتم‌های C در اوره}} = \frac{52 \div 25}{4 \div 1} = 0/52$$

۸- گزینه ۳ در هر مولکول اتیلن گلیکول، دو گروه هیدروکسیل وجود دارد. به هنگام انحلال مولکول‌های اتیلن گلیکول در آب، بین اتم‌های هیدروژن موجود در گروه‌های هیدروکسیل اتیلن گلیکول و اتم‌های اکسیژن موجود در مولکول‌های آب، پیوند هیدروژنی قوی برقرار شده و به همین خاطر، اتیلن گلیکول در آب حل می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) مولکول‌های سازندهٔ وازلین، همانند مولکول‌های سازندهٔ بنزین، از دستهٔ هیدروکربن‌ها بوده و ناقطبی هستند. از آن‌جا که نوع نیروهای بین مولکولی در این دو ماده مشابه به هم و از نوع نیروهای وان‌درواالسی است، به هنگام انحلال وازلین در بنزین، مولکول‌های حل‌شونده در حلال پخش شده و در آن حل می‌شوند.

۲) چون منیزیم هیدروکسید یک نمک نامحلول در آب است، پس از ریختن مقداری از آن در آب، یون‌های سازندهٔ نمک از یکدیگر جدا نشده و در حلال پخش نمی‌شوند.

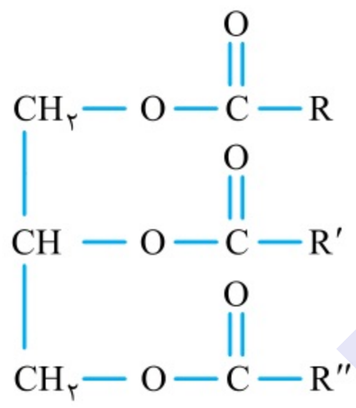
۴) اوره از مولکول‌های قطبی و هگزان از مولکول‌های ناقطبی تشکیل شده است. چون نوع نیروهای بین مولکولی در این دو ماده متفاوت است، اوره در هگزان حل نمی‌شود.

۹- گزینه ۱ عبارت‌های (آ)، (پ) و (ت) درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ) فرمول شیمیایی روغن زیتون و چربی ذخیره‌شده در کوهان شتر به ترتیب معادل با $C_{57}H_{104}O_6$ و $C_{57}H_{110}O_6$ است. با توجه به فرمول شیمیایی این مواد، نسبت میان شمار اتم‌های C به شمار اتم‌های H در روغن زیتون، بیشتر از مقدار این نسبت در چربی ذخیره‌شده در کوهان شتر است.

ب) ساختار استرهای بلندزنجیر به صورت مقابل است:

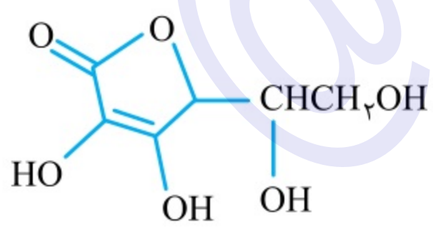


همان‌طور که مشخص است، در هر مولکول از این ماده ۶ پیوند $C-O$ وجود دارد.

پ) مادهٔ اصلی سازندهٔ بنزین (C_8H_{18})، برخلاف اوره، توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی با مولکول‌های آب را ندارد.

ت) ضدیخ، محتوی اتیلن‌گلیکول است. این ماده یک دی‌الکل بوده و می‌توان از آن برای تولید برخی از انواع پلی‌استرها استفاده کرد.

۱۰- گزینه ۲ ساختار مولکول‌های ویتامین (ث) به صورت مقابل است:



همان‌طور که مشخص است، قسمت بزرگی از مولکول‌های این ماده توسط بخش‌های قطبی تشکیل شده است و این مولکول‌ها در مجموع قطبی به حساب می‌آیند. در هر یک از مولکول‌های ویتامین (ث)، ۴ گروه عاملی هیدروکسیل ($-OH$) وجود دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) گلاب، مخلوطی همگن از چند مادهٔ آلی در آب است، پس می‌توان گفت مواد آلی موجود در گلاب، محلول در آب بوده و یک لباس آغشته‌شده به گلاب را همانند لباس‌های آغشته‌شده به عسل می‌توان به کمک آب شست‌وشو داد.

۳) فرمول شیمیایی وازلین به صورت $C_{25}H_{52}$ است. از آن‌جا که فرمول شیمیایی این ماده در فرمول شیمیایی کلی آلکان‌ها (C_nH_{2n+2}) صدق می‌کند، پس این ترکیب را می‌توان یک هیدروکربن سیرشده به حساب آورد. وازلین در آب نامحلول است و به همین خاطر، لباس‌های آغشته‌شده به آن را نمی‌توان با آب خالی شست.

۴) فرمول شیمیایی روغن زیتون به صورت $C_{57}H_{104}O_6$ و فرمول شیمیایی هگزان به صورت C_6H_{14} است. همان‌طور که مشخص است، در ساختار مولکول‌های روغن زیتون برخلاف هگزان، اتم‌های اکسیژن وجود دارند.

@Konkor otob

۱۱- گزینه۲ عبارت‌های آ و ب درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ پاک‌کننده‌ها در صورتی توانایی زدودن آلاینده‌ها از محیط را دارند که بتوانند مولکول‌های سازندهٔ این آلاینده‌ها را در خود حل کنند؛ پس برای یافتن راهی جهت زدودن آلودگی‌ها، باید با نوع، ساختار و رفتار ذره‌های سازندهٔ آلودگی‌ها و پاک‌کننده‌ها آشنا باشیم.

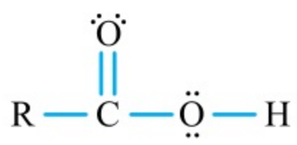
ب از اتانول، به عنوان حلال مناسب برای مواد دارویی، آرایشی و بهداشتی استفاده شده و از استون نیز به عنوان حلال مناسب برای چربی‌ها، رنگ‌ها و انواع لاک‌ها استفاده می‌شود. در نتیجه، از اتانول می‌توان برای پاک‌کردن لکه‌های ایجادشده توسط مواد آرایشی و از استون نیز برای پاک‌کردن لکه‌های ایجادشده توسط رنگ‌ها استفاده کرد.

پ از آن‌جا که در ساختار مولکول‌های اوره، اتم‌های هیدروژن متصل به اتم‌های نیتروژن وجود دارند، پس در یک نمونهٔ خالص از این ماده امکان برقراری پیوندهای هیدروژنی بین مولکول‌ها وجود دارد.

ت فرمول شیمیایی اوره به صورت $CO(NH_2)_2$ و فرمول شیمیایی اتیلن گلیکول به صورت CH_2OHCH_2OH است.

$$\frac{\text{تعداد اتم‌ها در مولکول اتیلن گلیکول}}{\text{تعداد عناصر سازندهٔ اتیلن گلیکول}} = \frac{10}{3} \qquad \frac{\text{تعداد اتم‌ها در مولکول اوره}}{\text{تعداد عناصر سازندهٔ اوره}} = \frac{8}{4}$$

۱۲- گزینه۳ ساختار لوویس اسیدهای چرب به صورت مقابل است:



همان‌طور که مشخص است، در هر مولکول اسید چرب، ۴ جفت‌الکترون ناپیوندی وجود دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ لکه‌های چربی روی پوست، همانند آلاینده‌های موجود در هواکره، نمونه‌هایی از آلاینده‌ها و کثیفی‌ها به شمار می‌روند.

۲ از آن‌جا که نوع نیروهای بین‌مولکولی در روغن زیتون با نوع نیروهای بین مولکولی در آب متفاوت است، این ماده در آب نامحلول بوده و لکه‌های آن را نمی‌توان به کمک آب زدود. برخلاف روغن زیتون، اوره در آب محلول بوده و لکه‌های ایجادشده توسط آن با آب پاک می‌شوند.

۴ چون قسمت عمدهٔ مولکول‌های اسید چرب از بخش‌های ناقطبی (زنجیرهٔ هیدروکربنی) تشکیل شده است، مولکول‌های این ماده در مجموع ناقطبی به شمار می‌روند و نوع نیروی بین مولکولی غالب در آن‌ها از نوع نیروی وان‌درووالسی است.

۱۳- گزینه۲ عبارت‌های ب و پ درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

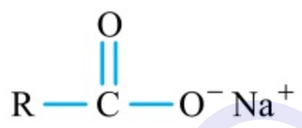
آ بخش ناقطبی مولکول‌های صابون، از یک زنجیرهٔ هیدروکربنی تشکیل شده است. این بخش از مولکول‌های صابون، آبگریز (چربی‌دوست) بوده و می‌تواند سیرشده یا سیرنشده باشد.

ب اسیدهای چرب، کربوکسیلیک اسیدهایی با زنجیرهٔ بلند کربنی هستند. این مولکول‌ها از دو بخش قطبی (گروه کربوکسیل) و ناقطبی (زنجیرهٔ هیدروکربنی) تشکیل شده‌اند.

پ فرمول شیمیایی صابون‌ها به صورت $RCOONa$ است. اگر زنجیرهٔ هیدروکربنی (R) موجود در صابون‌ها سیرشده باشد، فرمول شیمیایی این بخش از رابطهٔ C_nH_{2n+1} به دست می‌آید. اگر زنجیرهٔ هیدروکربنی یک صابون، سیرشده و دارای ۱۷ اتم کربن باشد، فرمول این بخش به صورت $C_{17}H_{35}$ شده و فرمول شیمیایی کلی این صابون نیز به صورت $C_{18}H_{35}O_2Na$ می‌شود.

ت در مولکول‌های اسید چرب، گروه عاملی هیدروکسیل $(-OH)$ وجود ندارد.

۱۴- گزینه۴ فرمول ساختاری کلی صابون حاصل به صورت مقابل خواهد بود:



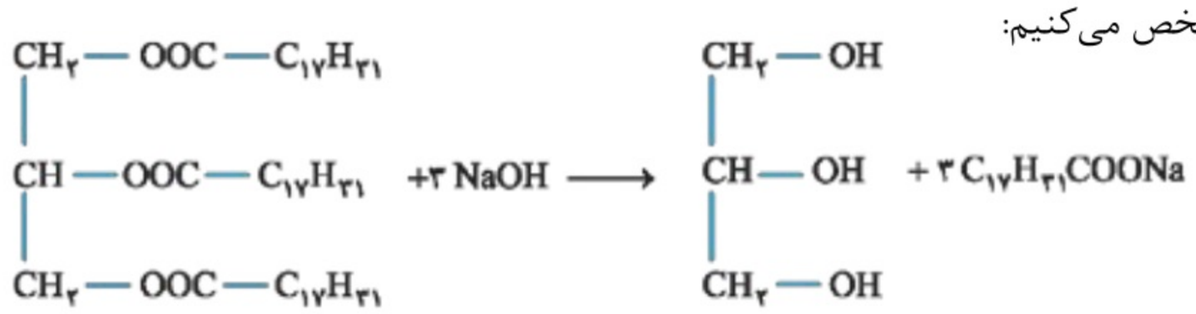
فرمول شیمیایی بخش R در این ترکیب از رابطهٔ C_nH_{2n+1} به دست می‌آید. از آن‌جا که گروه R شامل ۱۴ اتم کربن می‌شود، فرمول شیمیایی مادهٔ موردنظر به صورت $C_{14}H_{29}COONa$ بوده و جرم مولی آن برابر با $264\ g.mol^{-1}$ می‌شود.

۱۵- گزینه۱ حالت فیزیکی صابون موردنظر مایع است، پس بخش کاتیونی موجود در آن یا باید یون K^+ باشد یا یون NH_4^+.

از آن‌جا که کاتیون موجود در ساختار این صابون تک‌اتمی است، پس فرمول شیمیایی آن به صورت $RCOOK$ می‌شود. زنجیرهٔ هیدروکربنی این صابون، سیرشده بوده و دارای ۱۱ اتم کربن است؛ پس فرمول شیمیایی کلی آن به صورت $C_{11}H_{23}COOK$ می‌شود. پس از به دست آوردن فرمول شیمیایی این ترکیب، درصد جرمی اتم‌های کربن موجود در آن را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{درصد جرمی اتم‌های کربن} = \frac{\text{تعداد اتم‌های C} \times \text{جرم مولی C}}{\text{جرم مولی کلی ترکیب}} \times 100 = \frac{12 \times 12}{238} \times 100 = 60/5$$

۱۶- گزینه۴ **گام اول:** معادلهٔ واکنش شیمیایی انجام‌شده را مشخص می‌کنیم:



گام دوم: با توجه به کاتیون موجود در این صابون، حالت فیزیکی آن جامد بوده و جرم مولی آن برابر $302\ g.mol^{-1}$ است. با توجه به معادلهٔ این واکنش، جرم سدیم هیدروکسید مصرف‌شده را محاسبه می‌کنیم:

$$?\ g\ NaOH = 3\ mol\ \text{روغن} \times \frac{3\ mol\ NaOH}{1\ mol\ \text{روغن}} \times \frac{40\ g\ NaOH}{1\ mol\ NaOH} = 360\ g$$

۱۷- گزینه ۲ چربی‌ها، مخلوطی از اسیدهای چرب و استرهای بلندزنجیر هستند. نیروی بین مولکولی غالب در این دسته از مواد، از نوع وان‌درووالسی بوده و به همین خاطر، مولکول‌های صابون به کمک بخش چربی‌دوست خود (زنجیرهٔ هیدروکربنی) می‌توانند در چربی‌ها حل شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) بخش آب‌دوست مولکول‌های صابون (گروه $-COO^-$) توسط پیوند کووالانسی به بخش چربی‌دوست این مولکول‌ها متصل شده است.

۳) با افزایش طول زنجیرهٔ کربنی (R) در صابون‌ها، غلبهٔ بخش ناقطبی این مولکول‌ها بر بخش قطبی آن‌ها افزایش پیدا کرده و خصلت چربی‌دوستی آن‌ها افزایش پیدا می‌کند در حالی که انحلال‌پذیری آن‌ها در آب کاهش می‌یابد.

۴) زنجیرهٔ هیدروکربنی (گروه R) در مولکول‌های صابون سبب پخش‌شدن مولکول‌های چربی در آب می‌شوند؛ در حالی که بخش کاتیونی صابون هیچ نقشی در قدرت پاک‌کنندگی آن ندارد.

۱۸- گزینه ۲ **گام اول:** معادلهٔ واکنش شیمیایی انجام‌شده را مشخص می‌کنیم:

$$\begin{array}{l} CH_2-OOC-C_{13}H_{27} \\ | \\ CH-OOC-C_{13}H_{27} \\ | \\ CH_2-OOC-C_{13}H_{27} \end{array} + 3NaOH \longrightarrow \begin{array}{l} CH_2-OH \\ | \\ CH-OH \\ | \\ CH_2-OH \end{array} + 3C_{13}H_{27}COONa$$

یادآوری

برای به دست آوردن غلظت مولی (M) یک محلول با درصد جرمی a و چگالی d گرم بر میلی‌لیتر، از رابطهٔ مقابل استفاده می‌کنیم: $M = \frac{10.a.d}{\text{جرم مولی}}$

گام دوم: ابتدا غلظت مولی محلول سدیم هیدروکسید را به دست آورده و پس از آن، شمار مول‌های استر مصرف‌شده را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{غلظت محلول سدیم هیدروکسید} = M = \frac{10.a.d}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow M = \frac{10 \times 15 \times 1/2}{40} = 4/5\ mol.L^{-1}$$

$$?\ mol\ \text{استر سنگین} = 0/2\ L\ \text{محلول سدیم هیدروکسید} \times \frac{4/5\ mol\ NaOH}{1\ L\ \text{محلول سدیم هیدروکسید}} \times \frac{1\ mol\ \text{استر سنگین}}{3\ mol\ NaOH} = 0/3\ mol$$

گام سوم: با توجه به فرمول شیمیایی صابون حاصل از این فرایند $(C_{13}H_{27}COONa)$، درصد جرمی کربن را در آن محاسبه می‌کنیم.

$$\text{درصد جرمی اتم‌های کربن} = \frac{\text{تعداد اتم‌های C} \times \text{جرم مولی C}}{\text{جرم مولی کلی ترکیب}} \times 100 = \frac{14 \times 12}{250} \times 100 = 67/2$$

۱۹- گزینه ۳ عبارت‌های أ، پ و ت درست هستند.

بررسی پنج عبارت:

أ ترکیب موردنظر، یک اسید چرب بوده و همانند بنزوئیک اسید، دارای یک گروه عاملی کربوکسیل $(-COOH)$ در ساختار خود است.

ب در مولکول‌های ویتامین (کا) همانند اسید چرب نشان داده‌شده، بخش ناقطبی مولکول بر بخش‌های قطبی آن غلبه دارد.

پ از آن‌جا که در اسیدهای چرب، بخش ناقطبی مولکول بر بخش قطبی آن غلبه دارد، نیروی جاذبهٔ بین‌مولکولی غالب در این مواد از نوع وان‌درووالسی است.

ت فرمول شیمیایی ترکیب موردنظر به صورت $C_{17}H_{35}COOH$ است، پس داریم:

$$\text{تعداد پیوند اشتراکی در یک ترکیب آلی} = \frac{4 \times \text{تعداد اتم C} + 2 \times \text{تعداد اتم O} + 1 \times \text{تعداد اتم H}}{2} = \frac{4 \times 18 + 2 \times 2 + 1 \times 36}{2} = 56$$

ث در مولکول‌های اسید چرب، همانند مولکول‌های اتیلن گلیکول، ۴ جفت‌الکترون ناپیوندی وجود دارد.

۲۰- گزینه ۱ **گام اول:** معادلهٔ واکنش شیمیایی انجام‌شده را می‌نویسیم:

$$C_3H_5(C_{14}H_{29}COO)_3 + 3NaOH \rightarrow C_3H_5(OH)_3 + 3C_{14}H_{29}COONa$$

گام دوم: براساس معادلهٔ این واکنش، جرم صابون به دست آمده را محاسبه می‌کنیم:

$$?\ g\ \text{صابون} = 764\ g\ \text{چربی} \times \frac{1\ mol\ \text{چربی}}{764\ g\ \text{چربی}} \times \frac{3\ mol\ \text{صابون}}{1\ mol\ \text{چربی}} \times \frac{264\ g\ \text{صابون}}{1\ mol\ \text{صابون}} = 792\ g$$

۲۱- گزینه ۳ عبارت‌های أ، ب و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

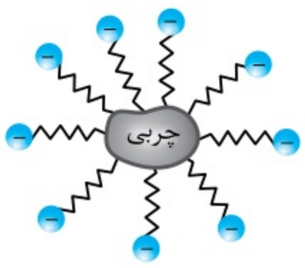
أ استرها در حضور سولفوریک اسید آبکافت شده و به اسید و الکل سازندهٔ خود تجزیه می‌شوند. در مولکول موردنظر، ۳ گروه استری وجود دارد؛ پس این مولکول با سه مولکول آب واکنش داده و سه مولکول اسید چرب را تولید می‌کند.

ب اگر گروه‌های R_1، R_2 و R_3 معادل با C_8H_{17} باشند، فرمول شیمیایی این ترکیب به صورت $C_3H_5(C_8H_{17}COO)_3$ می‌شود.

پ در این ترکیب شیمیایی ۶ اتم اکسیژن و بر روی هر اتم اکسیژن نیز ۲ جفت‌الکترون ناپیوندی قرار دارد؛ در حالی که در اتیلن گلیکول ۲ اتم اکسیژن و بر روی هر اتم اکسیژن نیز ۲ جفت‌الکترون ناپیوندی قرار دارد. به عبارتی شمار الکترون‌های ناپیوندی در این ترکیب، ۳ برابر تعداد این الکترون‌ها در اتیلن گلیکول است.

ت گروه‌های R_1، R_2 و R_3 بخش ناقطبی این مولکول را تشکیل داده و در مجاورت با مولکول‌های صابون، توسط بخش ناقطبی (زنجیرهٔ هیدروکربنی) مولکول‌های صابون جذب می‌شوند.

۲۲- گزینه۲ در هنگام شست‌وشوی لباس‌ها با پاک‌کننده‌های صابونی، ذرات چربی مطابق تصویر مقابل توسط مولکول‌های صابون احاطه شده و از روی لباس پاک می‌شوند:



همان‌طور که مشخص است، ذرات چربی توسط دم هیدروکربنی (بخش ناقطبی) مولکول‌های صابون جذب می‌شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ شربت معده در دستهٔ سوسپانسیون‌ها قرار می‌گیرد. این مخلوط ناهمگن و ناپایدار بوده و با گذشت زمان ته‌نشین می‌شود.

۳ ژله، شیر و رنگ‌های پوششی نمونه‌هایی از کلوئیدها هستند. این مخلوط‌ها شامل توده‌های مولکولی با اندازه‌های متفاوت می‌شوند.

۴ هوای پاک، یک مخلوط همگن است که از کنار هم قرارگرفتن اجزای گازی مختلف تشکیل می‌شود.

۲۳- گزینه۳ عبارت‌های آ، ب و پ درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ اندازهٔ ذره‌های سازندهٔ کلوئیدها از محلول‌ها بزرگ‌تر بوده و اندازهٔ ذرات سازندهٔ سوسپانسیون‌ها نیز از کلوئیدها بزرگ‌تر است.

ب محلول‌های همگن و کلوئیدها پایدار هستند و با گذشت زمان ته‌نشین نمی‌شوند.

پ فرمول شیمیایی پاک‌کننده‌های صابونی به صورت RCOONa است که R یک زنجیرهٔ هیدروکربنی است و بخش ناقطبی صابون را می‌سازد.

ت مخلوط آب و روغن همانند شربت معده ناپایدار است و به محض متوقف‌کردن هم‌زدن آن، اجزای سازندهٔ مخلوط از هم جدا می‌شوند.

۲۴- گزینه۳ شیر، مایونز و رنگ‌های پوششی، نمونه‌هایی از کلوئیدهای مایع به شمار می‌روند؛ در حالی که ژله و سرامیک نمونه‌هایی از کلوئیدهای جامد به حساب می‌آیند؛ پس نمی‌توان گفت همهٔ کلوئیدها حالت مایع دارند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ ظاهر کلوئیدها مشابه به ظاهر محلول‌های همگن است در حالی که رفتار این دسته از مخلوط‌ها مشابه مخلوط‌های ناهمگن است.

۲ سوسپانسیون‌ها در دستهٔ مخلوط‌های ناهمگن قرار داشته و اجزای سازندهٔ آن‌ها ذره‌های ریزماده هستند.

۴ مس (II) سولفات یک مادهٔ محلول در آب است و به همین خاطر، محلول حاصل از انحلال آن در آب نور را از خود عبور می‌دهد.

۲۵- گزینه۲ هر چند که مولکول‌های صابون از دو بخش قطبی و ناقطبی تشکیل شده‌اند، اما هیچ‌کدام از این بخش‌ها بر دیگری غلبه ندارد و به همین خاطر، صابون‌ها هم در آب و هم در چربی‌ها حل می‌شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ مولکول‌های سازندهٔ استرها، همانند اسیدهای چرب از دو بخش قطبی و ناقطبی تشکیل شده و در آب نامحلول هستند.

۳ هر اندازه صابون بتواند مقدار بیشتری از آلاینده‌ها و چربی‌ها را بزداید، قدرت پاک‌کنندگی بیشتری دارد.

۴ با استفاده از صابون‌ها، سطح بهداشت و سلامتی ارتقا یافته و میزان گسترش بیماری‌های مختلف کاهش پیدا می‌کند.

۲۶- گزینه۴ همهٔ عبارت‌های داده‌شده درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ با اضافه‌کردن صابون به مخلوط ناهمگنی از آب و روغن، مولکول‌های صابون از سمت ناقطبی خود، مولکول‌های چربی و از سمت قطبی خود، مولکول‌های آب را جذب می‌کنند. در واقع، مولکول‌های صابون مانند پلی بین آب و روغن قرار گرفته و سبب پخش‌شدن چربی در آب می‌شوند.

ب در مخلوطی از آب و روغن، مولکول‌های صابون توسط زنجیرهٔ هیدروکربنی خود (بخش ناقطبی) به سمت مولکول‌های چربی جذب می‌شوند.

پ میزان چسبندگی لکه‌های چربی بر روی لباس‌های نخی کم‌تر از لباس‌های پلی‌استری است و به همین خاطر، در شرایط یکسان قدرت پاک‌کنندگی صابون‌ها برای زدودن آلودگی‌ها از روی لباس‌های نخی بیشتر از لباس‌های پلی‌استری است.

ت آب دریاها حاوی یون‌های Mg^{2+} و Ca^{2+} است. این یون‌ها با مولکول‌های صابون واکنش داده و به رسوب تبدیل می‌شوند و به این طریق از کارایی و قدرت پاک‌کنندگی صابون می‌کاهند.

۲۷- گزینه۲ یون‌های کلسیم و منیزیم موجود در آب شور مناطق کویری با مولکول‌های صابون واکنش داده و آن‌ها را رسوب می‌دهد. به همین دلیل، صابون در هنگام شست‌وشوی لباس‌ها با آب مناطق کویری به خوبی کف نمی‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ افزودن آنزیم به صابون‌ها، همانند افزایش دمای آب مورد استفاده برای شست‌وشو، قدرت پاک‌کنندگی صابون‌ها را افزایش می‌دهد.

۳ نیروی بین مولکولی میان هگزان و بنزین، همانند نیروی بین مولکولی در مخلوط وازلین و روغن زیتون، از نوع وان‌درووالسی است.

۴ از آن‌جا که در گروه کربوکسیل دو اتم اکسیژن و در گروه هیدروکسیل یک اتم اکسیژن وجود دارد، با جایگزین‌کردن گروه کربوکسیل موجود در یک اسید چرب با گروه هیدروکسیل، قدرت بخش قطبی مولکول کاهش پیدا می‌کند و انحلال‌پذیری ترکیب موردنظر در آب نیز کم‌تر می‌شود.

۲۸- گزینهٔ ۴ **گام اول:** پاک‌کنندهٔ موردنظر جامد و سیرشده است؛ پس فرمول شیمیایی آن به صورت $C_nH_{2n+1}COONa$ می‌شود. از آن‌جا که در این مولکول، زنجیرهٔ هیدروکربنی دارای ۱۷ اتم کربن می‌باشد، پس فرمول شیمیایی کلی آن به صورت $C_{17}H_{35}COONa$ است.

گام دوم: معادلهٔ واکنش انجام‌شده را می‌نویسیم و جرم پاک‌کنندهٔ مصرف‌شده را محاسبه می‌کنیم:

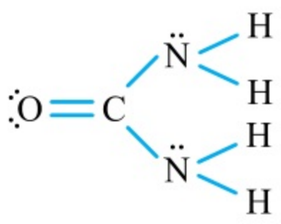
معادلهٔ واکنش: $2C_{17}H_{35}COONa(aq) + Ca^{2+}(aq) \rightarrow (C_{17}H_{35}COO)_2Ca(s) + 2Na^+(aq)$

$$?\,g\ \text{صابون} = 0/5\ mol\,Ca^{2+} \times \frac{2\ mol\ \text{صابون}}{1\ mol\,Ca^{2+}} \times \frac{306\ g\ \text{صابون}}{1\ mol\ \text{صابون}} = 306\ g$$

گام سوم: با توجه به فرمول شیمیایی رسوب حاصل، نسبت میان جرم اتم‌های C به اتم‌های Ca را به دست می‌آوریم:

$$\frac{\text{مجموع جرم اتم‌های کربن موجود در رسوب}}{\text{مجموع جرم اتم‌های کلسیم موجود در رسوب}} = \frac{2\times18\times12}{1\times40} = 10/8$$

۲۹- گزینهٔ ۲ فرمول شیمیایی گروه کربوکسیل به صورت $-COOH$ است در حالی که گروه عاملی موجود در مولکول‌های صابون به صورت $-COO^-$ بوده و یک اتم هیدروژن کم‌تر از گروه کربوکسیل دارد.



بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) ساختار مولکول‌های اوره به صورت مقابل است.
همان‌طور که مشخص است در این مولکول ۸ جفت‌الکترون پیوندی و ۸ اتم وجود دارد.

۳) از شیمی دهم به یاد داریم که یون‌های منیزیم و کلسیم، همانند یون‌های آهن (III)، کلرید و ... از جمله یون‌های موجود در آب‌های شیرین هستند.

۴) در صورت استفاده از صابون و آب شور برای شست‌وشوی لباس‌ها، مولکول‌های صابون با کاتیون‌های موجود در آب واکنش داده و رسوب حاصل از این فرایند بر روی لباس‌ها لکه‌های سفیدرنگی را بر جای می‌گذارد.

۳۰- گزینهٔ ۳ عبارت‌های ب، پ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

ا قسمت D از مولکول‌های صابون، گروه $-COO^-$ از این مولکول‌ها را نشان می‌دهد. از آن‌جا که این بخش بار منفی دارد، توسط سر مثبت (اتم‌های هیدروژن مولکول‌های آب) جذب و احاطه می‌شود.

ب بخش E، قسمت ناقطبی مولکول‌های صابون را نشان می‌دهد. بین این بخش و ذرات چربی، نیروی وان‌درووالسی وجود دارد.

پ روغن چگالی کم‌تری نسبت به آب دارد و در صورت مخلوط‌شدن با آب، بر روی سطح آب قرار می‌گیرد.

ت با افزودن منیزیم کلرید به این مخلوط، مولکول‌های صابون با یون‌های منیزیم واکنش داده و به رسوب تبدیل می‌شوند. حذف‌شدن مولکول‌های صابون از این مخلوط، سبب جداشدن مجدد آب و روغن می‌شود.

۳۱- گزینهٔ ۲ فرمول شیمیایی صابون موردنظر به صورت $C_{14}H_{29}COONa$ بوده و براساس معادلهٔ زیر با یون‌های منیزیم و کلسیم واکنش می‌دهد:

$$M^{2+}(aq) + 2C_{14}H_{29}COONa(aq) \rightarrow (C_{14}H_{29}COO)_2M(s) + 2Na^+(aq)$$

چون بار یون‌های Mg^{2+} و Ca^+ برابر با هم است، با قراردادن هر یک از این یون‌ها در معادلهٔ فوق، تغییری در ضرایب اجزای شرکت‌کننده در واکنش ایجاد نمی‌شود، پس این دو یون را معادل با یون M^{2+} در نظر گرفته و شمار مول‌های هر یک از آن‌ها را در ۱ لیتر آب به دست می‌آوریم.

$$?\,mol\,Mg^{2+} = 1\ L\ \text{آب} \times \frac{1000\ mL\ \text{آب}}{1\ L\ \text{آب}} \times \frac{1/25\ g\ \text{آب}}{1\ mL\ \text{آب}} \times \frac{72\ g\,Mg^{2+}}{10^6\ g\ \text{آب}} \times \frac{1\ mol\,Mg^{2+}}{24\ g\,Mg^{2+}} = 3/75\times10^{-3}\ mol$$

$$?\,mol\,Ca^{2+} = 1\ L\ \text{آب} \times \frac{1000\ mL\ \text{آب}}{1\ L\ \text{آب}} \times \frac{1/25\ g\ \text{آب}}{1\ mL\ \text{آب}} \times \frac{80\ g\,Ca^{2+}}{10^6\ g\ \text{آب}} \times \frac{1\ mol\,Ca^{2+}}{40\ g\,Ca^{2+}} = 2/5\times10^{-3}\ mol$$

در هر لیتر از این نمونهٔ آب دریا، $3/75\times10^{-3}$ مول یون منیزیم و $2/5\times10^{-3}$ مول یون کلسیم وجود دارد؛ پس مجموع غلظت مولی این یون‌ها در نمونهٔ آب موردنظر برابر $6/25\times10^{-3}$ مول بر لیتر است. با توجه به مجموع غلظت مولی یون‌ها، حجم آب مورد نیاز را به دست می‌آوریم:

$$?\,L\ \text{آب دریا} = 1\ mol\ \text{صابون} \times \frac{1\ mol\,M^{2+}}{2\ mol\ \text{صابون}} \times \frac{1\ L\ \text{آب دریا}}{6/25\times10^{-3}\ mol\,M^{2+}} = 80\ L$$

۳۲- گزینهٔ ۲ معادلهٔ واکنش انجام‌شده به صورت زیر است:

$$2C_{16}H_{33}COONa(aq) + Mg^{2+}(aq) \rightarrow (C_{16}H_{33}COO)_2Mg(s) + 2Na^+(aq)$$

با توجه به معادلهٔ واکنش، جرم رسوب تولیدشده را محاسبه می‌کنیم:

روش اول (ضریب تبدیل):
$$?\,g\ \text{رسوب} = 14/6\ g\ \text{صابون} \times \frac{1\ mol\ \text{صابون}}{292\ g\ \text{صابون}} \times \frac{1\ mol\ \text{رسوب}}{2\ mol\ \text{صابون}} \times \frac{562\ g\ \text{رسوب}}{1\ mol\ \text{رسوب}} = 14/05\ g$$

روش دوم (تناسب):
$$\frac{\text{جرم صابون}}{\text{جرم مولی صابون}\times\text{ضریب}} = \frac{\text{جرم رسوب}}{\text{جرم مولی رسوب}\times\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{14/6}{2\times292} = \frac{x}{1\times562} \Rightarrow x = 14/05\ g$$

۳۳- گزینه۲ معادلهٔ واکنش انجام‌شده به صورت زیر است:

$$۲C_{۱۳}H_{۲۷}COONa(aq) + Ca^{۲+}(aq) \rightarrow (C_{۱۳}H_{۲۷}COO)_۲Ca(s) + ۲Na^{+}(aq)$$

با توجه به معادلهٔ واکنش، جرم یون کلسیم مصرف‌شده را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mg\,Ca^{۲+} = ۱\,g\ \text{صابون} \times \frac{۱\,mol\ \text{صابون}}{۲۵۰\,g\ \text{صابون}} \times \frac{۱\,mol\,Ca^{۲+}}{۲\,mol\ \text{صابون}} \times \frac{۴۰\,g\,Ca^{۲+}}{۱\,mol\,Ca^{۲+}} \times \frac{۱۰۰۰\,mg\,Ca^{۲+}}{۱\,g\,Ca^{۲+}} = ۸۰\,mg$$

۳۴- گزینه۴ **گام اول:** واکنش استر موردنظر با محلول سدیم هیدروکسید را نوشته و مقدار مول‌های صابون حاصل را محاسبه می‌کنیم:

$$C_۳H_۵(C_{۱۵}H_{۳۱}COO)_۳ + ۳NaOH \rightarrow C_۳H_۵(OH)_۳ + ۳C_{۱۵}H_{۳۱}COONa$$

$$?\,mol\ \text{صابون} = ۴۰۳\,g\ \text{استر سنگین} \times \frac{۱\,mol\ \text{استر سنگین}}{۸۰۶\,g\ \text{استر سنگین}} \times \frac{۳\,mol\ \text{صابون}}{۱\,mol\ \text{استر سنگین}} = ۱/۵\,mol$$

گام دوم: معادلهٔ واکنش میان صابون حاصل از این فرایند با محلول کلسیم کلرید را مشخص کرده و حجم محلول مورد نیاز را محاسبه می‌کنیم:

$$۲C_{۱۵}H_{۳۱}COONa(aq) + CaCl_۲(aq) \rightarrow (C_{۱۵}H_{۳۱}COO)_۲Ca(s) + ۲NaCl(aq)$$

$$?\,L\ \text{محلول} = ۱/۵\,mol\ \text{صابون} \times \frac{۱\,mol\,CaCl_۲}{۲\,mol\ \text{صابون}} \times \frac{۱\,L\ \text{محلول}}{۱/۵\,mol\,CaCl_۲} = ۰/۵\,L$$

۳۵- گزینه۳ فرمول شیمیایی کلی پاک‌کننده‌های غیرصابونی به صورت $RC_۶H_۴SO_۳Na$ است. مولکول‌های چربی در مجاورت با این نوع از پاک‌کننده‌ها به بخش ناقطبی مولکول‌های موردنظر (زنجیرهٔ هیدروکربنی یا همان گروه R) می‌چسبند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) شیمی‌دان‌ها برای اولین بار پاک‌کننده‌های غیرصابونی را با استفاده از بنزن و دیگر مواد اولیه در صنایع پتروشیمی تولید کرده‌اند.

۲) صابون‌ها در همهٔ شرایط به خوبی عمل نمی‌کنند و استفاده از آن‌ها در محیط‌های گوناگون مانند سفرهای دریایی و صنایع وابسته به آب شور پاسخگوی نیاز انسان‌ها نبود.

۴) از آن‌جا که بار الکتریکی گروه‌های $-COO^-$ و $-SO_۳^-$ مشابه به هم است، نسبت استوکیومتری آنیون به کاتیون در پاک‌کننده‌های غیرصابونی مشابه پاک‌کننده‌های صابونی می‌باشد.

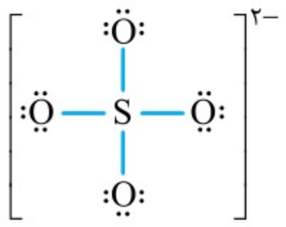
۳۶- گزینه۴ پس از شستن لکه‌های چربی با آب و صابون، بخش ناقطبی مولکول‌های صابون (زنجیرهٔ هیدروکربنی) به سمت داخل قطره‌های چربی و بخش قطبی مولکول‌های صابون نیز به سمت بیرون قرار می‌گیرند.

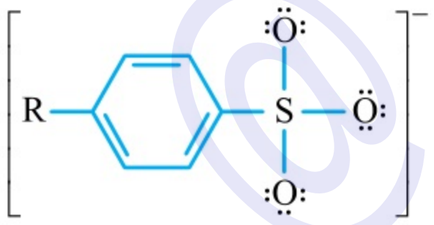
بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) قدرت پاک‌کننده‌های غیرصابونی بیشتر از پاک‌کننده‌های صابونی است. از آن‌جا که گروه $-SO_۳^-$ در واکنش با کاتیون‌های موجود در آب سخت به رسوب تبدیل نمی‌شود، پاک‌کننده‌های صابونی در آب‌های سخت نیز قدرت پاک‌کنندگی خود را حفظ می‌کنند.

۲) بخش ناقطبی موجود در مولکول‌های پاک‌کننده‌های غیرصابونی، از اتصال یک حلقهٔ بنزنی به یک زنجیرهٔ هیدروکربنی (R) تشکیل می‌شود. در ساختار حلقهٔ بنزنی در حالت عادی ۳ پیوند دوگانه وجود دارد. علاوه بر این، بخش R نیز می‌تواند سیرنشده باشد.

۳) ساختار لوویس یون سولفات و پاک‌کننده‌های غیرصابونی به صورت زیر است:

یون سولفات: 

پاک‌کنندهٔ غیرصابونی: 

۳۷- گزینه۳ عبارت‌های آ، ب و پ درست هستند.

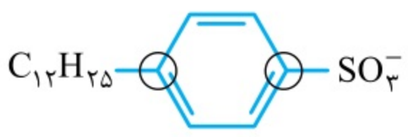
بررسی پنج عبارت:

آ) تصویر نشان‌داده‌شده، مربوط به پاک‌کنندهٔ غیرصابونی است. قدرت پاک‌کنندگی این دسته از مواد بیشتر از قدرت پاک‌کنندگی صابون‌ها است.

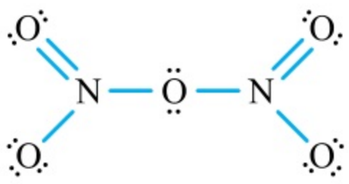
ب) پاک‌کننده‌های غیرصابونی را با استفاده از مواد پتروشیمیایی و طی واکنش‌های پیچیده تولید می‌کنند.

پ) فرمول شیمیایی این پاک‌کننده‌ها به صورت $C_{۱۸}H_{۲۹}SO_۳Na$ است. با توجه به فرمول شیمیایی این ترکیب، جرم مولی آن برابر ۳۴۸ گرم بوده و در هر مول از آن ۲۹ گرم هیدروژن وجود خواهد داشت.

ت) دو مورد از اتم‌های کربن موجود در ساختار این پاک‌کننده‌ها، به هیچ اتم هیدروژنی متصل نیستند. این اتم‌های کربن در تصویر مقابل مشخص شده‌اند.



ث) پاک‌کننده‌های غیرصابونی با یون‌های کلسیم وارد واکنش نشده و رسوبی ایجاد نمی‌کنند.

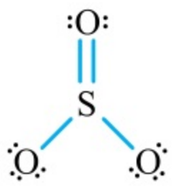


۳۸- گزینه ٤ در بخش آنیونی این پاک‌کنندهٔ غیرصابونی، ۳ پیوند دوگانه وجود دارد. ساختار مولکولی مقابل نیز مربوط به دی‌نیتروژن پنتااکسید (N_2O_5) است که در آن ۲ پیوند دوگانه وجود دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) فرمول شیمیایی بخش آنیونی سازندهٔ این ترکیب شیمیایی به صورت $C_{18}H_{29}SO_3^-$ است.

۲) در بخش آنیونی این پاک‌کنندهٔ غیرصابونی، ۹ جفت‌الکترون ناپیوندی وجود دارد. تصویر مقابل نیز ساختار لوویس SO_3 را نشان می‌دهد که در آن ۸ جفت‌الکترون ناپیوندی وجود دارد.



۳) پاک‌کننده‌های غیرصابونی با محلول‌های دارای یون Mg^{2+} وارد واکنش نشده و هیچ رسوبی تولید نمی‌کنند.

۳۹- گزینه ۲ میزان چسبندگی ذرات و لکه‌های چربی به الیاف پلی‌استری، بیشتر از الیاف نخی (ساخته‌شده از پنبه) است.

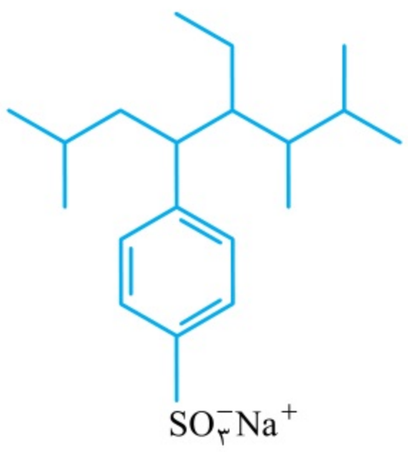
بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) صابون‌ها را از واکنش چربی‌های جانوری و یا روغن‌های گیاهی با محلول سدیم هیدروکسید تهیه می‌کنند در حالی که پاک‌کننده‌های غیرصابونی را از مواد پتروشیمیایی و طی واکنش‌های پیچیده تولید می‌کنند.

۳) با افزایش دمای آب، درصد لکه‌های به جا مانده بر روی لباس‌ها کاهش یافته و قدرت پاک‌کنندگی صابون‌ها بیشتر می‌شود.

۴) چون ذرات موجود در کلوئیدها و سوسپانسیون‌ها از ذرات موجود در محلول‌ها بزرگ‌تر هستند، کلوئیدها و سوسپانسیون‌ها می‌توانند نور را پخش کنند.

۴۰- گزینه ۳ ساختار مولکولی پاک‌کنندهٔ موردنظر به صورت مقابل بوده و فرمول شیمیایی گروه R موجود در آن نیز معادل با $C_{13}H_{27}-$ است. با توجه به فرمول بخش R، فرمول شیمیایی کلی این ترکیب به صورت $C_{19}H_{31}SO_3Na$ و جرم مولی آن برابر ۳۶۲ گرم است.



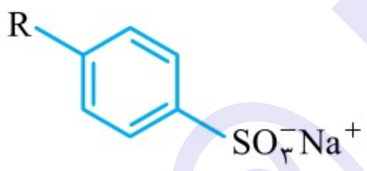
۴۱- گزینه ۲ ساختار پاک‌کنندهٔ موردنظر به صورت مقابل خواهد بود.



اگر مقدار n برابر ۱۴ باشد، فرمول شیمیایی پاک‌کنندهٔ موردنظر به صورت $C_{20}H_{33}SO_3Na$ می‌شود. از طرفی می‌دانیم که پاک‌کننده‌های غیرصابونی با کاتیون‌های موجود در آب سخت واکنش نمی‌دهند و به همین خاطر، در صورت استفاده از این پاک‌کننده‌ها برای شست‌وشوی لباس‌ها با آب دریا، لکه‌ای بر روی لباس به جا نمی‌ماند.

۴۲- گزینه ٤ فقط عبارت (آ) درست است.

بررسی چهار عبارت:



آ) مخلوطی از آب، صابون و روغن، یک کلوئید است. این مخلوط پایدار بوده و ظاهری شبیه به محلول‌های همگن دارد.

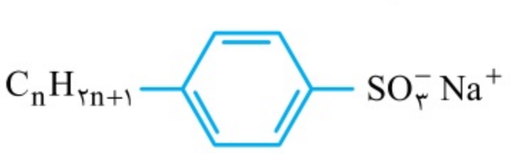
ب) فرمول کلی پاک‌کننده‌های غیرصابونی به صورت مقابل است:

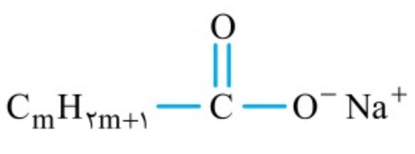
همان‌طور که مشخص است، در ساختار این پاک‌کننده، یک گروه با فرمول SO_3^- به قسمت هیدروکربنی متصل شده است.

پ) دو مورد از اتم‌های کربن سازنده در حلقهٔ بنزنی موجود در پاک‌کننده‌های غیرصابونی به هیچ اتم هیدروژنی توسط پیوند اشتراکی متصل نشده‌اند.

ت) فراوان‌ترین کاتیون موجود در آب دریاها، Na^+ است و همان‌طور که می‌دانیم، افزایش غلظت این یون تأثیری بر قدرت پاک‌کنندگی صابون‌ها ندارد.

۴۳- گزینه ۲ با توجه به این‌که بخش‌های R و R' سیرشده هستند، فرمول ساختاری این پاک‌کننده‌ها به صورت زیر درمی‌آید:





با توجه به برابربودن جرم مولی این ترکیب‌ها، تفاوت مقدار m و n را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{جرم مولی پاک‌کنندهٔ صابونی} = \text{جرم مولی پاک‌کنندهٔ غیرصابونی} \Rightarrow (12n+2n+1)+(156)+23=(12m+2m+1)+(44)+(23)$$

$$\Rightarrow 14n+180=14m+68 \Rightarrow 14n+112=14m \xrightarrow{\div 14} n+8=m$$

از طرف مقابل، تعداد اتم‌های کربن موجود در بخش $(m)R'$، ۱/۸ برابر تعداد اتم‌های کربن موجود در بخش $(n)R$ است؛ پس داریم:

$$n+8=m \xrightarrow{m=1/8n} n+8=1/8n \Rightarrow 8=0/8n \Rightarrow n=10, m=18$$

در مرحلهٔ بعد، با توجه به مقادیر m و n، فرمول شیمیایی هر ترکیب و درصد جرمی اتم‌های اکسیژن موجود در هر ترکیب را محاسبه می‌کنیم:

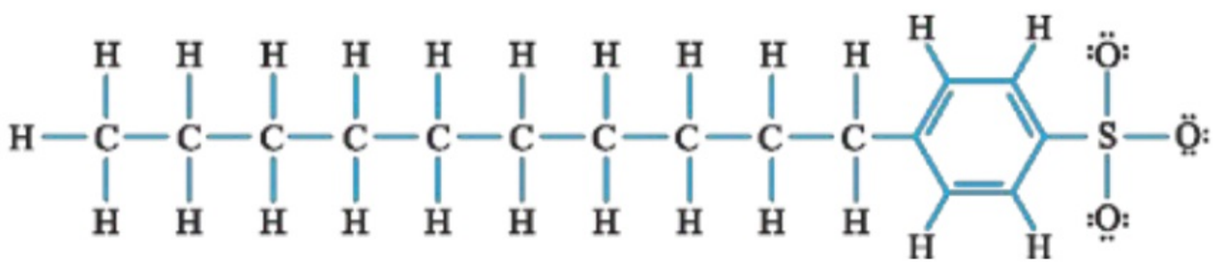
$$\left.\begin{array}{l} \text{پاک‌کنندهٔ صابونی: } C_{18}H_{37}COONa \\ \text{درصد جرمی } O = \dfrac{\text{۲} \times \text{جرم اتم O}}{\text{جرم مولی کلی}} \times ۱۰۰ = \dfrac{۱۶ \times ۲}{۳۲۰} \times ۱۰۰ = ۱۰ \\ \text{پاک‌کنندهٔ غیرصابونی: } C_{16}H_{25}SO_3Na \\ \text{درصد جرمی } O = \dfrac{\text{۳} \times \text{جرم اتم O}}{\text{جرم مولی کلی}} \times ۱۰۰ = \dfrac{۱۶ \times ۳}{۳۲۰} \times ۱۰۰ = ۱۵ \end{array}\right\} \text{تفاوت درصد جرمی} = ۱۵ - ۱۰ = ۵$$

۴۴- گزینهٔ ۴ همهٔ عبارت‌های داده‌شده درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ) پاک‌کننده‌های غیرصابونی، پس از پاک‌کننده‌های صابونی و برای مقابله با چالش‌های ایجادشده در روند تولید این پاک‌کننده‌ها وارد بازار شدند. پاک‌کننده‌های غیرصابونی را می‌توان در مقیاس انبوه با قیمت مناسب تولید کرد.

ب) فرمول شیمیایی آنیون سازندهٔ این ترکیب را می‌توان به صورت $C_{10}H_{21}-C_6H_4-SO_3^-$ تفکیک کرد. فرمول ساختاری این ترکیب به صورت مقابل است:



همان‌طور که مشخص است، در این ترکیب ۴۸ پیوند بین اتم‌ها وجود دارد.

پ) پاک‌کننده‌های غیرصابونی، مثل صابون‌ها، از دو بخش قطبی و ناقطبی تشکیل شده و در چربی‌ها و آب حل می‌شوند.

ت) از پاک‌کننده‌های خورنده می‌توان برای بازکردن راه لوله‌ها و مسیرهای بسته‌شده بر اثر رسوب چربی استفاده کرد.

۴۵- گزینهٔ ۴ صابون‌های مایع، نمک پتاسیم یا آمونیوم اسیدهای چرب بوده و از آن‌ها برای زدودن لکه‌های چربی استفاده می‌شود.

بررسی گزینه‌های نادرست:

۱) از واکنش روغن‌های گیاهی مثل روغن زیتون با محلول سدیم هیدروکسید، پاک‌کننده‌های صابونی تولید می‌شوند.

۲) صابون، همانند محلول سدیم هیدروکسید خاصیت بازی دارد و رنگ کاغذ pH در مجاورت با آن آبی می‌شود.

۳) طی واکنش مخلوط آلومینیم و سدیم هیدروکسید با آب، مقداری گرما آزاد می‌شود؛ پس مقدار ΔH این واکنش منفی است.

۴۶- گزینهٔ ۱ محلول جوهرنمک (هیدروکلریک اسید) خاصیت اسیدی داشته و همانند سفیدکننده‌ها در دستهٔ پاک‌کننده‌های خورنده قرار می‌گیرد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) صابون‌ها در واکنش با کاتیون‌های موجود در آب شور به رسوب تبدیل شده و کارایی خود را از دست می‌دهند.

۳) چون وازلین دارای مولکول‌های ناقطبی است و در آب حل نمی‌شود، از آب نمی‌توان برای پاک‌کردن لکه‌های این ماده استفاده کرد.

۴) پاک‌کننده‌های خورنده، خاصیت خورندگی دارند و از نظر شیمیایی فعال هستند و به همین خاطر، نباید با پوست تماس داشته باشند.

۴۷- گزینهٔ ۳ عبارت‌های آ، پ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ) برای پاک‌کردن آلودگی‌هایی که به صورت رسوب بر روی سطوح مختلف ته‌نشین می‌شوند، باید از پاک‌کننده‌هایی استفاده کنیم که بتوانند با این آلودگی‌ها واکنش بدهند و آن‌ها را به مواد محلول تبدیل کنند.

ب) در واکنش صابونی‌شدن روغن‌های گیاهی، به ازای مصرف هر مول روغن، ۳ مول NaOH مصرف شده و ۳ مول صابون تولید می‌شود.

پ) مخلوط سدیم هیدروکسید و پودر آلومینیم، نوعی پاک‌کنندهٔ خورنده به شمار می‌رود. این پاک‌کننده در واکنش با آب سبب تولید گاز هیدروژن می‌شود. گاز H_2 تولیدشده در این فرایند، به درون رسوب‌های تشکیل‌شده در دیوارهٔ لوله‌ها نفوذ می‌کند و سبب خردشدن آن‌ها و نفوذ بهتر پاک‌کنندهٔ موردنظر به درون رسوب‌ها می‌شود.

ت) از واکنش میان چربی جانوری و یا روغن‌های گیاهی با محلول سدیم هیدروکسید، صابون تولید می‌شود.

۴۸- گزینهٔ ۲ صابون مراغه، همانند سایر پاک‌کننده‌های صابونی خاصیت بازی دارد و از آن برای شست‌وشوی موهای چرب استفاده می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) برای تهیهٔ صابون مراغه، پیه گوسفند (یک نوع چربی جانوری) را با سود سوزآور مخلوط کرده و می‌جوشانند.

۳) با افزایش مقدار افزودنی‌های موجود در صابون، احتمال بروز عوارض جانبی در زمان استفاده از آن‌ها افزایش پیدا می‌کند.

۴) از صابون‌های گوگرددار جهت از بین بردن جوش‌های صورت و هم‌چنین قارچ‌های پوستی استفاده می‌شود.

۴۹- گزینهٔ ۱ همهٔ عبارت‌های داده‌شده درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ) در صورت افزودن مواد فسفات‌دار به پاک‌کننده‌های صابونی، یون‌های فسفات موجود در این مواد با یون‌های کلسیم و منیزیم موجود در آب‌های سخت واکنش داده و آن‌ها را به رسوب تبدیل می‌کنند. با خارج‌شدن این یون‌ها از آب، دیگر اختلالی در کار پاک‌کننده‌های صابونی ایجاد نمی‌شود و قدرت پاک‌کنندگی آن‌ها کاهش نمی‌یابد.

ب به منظور افزایش خاصیت ضدعفونی‌کنندگی و میکروب‌کشی صابون‌ها، به آن‌ها مواد شیمیایی کلردار اضافه می‌شود.

پ قدرت پاک‌کنندگی صابون‌ها به مقدار صابون، دمای آب مورد استفاده، نوع آب و نوع پارچه بستگی دارد.

ت مصرف زیاد شوینده‌ها و تنفس بخار آن‌ها، عوارض پوستی و بیماری‌های تنفسی ایجاد می‌کند.

۵۰- گزینه ۱ نمک کلسیم فسفات، یک نمک نامحلول در آب است و با ورود به آب، ساختار بلوری خود را حفظ می‌کند. به همین علت، در صورت افزودن این نمک به پاک‌کننده‌های صابونی، تغییری در قدرت پاک‌کنندگی آن‌ها ایجاد نمی‌شود و یون‌های موجود در آب سخت نیز از آن خارج نمی‌شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ بنزن، یکی از مواد اولیهٔ مورد استفاده در پتروشیمی است که به طور مستقیم در نفت خام وجود دارد. از این ماده برای تولید پاک‌کننده‌های غیرصابونی نیز استفاده می‌شود.

۳ با افزودن آنزیم به پاک‌کننده‌های صابونی، همانند استفاده از آب گرم برای شست‌وشو، قدرت پاک‌کنندگی صابون افزایش می‌یابد.

۴ با افزودن پودر صابون به مخلوط ناهمگن آب و روغن، ذرات روغن در آب پخش شده و یک کلوئید پایدار به دست می‌آید.

۵۱- گزینه ۱ با افزودن پتاسیم فسفات به مخلوط آب و صابون، یون‌های پتاسیم در محلول آزاد می‌شوند. از آن‌جا که این کاتیون‌ها با مولکول‌های صابون واکنش نمی‌دهند، پس رسوبی هم تشکیل نمی‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ معروف‌ترین صابون سنتی ایران، صابون مراغه است. برای تهیهٔ این صابون، پیه گوسفند را با محلول سود سوزآور می‌جوشانند.

۳ با افزایش مقدار مواد شیمیایی موجود در شوینده‌ها، احتمال ایجاد عوارض جانبی توسط آن‌ها افزایش پیدا می‌کند.

۴ رسوب تشکیل‌شده بر روی دیوارهٔ کتری‌ها، لوله‌ها، آبراه‌ها و دیگ‌های بخار آن‌چنان به این سطح‌ها می‌چسبند که به کمک صابون‌ها و پاک‌کننده‌های غیرصابونی نمی‌توان آن‌ها را پاک کرد. در چنین شرایطی به پاک‌کننده‌هایی نیاز داریم که بتوانند با این رسوب‌ها و آلودگی‌ها واکنش بدهند.

۵۲- گزینه ۴ یون‌های کلسیم و منیزیم براساس معادله‌های زیر با یون‌های فسفات واکنش می‌دهند.

$$3Ca^{2+}(aq) + 2PO_4^{3-}(aq) \rightarrow Ca_3(PO_4)_2(s) \qquad 3Mg^{2+}(aq) + 2PO_4^{3-}(aq) \rightarrow Mg_3(PO_4)_2(s)$$

درصد جرمی هر یک از یون‌های کلسیم و منیزیم را برابر با $a\%$ در نظر گرفته و جرم یون فسفات مورد نیاز برای خارج‌کردن آن‌ها را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{جرم یون } Mg^{2+}: ? \text{ g } PO_4^{3-} = 1 \text{ L آب} \times \frac{1000 \text{ mL آب}}{1 \text{ L آب}} \times \frac{1/2 \text{ g آب}}{1 \text{ mL آب}} \times \frac{a \text{ g } Mg^{2+}}{100 \text{ g آب}} \times \frac{1 \text{ mol } Mg^{2+}}{24 \text{ g } Mg^{2+}} \times \frac{2 \text{ mol } PO_4^{3-}}{3 \text{ mol } Mg^{2+}} \times \frac{95 \text{ g } PO_4^{3-}}{1 \text{ mol } PO_4^{3-}} = \frac{95a}{3} \text{ g}$$

$$\text{جرم یون } Ca^{2+}: ? \text{ g } PO_4^{3-} = 1 \text{ L آب} \times \frac{1000 \text{ mL آب}}{1 \text{ L آب}} \times \frac{1/2 \text{ g آب}}{1 \text{ mL آب}} \times \frac{a \text{ g } Ca^{2+}}{100 \text{ g آب}} \times \frac{1 \text{ mol } Ca^{2+}}{40 \text{ g } Ca^{2+}} \times \frac{2 \text{ mol } PO_4^{3-}}{3 \text{ mol } Ca^{2+}} \times \frac{95 \text{ g } PO_4^{3-}}{1 \text{ mol } PO_4^{3-}} = \frac{95a}{5} \text{ g}$$

در مرحلهٔ آخر، مجموع جرم یون‌های فسفات مصرف‌شده را به دست آورده و مقدار حاصل را برابر با مقدار داده‌شده در صورت سؤال قرار می‌دهیم تا درصد جرمی هر یک از یون‌ها (a) به دست بیاید.

$$\frac{95a}{3} \text{ g} + \frac{95a}{5} \text{ g} = \frac{152a}{3} \text{ g} = 7/6 \text{ g} \Rightarrow a = 0/15$$

۵۳- گزینه ۲ عبارت‌های آ و ب درست هستند.

آ اغلب داروها ترکیب‌هایی با خاصیت اسیدی $(pH < 7)$ یا بازی $(pH > 7)$ هستند.

ب بازها مزهٔ تلخ دارند در حالی که اسیدها مزهٔ ترش دارند. به عنوان مثال، استیک اسید یک اسید خواکی با مزهٔ ترش است.

پ اغلب میوه‌ها از جمله مرکبات حاوی ترکیب‌های اسیدی بوده و pH آن‌ها کم‌تر از ۷ است.

ت اسیدها، همانند اغلب بازها خاصیت خورندگی دارند و در صورت تماس آن‌ها با پوست، به آن آسیب می‌رسانند.

۵۴- گزینه ۲ اسیدها با اغلب عناصر فلزی واکنش داده و گاز H_2 تولید می‌کنند؛ در حالی که با برخی از فلزها مثل طلا و نقره واکنش نمی‌دهند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ برگشت محتویات اسیدی معده به مری، ریفلاکس نام دارد که سبب سوزش معده و درد شدید در ناحیهٔ سینه می‌شود.

۳ سوانت آرنیوس نخستین کسی بود که اسیدها و بازها را بر یک مبنای علمی و در هنگام کار بر روی رسانایی الکتریکی محلول‌ها توصیف کرد.

۴ یاخته‌های (سلول‌های) دیوارهٔ معده به منظور کشتن جانداران ذره‌بینی موجود در غذا و فعال‌کردن آنزیم‌های گوارشی، $HCl(aq)$ ترشح می‌کنند.

۵۵- گزینه ۳ عبارت‌های آ، پ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ بازها مزهٔ تلخ دارند. این دسته از مواد در تماس با پوست، همانند صابون‌ها احساس لیزی ایجاد می‌کنند.

ب برخی از پاک‌کننده‌های خورنده مثل سدیم هیدروکسید خاصیت بازی داشته و برخی از آن‌ها مثل جوهرنمک خاصیت اسیدی دارند.

پ برای تولید صابون مراغه، پیه گوسفند را به همراه محلول سدیم هیدروکسید که محلولی با خاصیت بازی است، می‌جوشانند.

ت از نوعی صابون سنتی در تنورهای نان سنگک برای چرب‌کردن سطح سنگ‌های موجود در تنور استفاده می‌شود.

۵۶- گزینه۱ آهک یک اکسید بازی است که از آن برای کاهش میزان اسیدی‌بودن خاک و افزایش pH آن استفاده می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ فاضلاب‌های صنعتی، همانند شوینده‌ها خاصیت اسیدی یا بازی دارند و در صورت ورود به محیط، سبب تغییر pH محیط می‌شوند.

۳ نوعی پاک‌کننده که به شکل پودر عرضه می‌شود، شامل مخلوط سدیم هیدروکسید و پودر آلومینیم می‌شود. از این پاک‌کننده برای بازکردن مجاری مسدودشده در برخی از وسایل و دستگاه‌های صنعتی استفاده می‌شود.

۴ نوع پارچه، دما و نوع آب و مقدار صابون مورد استفاده از جمله عوامل مؤثر بر قدرت پاک‌کنندگی صابون به شمار می‌روند.

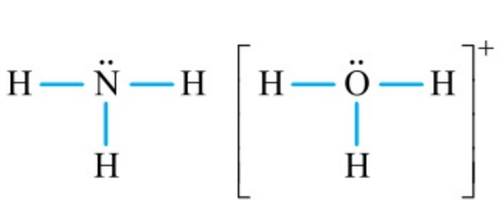
۵۷- گزینه۲ براساس یافته‌های تجربی آرنیوس، محلول‌های اسیدی و بازی رسانای جریان الکتریکی هستند، اما میزان رسانایی الکتریکی این محلول‌ها با یکدیگر یکسان نیست چرا که غلظت آنیون‌ها و کاتیون‌ها موجود در این محلول‌ها با هم برابر نیست.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ شواهد علمی نشان می‌دهند پیش از آن‌که ساختار اسیدها و بازها شناخته شود، شیمی‌دان‌ها افزون بر ویژگی‌های این مواد، با برخی از واکنش‌های آن‌ها نیز آشنا بودند.

۳ خاصیت‌های اسیدی محلول‌ها را به وجود یون هیدرونیوم (H_3O^+) و خواص بازی آن‌ها را به وجود یون‌های هیدروکسید (OH^-) نسبت می‌دهند.

۴ ساختار لوویس یون هیدرونیوم و مولکول آمونیاک به صورت مقابل است:



همان‌طور که مشخص است در هر یک از این گونه‌ها یک جفت‌الکترون ناپیوندی وجود دارد.

۵۸- گزینه۱ فقط عبارت أ درست است.

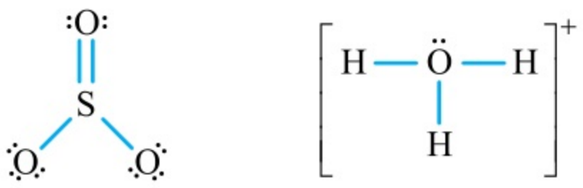
بررسی چهار عبارت:

أ سدیم هیدروکسید ($NaOH$)، یک باز آرنیوس بوده و به هنگام انحلال در آب، غلظت یون هیدروکسید (OH^-) را افزایش می‌دهد.

ب گاز هیدروژن فلوئورید (HF) یک اسید آرنیوس بوده و به هنگام انحلال در آب، فقط بخشی از مولکول‌های آن به یون‌های H^+ و F^- تفکیک می‌شوند؛ در حالی که بقیهٔ مولکول‌های $HF(aq)$ به صورت دست‌نخورده در محلول باقی می‌مانند. *این یک نتیجه‌گیری ساده بود از شکل کتاب درسی اما یه کمی جلوتر، با دلایل علمی این قضیه به طور کامل آشنا می‌شین.*

پ یون هیدرونیوم، یک کاتیون چنداتمی است. در آنیون‌ها و کاتیون‌های چنداتمی، بار یون متعلق به کل یون بوده و به اتم خاصی تعلق ندارد.

ت ساختار لوویس مولکول‌های SO_3 و یون‌های H_3O^+ به صورت مقابل است:



در یون H_3O^+، ۳ پیوند اشتراکی و در مولکول SO_3 نیز ۴ پیوند اشتراکی وجود دارد.

۵۹- گزینه۳ در واکنش $NaH(aq) + H_2O(l) \rightarrow H_2(g) + NaOH(aq)$، سدیم هیدروکسید تولید می‌شود. سدیم هیدروکسید تولیدشده نیز به یون‌های Na^+ و OH^- تفکیک شده و موجب افزایش غلظت یون OH^- در محلول می‌شود؛ پس NaH یک باز آرنیوس است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ در هر مول یون هیدرونیوم (H_3O^+)، ۳ مول اتم H و در هر مول یون هیدروکسید (OH^-)، یک مول اتم هیدروژن وجود دارد.

۲ سرکهٔ سفید و محلول جوهرنمک محلول‌هایی با خاصیت اسیدی و محلول سود و محلول صابون در آب نیز محلول‌هایی با خاصیت بازی هستند.

۴ در محلول حاصل از انحلال گاز HF در آب، یون‌های H^+ و F^- وجود داشته و در محلول آب‌نمک نیز یون‌های Na^+ و Cl^- وجود دارند. از آن‌جا که رسانایی الکتریکی این محلول‌ها به خاطر یون‌های موجود در آن‌ها انجام می‌شود، این محلول‌ها را رسانای یونی می‌نامند.

۶۰- گزینه۲ عبارت‌های أ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ در صورتی که غلظت یون‌های H_3O^+ و OH^- در یک سامانه برابر باشد، آن سامانه حالت خنثی خواهد داشت.

ب محلول‌های اسیدی، همانند محلول‌های بازی، شامل کاتیون‌ها و آنیون‌ها می‌شوند و رسانای جریان الکتریسته هستند.

پ بنزوئیک اسید، عضوی از خانوادهٔ کربوکسیلیک اسیدها و یک اسید آرنیوس است. آمونیاک نیز یک باز آرنیوس است که به هنگام انحلال در آب، یون هیدروکسید تولید کرده و pH محلول را افزایش می‌دهد.

ت محلول آمونیاک خاصیت بازی دارد و رنگ کاغذ pH را آبی می‌کند، در حالی که محلول هیدروکلریک اسید خاصیت اسیدی داشته و رنگ کاغذ pH را قرمز می‌کند.

قرمز $\xrightarrow{\text{محلول اسیدی}}$ کاغذ pH $\xleftarrow{\text{محلول بازی}}$ آبی

۶۱- گزینه۲ عناصر کلر (Cl_2) و هیدروژن (H_2) در دمای اتاق با سرعت کمی با یکدیگر واکنش داده و براساس یک فرایند گرماده به مولکول‌های هیدروژن کلرید تبدیل می‌شوند.

یادآوری

فلوئور، کلر، برم و ید، در دستهٔ هالوژن‌ها قرار دارند. در گروه هالوژن‌ها، با افزایش عدد اتمی از واکنش‌پذیری عناصر کاسته می‌شود. به همین خاطر، گاز فلوئور حتی در $-۲۰۰\ ^\circ C$ هم به سرعت با گاز H_2 واکنش می‌دهد اما گاز Cl_2 در دمای اتاق به آرامی با گاز H_2 واکنش می‌دهد. برم و ید نیز به ترتیب در دماهای $۲۰۰\ ^\circ C$ و $۴۰۰\ ^\circ C$ با گاز هیدروژن واکنش می‌دهند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) از انحلال هر مول از مولکول‌های HCl در آب، یک مول یون H^+ و یک مول یون Cl^- در محلول تولید می‌شوند.

۳) اتم‌های کلر، سر منفی مولکول‌های HCl را تشکیل داده و بار جزئی آن‌ها منفی (δ^-) است در حالی که اتم‌های هیدروژن سر مثبت این مولکول‌ها را تشکیل می‌دهند. با قرارگرفتن این مولکول‌ها در یک میدان الکتریکی، سر منفی آن‌ها به سمت قطب مثبت جهت‌گیری پیدا می‌کنند.

۴) گاز هیدروژن کلرید یک اسید آرنیوس است و طی انحلال در آب، سبب افزایش غلظت یون هیدرونیوم در محلول می‌شود.

۶۲- گزینه ۳ عبارت‌های [أ] و [ب] نادرست هستند.

بررسی پنج عبارت:

[أ] مقدار یون‌های تولیدشده بر اثر انحلال اسیدهای مختلف در آب، به نوع اسید موردنظر بستگی دارد. به عنوان مثال، اگر یک مول از اسیدهای HCl و HF را به طور مجزا در آب حل کنیم، تعداد یون‌های تولیدشده در محلول HCl بیشتر خواهد بود.

[ب] پاک‌کننده‌های صابونی جامد، از عناصر H، C، O و Na تشکیل شده‌اند در حالی که روغن زیتون فقط از عناصر H، C و O تشکیل شده است.

[پ] خاصیت بازی محلول‌ها را به وجود یون‌های OH^- در آن‌ها نسبت می‌دهند. با افزایش غلظت یون OH^- در یک محلول، خاصیت بازی محلول افزایش پیدا می‌کند.

[ت] از پاک‌کننده‌های حاوی پودر $Al(s)$ و $NaOH(s)$ برای بازکردن لوله‌های مسدودشده بر اثر رسوب چربی‌ها استفاده می‌شود.

[ث] با افزودن نمک‌های فسفات به پاک‌کننده‌های صابونی، قدرت پاک‌کنندگی این مواد افزایش یافته و از ایجاد رسوب توسط این پاک‌کننده‌ها در مواجهه با آب سخت جلوگیری می‌شود.

۶۳- گزینه ۲ طی این واکنش، با انحلال $N_2O_5(s)$ در آب، مقداری یون H^+ تولید می‌شود؛ پس دی‌نیتروژن پنتااکسید خاصیت اسیدی دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) پتاسیم اکسید (K_2O) یک اکسید فلزی با خاصیت بازی است. انحلال این ماده در آب، همانند صابون‌ها، محیط موردنظر را بازی می‌کند.

۳) خاصیت بازی محلول آمونیاک را، همانند سایر محلول‌های بازی، به حضور یون‌های OH^- در محلول نسبت می‌دهند.

۴) با انحلال هر مول سدیم هیدروکسید در آب، دو مول یون هیدروکسید (OH^-) و دو مول یون سدیم (Na^+) در محلول تولید می‌شود.

۶۴- گزینه ۳ عبارت‌های [ب]، [پ] و [ت] درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

[أ] کلسیم اکسید، یک اکسید فلزی با خاصیت بازی است و انحلال آن در آب، سبب افزایش pH محلول می‌شود.

[ب] *از کتاب شیمی دهم به یاد داریم که* آب گازدار یک محلول اسیدی با $pH < ۷$ است و رنگ کاغذ pH در مجاورت با آن قرمز می‌شود.

[پ] بر اثر واردشدن یک قطعه فلز $Na(s)$ در آب، همانند انحلال $NaOH(s)$ و $Na_2O\ (s)$ در آب، غلظت یون OH^- افزایش یافته و pH افزایش می‌یابد.

[ت] از صابون‌های گوگرددار برای از بین بردن جوش‌های صورت و قارچ‌های پوستی استفاده می‌شود.

۶۵- گزینه ۴ **گام اول:** واکنش میان گاز دی‌نیتروژن پنتااکسید و مولکول‌های آب به صورت زیر است:

$$N_2O_5(g) + H_2O(l) \rightarrow ۲HNO_3(aq) \rightarrow ۲H^+(aq) + ۲NO_3^-(aq)$$

یادآوری

برای محاسبهٔ تعداد مول‌های یک مادهٔ گازی در دمای T_2 کلوین و فشار P_2 اتمسفر، از قانون ترکیبی گازها و مقایسهٔ شرایط داده‌شده با شرایط STP استفاده می‌کنیم. رابطهٔ مورد استفاده برای این کار، به صورت زیر است:

$$\frac{P_1.V_1}{T_1.n_1} = \frac{P_2.V_2}{T_2.n_2} \Rightarrow \frac{n_2}{n_1} = \frac{P_2 \times V_2 \times T_1}{P_1 \times V_1 \times T_2} \xrightarrow{\text{مقایسه باشرایط STP}} \frac{n_2}{۱} = \frac{P_2 \times V_2 \times ۲۷۳}{۱ \times ۲۲/۴ \times T_2}$$

گام دوم: با توجه به کادر قبل، شمار مول‌های گاز N_2O_5 را در نمونهٔ موردنظر پیدا می‌کنیم:

$$n_2 = \frac{P_2 \times V_2 \times ۲۷۳}{۱ \times ۲۲/۴ \times T_2} \Rightarrow n_2 = \frac{۲ \times ۴ \times ۲۷۳}{۱ \times ۲۲/۴ \times (۲۷۳ + ۱۱۷)} \Rightarrow n_2 = ۰/۲۵\ mol\ N_2O_5$$

گام سوم: تعداد مول‌های یون هیدروژن تولیدشده در محلول و مجموع غلظت مولی یون‌ها در محلول را محاسبه می‌کنیم:

$$?\ mol\ H^+ = ۰/۲۵\ mol\ N_2O_5 \times \frac{۲\ mol\ H^+}{۱\ mol\ N_2O_5} = ۰/۵\ mol$$

توجه داریم که اگر نیم مول یون H^+ در محلول وجود داشته باشد، نیم مول یون نیترات نیز در محلول وجود خواهد داشت.

$$\text{مجموع غلظت مولی یون‌ها} = \frac{\text{مجموع تعداد مول یون‌ها}}{\text{حجم محلول}} = \frac{۰/۵+۰/۵}{۴} = ۰/۲۵\ mol.L^{-۱}$$

۶۶- گزینه۳ واکنش‌های انجام‌شده به صورت زیر هستند:

$$\left.\begin{array}{l} ۴NO_۲(g)+O_۲(g)+۲H_۲O(l) \rightarrow ۴HNO_۳(aq) \\ ۴HNO_۳(aq)+۲Mg(s) \rightarrow ۲Mg(NO_۳)_۲(aq)+۲H_۲(g) \end{array}\right\} \xrightarrow{\text{هم‌ارزی واکنش‌ها}} ۴NO_۲(g) \sim ۲H_۲(g)$$

با توجه به هم‌ارزی واکنش‌های انجام‌شده به ازای مصرف ۴ مول گاز $NO_۲$، ۲ مول گاز هیدروژن تولید می‌شود. حجم مولی گازها را در شرایط واکنش برابر با V در نظر گرفته و حجم گاز $H_۲$ حاصل را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,L\,H_۲ = ۴۰\,L\,NO_۲ \times \frac{۱\,mol\,NO_۲}{V\,L\,NO_۲} \times \frac{۲\,mol\,H_۲}{۴\,mol\,NO_۲} \times \frac{V\,L\,NO_۲}{۱\,mol\,NO_۲} = ۲۰\,L$$

۶۷- گزینه۱ همان‌طور که مشخص است، محلول A بر اثر انحلال $Li_۲O$ و محلول B بر اثر انحلال $N_۲O_۵$ در آب حاصل شده است. واکنش‌های انجام‌شده در این ظرف‌ها به صورت زیر هستند:

ظرف A: $Li_۲O(s)+H_۲O(l) \rightarrow ۲Li^+(aq)+۲OH^-(aq)$

ظرف B: $N_۲O_۵(s)+۳H_۲O(l) \rightarrow ۲NO_۳^-(aq)+۲H_۳O^-(aq)$

هر کدام از ذره‌های موجود در این محلول‌ها را معادل با n مول از آن ذره در نظر گرفته و جرم مواد حل‌شده در آب را برحسب n محاسبه می‌کنیم:

$$\left.\begin{array}{l} ?\,g\,N_۲O_۵ = ۵n\,mol\,H_۳O^+ \times \frac{۱\,mol\,N_۲O_۵}{۲\,mol\,H_۳O^+} \times \frac{۱۰۸\,g\,N_۲O_۵}{۱\,mol\,N_۲O_۵} = ۲۷۰n\,g \\ ?\,g\,Li_۲O = ۱۰n\,mol\,OH^- \times \frac{۱\,mol\,Li_۲O}{۲\,mol\,OH^-} \times \frac{۳۰\,g\,Li_۲O}{۱\,mol\,Li_۲O} = ۱۵۰n\,g \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{N_۲O_۵\ \text{جرم}}{Li_۲O\ \text{جرم}} = \frac{۲۷۰n}{۱۵۰n} = ۱/۸$$

۶۸- گزینه۲ عبارت‌های ت و ث درست هستند.

بررسی پنج عبارت:

أ در ساختار مولکولی برخی از اسیدهای آرنیوس مثل $N_۲O_۵(s)$ و $SO_۳(g)$، هیچ اتم هیدروژنی وجود ندارد.

ب گازهای نیتروژن مونوکسید (NO) و کربن مونوکسید (CO) به هنگام انحلال در آب، با مولکول‌های $H_۲O$ واکنش نمی‌دهند و به همین خاطر خاصیت اسیدی ندارند. *اگه یادتون باشه توی کتاب شیمی دهم، بالای نمودار مربوط به قانون هنری هم می‌فوندیم که گازهای $N_۲$، $O_۲$ و NO به هنگام انحلال در آب، با مولکول‌های $H_۲O$ واکنش نمی‌دن.*

پ صابون‌های مایع را می‌توان نمک آمونیوم یا پتاسیم اسیدهای چرب به حساب آورد.

ت محلول آمونیاک، همانند محلول حاصل از انحلال سدیم اکسید در آب، خاصیت بازی داشته و رنگ یک قطعه کاغذ pH را آبی می‌کند.

ث به هنگام انحلال مولکول‌های صابون در آب، این مولکول‌ها توسط سر آب‌دوست خود مولکول‌های $H_۲O$ را جذب کرده و در آب حل می‌شوند.

۶۹- گزینه۲ گوگرد تری‌اکسید و دی‌نیتروژن پنتااکسید، براساس معادله‌های زیر با آب واکنش می‌دهند:

$$N_۲O_۵(g)+H_۲O(l) \rightarrow ۲H^+(aq)+۲NO_۳^-(aq) \qquad SO_۳(g)+H_۲O(l) \rightarrow ۲H^+(aq)+SO_۴^{۲-}(aq)$$

نمونه‌هایی به جرم x گرم از $SO_۳$ و $N_۲O_۵$ را در نظر می‌گیریم و مقدار آنیون حاصل از انحلال هر ترکیب در آب را به دست می‌آوریم:

$$\left.\begin{array}{l} ?\,mol\,NO_۳^- = x\,g\,N_۲O_۵ \times \frac{۱\,mol\,N_۲O_۵}{۱۰۸\,g\,N_۲O_۵} \times \frac{۲\,mol\,NO_۳^-}{۱\,mol\,N_۲O_۵} = \frac{x}{۵۴}\,mol \\ ?\,mol\,SO_۴^{۲-} = x\,g\,SO_۳ \times \frac{۱\,mol\,SO_۳}{۸۰\,g\,SO_۳} \times \frac{۱\,mol\,SO_۴^{۲-}}{۱\,mol\,SO_۳} = \frac{x}{۸۰}\,mol \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{SO_۴^{۲-}\ \text{غلظت یون}}{NO_۳^-\ \text{غلظت یون}} = \frac{\frac{x}{۸۰}}{\frac{x}{۵۴}} = ۰/۶۷۵$$

۷۰- گزینه۲ سدیم اکسید و لیتیم اکسید براساس معادله‌های زیر با آب واکنش می‌دهند:

سدیم اکسید: $Na_۲O(s)+H_۲O(l) \rightarrow ۲Na^+(aq)+۲OH^-(aq)$

لیتیم اکسید: $Li_۲O(s)+H_۲O(l) \rightarrow ۲Li^+(aq)+۲OH^-(aq)$

جرم سدیم اکسید موجود در نمونهٔ اولیه را برابر m گرم و جرم لیتیم اکسید را برابر با n گرم در نظر می‌گیریم و مقدار OH^- حاصل از هر کدام را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\,OH^- = m\,g\,Na_۲O \times \frac{۱\,mol\,Na_۲O}{۶۲\,g\,Na_۲O} \times \frac{۲\,mol\,OH^-}{۱\,mol\,Na_۲O} = \frac{m}{۳۱}\,mol$$

$$?\,mol\,OH^- = n\,g\,Li_۲O \times \frac{۱\,mol\,Li_۲O}{۳۰\,g\,Li_۲O} \times \frac{۲\,mol\,OH^-}{۱\,mol\,Li_۲O} = \frac{n}{۱۵}\,mol$$

حجم محلول برابر ۴ لیتر و غلظت یون OH^- در آن نیز برابر $0/4\ mol.L^{-1}$ است؛ پس در محلول مجموعاً ۱/۶ مول یون OH^- وجود دارد؛ پس داریم:

$$\text{یون } OH^- \text{ حاصل از سدیم اکسید} + \text{یون } OH^- \text{ حاصل از لیتیم اکسید} = \frac{n}{15} + \frac{m}{31} = 1/6 \Rightarrow 31n + 15m = 744$$

از طرفی، مجموع جرم لیتیم اکسید (n) و سدیم اکسید (m) برابر ۴۰ گرم است. با تشکیل یک دستگاه دو معادله و دو مجهول، مقادیر m و n را محاسبه می‌کنیم:

$$\begin{cases} 31n + 15m = 744 \\ m + n = 40 \end{cases} \Rightarrow m = \text{جرم سدیم اکسید} = 31\ g \text{ و } n = \text{جرم لیتیم اکسید} = 9\ g$$

$$\text{درصد جرمی لیتیم اکسید} = \frac{\text{جرم } Li_2O}{\text{جرم مخلوط}} \times 100 = \frac{9}{40} \times 100 = 22/5$$

۷۱- گزینه ۲ از واکنش میان پودر آلومینیم و پودر سدیم هیدروکسید با آب، گاز هیدروژن تولید می‌شود. فلز سدیم نیز براساس معادلهٔ شیمیایی، $Na(s) + H_2O(l) \rightarrow NaOH(aq) + H_2(g)$ با آب واکنش داده و گاز هیدروژن تولید می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) برخی از اکسیدهای نافلزی مثل NO و CO طی انحلال در آب با مولکول‌های H_2O واکنش نداده و خاصیت اسیدی ندارند.

۳) گچ و سیمان، دارای آهک (CaO) بوده و خاصیت بازی دارند و سبب افزایش pH محیط می‌شوند.

۴) آرایش الکترونی $[Ne]3s^2\ 3p^1$ مربوط به عنصر آلومینیم است. هر چند که آلومینیم اکسید یک اکسید فلزی است، اما خاصیت بازی نداشته و در آب حل نمی‌شود.

۷۲- گزینه ۲ عبارت‌های آ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ گاز CO_2، یک اکسید نافلزی است و در دستهٔ اسیدهای آرنیوس قرار می‌گیرد. در صورت انحلال این گاز در آب باران، pH آب کاهش پیدا می‌کند.

ب باریم اکسید (BaO) یک اکسید فلزی با خاصیت بازی است و رنگ کاغذ pH در مجاورت با محلول محتوی این ماده آبی می‌شود.

پ در واکنش صابونی‌شدن، به ازای تولید هر مول صابون، یک مول سدیم هیدروکسید مصرف می‌شود.

ت گوگرد در تناوب سوم و گروه شانزدهم جدول تناوبی جای دارد. اکسیدهای حاصل از این عنصر شامل SO_2 و SO_3 می‌شوند که خاصیت اسیدی دارند.

۷۳- گزینه ۲ واکنش موردنظر، فرایند سوختن گاز کربن مونوکسید را نشان می‌دهد. همان‌طور که می‌دانیم، واکنش سوختن مواد برگشت‌ناپذیر است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در هر واکنش شیمیایی برگشت‌پذیر، مقدار ΔH واکنش رفت قرینهٔ مقدار ΔH واکنش برگشت است.

۳) واکنش‌های برگشت‌پذیر، در شرایط مناسب می‌توانند در هر دو جهت رفت و برگشت انجام شوند.

۴) پس از برقراری تعادل، واکنش‌های رفت و برگشت با سرعت برابری انجام شده و مقدار هر یک از گونه‌های شرکت‌کننده در واکنش ثابت می‌ماند. در چنین شرایطی، فشار گازهای موجود در سامانهٔ واکنش نیز بدون تغییر باقی می‌ماند.

۷۴- گزینه ۲ فقط عبارت آ نادرست است.

بررسی چهار عبارت:

آ واکنش‌های انجام‌شده در باتری‌های قابل شارژ برگشت‌پذیر است در حالی که واکنش‌های انجام‌شده در سایر باتری‌ها برگشت‌پذیر نیستند.

ب حضور هم‌زمان واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها در سامانهٔ واکنش را می‌توان نشان از برگشت‌پذیر بودن آن واکنش دانست.

پ در یک سامانهٔ در حالت تعادل، واکنش‌های رفت و برگشت با سرعت برابر انجام شده و غلظت مواد ثابت باقی می‌ماند.

ت در سامانه‌های برگشت‌پذیر، فقط مقداری از واکنش‌دهنده‌ها به فراورده‌ها تبدیل شده و واکنش موردنظر به تعادل می‌رسد.

۷۵- گزینه ۳ با قراردادن ۲ مول SO_3 و ۱ مول O_2 در یک ظرف سربسته، در ابتدای کار فقط واکنش برگشت (واکنش تجزیهٔ SO_3) انجام شده و به تدریج، غلظت فراوردهٔ واکنش (گاز SO_3) کاهش پیدا می‌کند. طی این فرایند، مقدار واکنش‌دهندهٔ موجود در ظرف واکنش نیز به تدریج افزایش یافته و به همین خاطر، سرعت مصرف این مواد نیز به مرور بیشتر می‌شود.

۷۶- گزینه ۲ در یک واکنش شیمیایی، از لحظه‌ای که سرعت متوسط تولید هر ماده با سرعت متوسط مصرف آن برابر شود، تعادل شیمیایی برقرار شده است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) فرایند هابر $(3H_2 + N_2 \rightleftharpoons 2NH_3)$، همانند واکنش تبدیل گاز اوزون به اکسیژن $(2O_3 \rightleftharpoons 3O_2)$ برگشت‌پذیر است.

۳) در واکنش‌های تعادلی، با گذشت زمان از لحظهٔ ابتدایی واکنش، غلظت فراورده‌ها بیشتر شده و به همین خاطر، به مرور زمان سرعت واکنش برگشت افزایش پیدا می‌کند.

۴) در واکنش‌های تعادلی، از لحظهٔ برقراری تعادل به بعد، غلظت هر ماده ثابت باقی می‌ماند، اما الزاماً غلظت گونه‌های شرکت‌کننده در واکنش با هم برابر نمی‌شود.

۷۷- گزینه ۳ از آن‌جا که در ابتدای کار گاز SO_2 در ظرف واکنش وجود ندارد؛ پس فقط واکنش رفت انجام شده و گاز SO_3 شروع به تجزیه‌شدن می‌کند. با توجه به این‌که از ابتدای کار مقداری گاز اکسیژن در ظرف وجود داشته است، پس در لحظهٔ برقراری تعادل غلظت گاز SO_2 کم‌تر از دو برابر غلظت گاز O_2 خواهد بود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) به علت عدم وجود گاز SO_2 در ظرف واکنش، در ابتدای کار فقط واکنش رفت انجام شده و واکنش برگشت انجام نمی‌شود.

۲) به مرور زمان، گاز SO_3 تجزیه شده و غلظت آن کاهش پیدا می‌کند و به دنبال آن، سرعت واکنش رفت کاهش پیدا می‌کند. در نقطهٔ مقابل، گازهای SO_2 و O_2 تولید شده و غلظت آن‌ها افزایش پیدا می‌کند. با افزایش غلظت گازهای O_2 و SO_2، سرعت متوسط واکنش برگشت افزایش پیدا می‌کند.

۴) به ازای تجزیه‌شدن دو مولکول SO_3 در ابتدای واکنش، دو مولکول SO_2 و یک مولکول O_2 تولید می‌شوند. از آن‌جا که شمار مول‌های فراورده‌های تولیدشده ۱/۵ برابر شمار مول‌های واکنش‌دهنده‌های مصرف‌شده است، پس تعداد مولکول‌های گازی موجود در ظرف واکنش تا لحظهٔ برقراری تعادل به مرور بیشتر می‌شود. براساس قانون گازها، فشار گازها در حجم ثابت با شمار مول‌های آن‌ها رابطهٔ مستقیم داشته و با افزایش شمار مول‌های گازی، فشار گازهای موردنظر افزایش پیدا می‌کند.

۷۸- گزینه۳ عبارت‌های پ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ) با توجه به ضرایب استوکیومتری مواد و برابربودن سرعت واکنش‌های رفت و برگشت در لحظهٔ برقراری تعادل، در این لحظه سرعت متوسط تولید گاز H_2، ۱/۵ برابر سرعت متوسط مصرف گاز آمونیاک است.

ب) بدون داشتن مقدار ثابت تعادل نمی‌توانیم غلظت تعادلی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها را با یکدیگر مقایسه کنیم.

پ) به ازای تولید هر مول گاز نیتروژن (۲۸ گرم نیتروژن) در ابتدای واکنش، ۳ مول گاز هیدروژن (۶ گرم هیدروژن) تولید می‌شود؛ پس در لحظهٔ برقراری تعادل، جرم گاز N_2 موجود در ظرف واکنش بیشتر از جرم گاز H_2 خواهد بود.

ت) پس از برقراری تعادل، مقدار هر یک از گونه‌های شرکت‌کننده در واکنش به یک مقدار ثابت رسیده و درصد حجمی آن‌ها تغییری نمی‌کند.

۷۹- گزینه۲ عبارت‌های ب و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ) چون در ابتدای واکنش هیچ مولکول اکسیژنی در ظرف وجود ندارد، واکنش $2SO_2 + O_2 \rightarrow 2SO_3$ انجام نشده و سرعت آن برابر صفر است؛ در حالی که واکنش تجزیهٔ گاز SO_3 انجام شده و گازهای O_2 و SO_2 تولید می‌شوند.

ب) با گذشت زمان، واکنش $O_2 + 2SO_2 \rightarrow 2SO_3$ انجام شده و شمار مولکول‌های گازی موجود در ظرف افزایش پیدا می‌کند.

پ) چون در ابتدای کار مقداری گاز SO_2 در ظرف واکنش وجود دارد، پس از برقراری تعادل، غلظت SO_2 بیش از دو برابر غلظت O_2 خواهد بود.

ت) مقدار ثابت تعادل واکنش‌های شیمیایی فقط به دما بستگی داشته و غلظت اولیهٔ گونه‌های شرکت‌کننده در واکنش تأثیری در مقدار آن ندارد.

۸۰- گزینه۱ ثابت تعادل واکنش موردنظر از رابطهٔ مقابل به دست می‌آید: $K = [CO_2] = 0/01\ mol.L^{-1}$

با توجه به حجم ظرف واکنش، مقدار گاز CO_2 را به دست آورده و پس از آن، تعداد مولکول‌های این ماده را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{مول } CO_2}{\text{حجم ظرف}} \Rightarrow \text{مول } CO_2 = \text{غلظت مولی} \times \text{حجم ظرف} = 0/01 \times 3 = 0/03\ mol$$

$$?\text{مولکول } CO_2 = 0/03\ mol\, CO_2 \times \frac{6/02 \times 10^{23}\ \text{مولکول } CO_2}{1\ mol\ CO_2} \simeq 1/8 \times 10^{22}$$

۸۱- گزینه۳ رنگنه اگر تعداد مول‌های گازی در دو طرف معادلهٔ یک واکنش تعادلی برابر باشد، چون حجم ظرف از صورت و مخرج رابطهٔ مربوط به محاسبهٔ ثابت تعادل خط می‌خورد، می‌توانیم به جای غلظت هر ماده، مقدار آن ماده را در رابطهٔ ثابت تعادل قرار بدهیم. روند تغییر مقدار مول هر ماده مطابق جدول زیر است:

واکنش	$CO(g)$	+ $H_2O(g)$	$\rightleftharpoons CO_2(g)$	+ $H_2(g)$
مقدار مول اولیه	۰/۶	m	۰	۰
تغییر مول	$-x$	$-x$	$+x$	$+x$
مقدار مول تعادلی	$0/6 - x$	$m - x$	$+x$	$+x$

براساس داده‌های سؤال، در حالت تعادل، ۰/۳ مول گاز CO_2 در ظرف واکنش وجود دارد؛ پس مقدار x برابر ۰/۳ است.

همان‌طور که گفتیم، چون تعداد مول‌های گازی در دو طرف معادلهٔ این واکنش برابر است، می‌توانیم مقدار هر ماده را به جای غلظت آن قرار بدهیم:

$$K = \frac{[H_2].[CO_2]}{[H_2O].[CO]} \Rightarrow 10 = \frac{0/3 \times 0/3}{0/3 \times (m - 0/3)} \Rightarrow m - 0/3 = 0/03 \Rightarrow m = 0/33\ mol$$

۸۲- گزینه۲ چون در ابتدای کار گاز SO_2 در ظرف واکنش وجود ندارد، فقط واکنش رفت انجام شده و واکنش برگشت انجام نمی‌شود. در این شرایط، غلظت گاز SO_3 کاهش پیدا کرده و غلظت گاز O_2 افزایش پیدا می‌کند؛ پس نمودار A و B را می‌توان به ترتیب به غلظت گازهای O_2 و SO_3 نسبت داد. بر

این اساس، غلظت گاز O_2 از ابتدای واکنش تا لحظهٔ برقراری تعادل به اندازهٔ ۰/۲ مول بر لیتر افزایش پیدا کرده است؛ پس با توجه به ضریب استوکیومتری SO_2 در معادلهٔ واکنش، غلظت این ماده در لحظهٔ برقراری تعادل برابر با ۰/۴ مول بر لیتر است. با توجه به غلظت مواد، مقدار ثابت تعادل واکنش را محاسبه می‌کنیم:

$$K=\frac{[O_2].[SO_2]^2}{[SO_3]^2} \Rightarrow K=\frac{0/6\times(0/4)^2}{(0/2)^2}=2/4$$

۸۳- گزینه ۳ براساس قانون گازها، در شرایط یکسان از نظر دما و فشار محیط، حجم هر گاز متناسب با تعداد مول‌های گاز موردنظر است. بر این اساس اگر شمار مول‌های گاز نیتروژن را برابر با ۲۵x در نظر بگیریم، شمار مول‌های گاز اکسیژن برابر با ۴۵x می‌شود. درصد حجمی گاز NO نیز در این مخزن برابر ۳۰٪ است؛ پس شمار مول‌های این گاز را نیز برابر ۳۰x در نظر می‌گیریم.

از طرفی، چون تعداد مول‌های گازی در دو سمت معادلهٔ این واکنش برابر است، پس می‌توانیم به جای غلظت هر ماده، مقدار مول‌های نسبی آن ماده را در عبارت ثابت تعادل قرار بدهیم. در این شرایط، داریم:

$$K=\frac{[N_2].[O_2]}{[NO]^2} \Rightarrow K=\frac{45x\times25x}{(30x)^2} \Rightarrow k=1/25$$

۸۴- گزینه ۳ با توجه به اطلاعات داده‌شده، مقدار مول اولیه و مقدار مول تعادلی گاز N_2O_4 را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{مقدار مول اولیهٔ } N_2O_4 : ?\ mol\,N_2O_4=138\ g\,N_2O_4\times\frac{1\ mol\,N_2O_4}{92\ g\,N_2O_4}=1/5\ mol$$

$$\text{مقدار مول تعادلی } N_2O_4 : ?\ mol\,N_2O_4=4/515\times10^{23}\ \text{مولکول}\times\frac{1\ mol\,N_2O_4}{6/02\times10^{23}\ \text{مولکول}}=0/75\ mol$$

از ابتدای کار تا لحظهٔ برقراری تعادل، ۰/۷۵ مول گاز N_2O_4 تجزیه شده است؛ پس در طول این بازهٔ زمانی، ۱/۵ مول گاز NO_2 باید تولید شده باشد. براساس حجم ظرف، غلظت هر گاز را محاسبه کرده و پس از آن، ثابت تعادل واکنش را به دست می‌آوریم:

$$[NO_2]=\frac{\text{مول } NO_2}{\text{حجم ظرف}}=\frac{1/5}{5}=0/3\ mol.L^{-1}$$

$$[N_2O_4]=\frac{\text{مول } N_2O_4}{\text{حجم ظرف}}=\frac{0/75}{5}=0/15\ mol.L^{-1}$$

$$K=\frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} \Rightarrow K=\frac{(0/3)^2}{0/15}=0/6$$

۸۵- گزینه ۳ روند تغییر غلظت گونه‌های شرکت‌کننده در این واکنش مطابق جدول زیر است:

واکنش	$4NH_3$	+ $3O_2$	$\rightleftharpoons$ $2N_2$	+ $6H_2O$
غلظت اولیه	۱	۱	۰	۰
تغییر غلظت	$-4x$	$-3x$	$+2x$	$+6x$
غلظت تعادلی	$1-4x$	$1-3x$	$+2x=0/2$	$+6x$

$\Rightarrow x=0/1\ mol$

با توجه به غلظت هر ماده، مقدار ثابت تعادل را محاسبه می‌کنیم:

$$K=\frac{[H_2O]^6.[N_2]^2}{[O_2]^3.[NH_3]^4} \Rightarrow K=\frac{(0/6)^6\times(0/2)^2}{(0/7)^3\times(0/6)^4}\simeq0/042$$

۸۶- گزینه ۴ یک ظرف V لیتری که در آن x گرم از هر یک از گازهای موردنظر وجود دارد را در نظر می‌گیریم. توجه داریم که اگر جرم مولی گاز NO_2 برابر M گرم بر مول باشد، جرم مولی گاز، N_2O_4 برابر ۲M گرم بر مول می‌شود.

$$?\ mol\,NO_2=x\,g\,NO_2\times\frac{1\ mol\,NO_2}{M\,g\,NO_2}=\frac{x}{M}\ mol \Rightarrow [NO_2]=\frac{\text{مول } NO_2}{\text{حجم گاز}}=\frac{\frac{x}{M}}{V}=\frac{x}{MV}\ mol.L^{-1}$$

$$?\ mol\,N_2O_4=x\,g\,N_2O_4\times\frac{1\ mol\ N_2O_4}{2\,M\,g\ N_2O_4}=\frac{x}{2M}\ mol \Rightarrow [N_2O_4]=\frac{\text{مول } N_2O_4}{\text{حجم گاز}}=\frac{\frac{x}{2M}}{V}=\frac{x}{2MV}\ mol.L^{-1}$$

با توجه به غلظت‌های به دست آمده، مقدار ثابت تعادل واکنش موردنظر را محاسبه می‌کنیم:

$$K=\frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} \Rightarrow K=\frac{(\frac{x}{MV})^2}{\frac{x}{2MV}}=\frac{2x}{MV} \Rightarrow \frac{2x}{MV}=4\times \text{غلظت مولی گاز } N_2O_4 \text{ در ظرف واکنش}$$

۸۷- گزینه ۲ حجم هر یک از ظرف‌ها را برابر با یک لیتر در نظر گرفته و هر ذرهٔ موجود در آن‌ها را برابر x mol فرض می‌کنیم. بر این اساس، مقدار ثابت تعادل را در ظرف داده‌شده به دست می‌آوریم:

$$K=\frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2.[O_2]} \Rightarrow K=\frac{(2x)^2}{(4x)^2\times x}=\frac{1}{4x}$$

در مرحلهٔ بعد، باید غلظت گازهای موجود در هر یک از ظرف‌های داده‌شده را در عبارت ثابت تعادل قرار دهیم. در هر ظرفی که غلظت‌های موردنظر در رابطهٔ ثابت تعادل صدق کند، سامانه در حالت تعادل است.

بررسی چهار گزینه:

۱) $\frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2.[O_2]} = \frac{(3x)^2}{(4x)^2 \times 6x} = \frac{3}{32x} \neq K$ ✗

۲) $\frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2[O_2]} = \frac{(3x)^2}{(3x)^2 \times 4x} = \frac{1}{4x} = K$ ✓

۳) $\frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2[O_2]} = \frac{(8x)^2}{(2x)^2 \times 4x} = \frac{4}{x} \neq K$ ✗

۴) $\frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2[O_2]} = \frac{(5x)^2}{(5x)^2 \times 5x} = \frac{1}{5x} \neq K$ ✗

۸۸- گزینه۲ چون مجموع تعداد مول‌های گازی در دو طرف معادلهٔ واکنش برابر است، می‌توانیم به جای غلظت مواد، مقدار مول آن‌ها را در رابطهٔ ثابت تعادل قرار دهیم. روند تغییر مقدار مول‌های گونه‌های شرکت‌کننده در این واکنش مطابق جدول زیر است:

واکنش	N_2	+ O_2	$\rightleftharpoons$ $2NO$
مقدار مول اولیه	۲/۴۸	۱/۶۸	۰
تغییر مقدار	$-x$	$-x$	$+2x$
مقدار مول تعادلی	$2/48-x$	$1/68-x$	$2x=0/08$

$\Rightarrow x = 0/04$ mol

$$K = \frac{[NO]^2}{[O_2][N_2]}$$

$$\Rightarrow K = \frac{(0/08)^2}{2/44 \times 1/64} \simeq 1/6 \times 10^{-3}$$

۸۹- گزینه۳ با توجه به درصد جرمی گازهای O_2 و N_2، درصد جرمی گاز NO برابر با ۱۵٪ می‌شود. یک نمونهٔ ۱۰۰ گرمی از گازهای موردنظر را در نظر می‌گیریم و شمار مول‌های هر گاز را در نمونهٔ موردنظر محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\,O_2 = 64\,g\,O_2 \times \frac{1\,mol\,O_2}{32\,g\,O_2} = 2\,mol$$

$$?\,mol\,N_2 = 21\,g\,N_2 \times \frac{1\,mol\,N_2}{28\,g\,N_2} = \frac{3}{4}\,mol$$

$$?\,mol\,NO = 15\,g\,NO \times \frac{1\,mol\,NO}{30\,g\,NO} = \frac{1}{2}\,mol$$

تعداد مول‌های گازی در دو سمت معادلهٔ واکنش برابر است؛ پس می‌توانیم مقدار هر ماده را به جای غلظت آن در رابطهٔ ثابت تعادل قرار دهیم:

$$K = \frac{[O_2].[N_2]}{[NO]^2} \Rightarrow K = \frac{0/75 \times 2}{(0/5)^2} = 6$$

۹۰- گزینه۳ **گام اول:** شمار مول‌های گازهای SO_3 و O_2 واردشده به ظرف واکنش را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\,O_2 = 64\,g\,O_2 \times \frac{1\,mol\,O_2}{32\,g\,O_2} = 2\,mol$$

$$?\,mol\,SO_3 = 320\,g\,SO_3 \times \frac{1\,mol\,SO_3}{80\,g\,SO_3} = 4\,mol$$

گام دوم: چون گاز SO_2 در ظرف واکنش وجود ندارد، در ابتدای کار فقط واکنش برگشت انجام شده و گاز SO_3 تجزیه می‌شود. روند تغییر غلظت گونه‌های شرکت‌کننده در این واکنش مطابق جدول مقابل است:

واکنش	O_2	+ $2SO_2$	$\rightleftharpoons$ $2SO_3$
غلظت اولیه	۲	۰	۴
تغییر غلظت	$+x$	$+2x$	$-2x$
غلظت ثانویه	$2+x$	$2x$	$4-2x$

$\Rightarrow$ جرم تعادلی SO_2 = جرم تعادلی O_2 $\Rightarrow (2+x) \times 32 = (2x) \times 64$

$\Rightarrow 64 = 96x \Rightarrow x = \frac{2}{3}$

گام سوم: با توجه به مقدار x، غلظت تعادلی هر گونه را به دست آورده و مقادیر حاصل را در عبارت ثابت تعادل قرار می‌دهیم:

$$K = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2.[O_2]} \Rightarrow K = \frac{(\frac{8}{3})^2}{(\frac{4}{3})^2 \times (\frac{8}{3})} = \frac{3}{2} = 1/5$$

۹۱- گزینه۲ جرم هر یک از گازهای SO_3 و O_2 واردشده به ظرف را برابر m گرم در نظر گرفته و غلظت هر گاز را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\,SO_3 = mg\,SO_3 \times \frac{1\,mol\,SO_3}{80\,g\,SO_3} = \frac{m}{80}\,mol \Rightarrow [SO_3] = \frac{\text{مول } SO_3}{\text{حجم}} = \frac{\frac{m}{80}}{2} = \frac{m}{160}\ mol.L^{-1}$$

$$?\,mol\,O_2 = mg\,O_2 \times \frac{1\,mol\,O_2}{32\,g\,O_2} = \frac{m}{32}\,mol \Rightarrow [O_2] = \frac{\text{مول } O_2}{\text{حجم}} = \frac{\frac{m}{32}}{2} = \frac{m}{64}\ mol.L^{-1}$$

در لحظهٔ تعادل نیز ۶۴ g گاز اکسیژن، معادل با ۲ مول گاز O_2، در ظرف وجود دارد؛ پس غلظت تعادلی گاز O_2 برابر با ۱ مول بر لیتر می‌شود. جدول زیر، روند تغییر غلظت گونه‌های شرکت‌کننده در این واکنش را نشان می‌دهد:

واکنش	$2SO_3$	$\rightleftharpoons$	$2SO_2$	+	O_2
غلظت اولیه	$\frac{m}{160}$		۰		$\frac{m}{64}$
تغییر غلظت	$-2x$		$+2x$		$+x$
غلظت تعادلی	$\frac{m}{160}-2x$		$+2x$		$\frac{m}{64}+x=1$

$$\Rightarrow \frac{m}{64}+x=1 \Rightarrow m=64-64x$$

در مرحلهٔ بعد، غلظت تعادلی گونه‌های شرکت‌کننده در واکنش را در عبارت ثابت تعادل قرار می‌دهیم:

$$K=\frac{[SO_2]^2.[O_2]}{[SO_3]^2} \Rightarrow 400=\frac{(2x)^2\times 1}{(\frac{m}{160}-2x)^2} \xrightarrow{\text{از دو طرف معادله جذر می‌گیریم}} 20=\frac{2x}{\frac{m}{160}-2x}$$

$$\xrightarrow{m=64-64x} 20=\frac{2x}{(0/4-0/4x)-2x} \Rightarrow x=0/16$$

در قدم آخر، با توجه به غلظت تعادلی گاز اکسیژن و مقدار x، جرم اولیهٔ این گاز را به دست می‌آوریم:

$$\frac{m}{64}+x=1 \Rightarrow \frac{m}{64}+0/16=1 \Rightarrow \frac{m}{64}=0/84 \Rightarrow m=53/76\ g$$

۹۲- گزینه ۱ در حالت تعادل، ۰/۲ مول گاز CO در ظرف وجود دارد؛ پس با توجه به حجم ظرف، غلظت تعادلی گاز CO برابر ۰/۱ مول بر لیتر می‌شود. جدول زیر، روند تغییر غلظت گونه‌های شرکت‌کننده در این واکنش را نشان می‌دهد:

واکنش	H_2O	+	C	$\rightleftharpoons$	H_2	+	CO
غلظت اولیه	n		مادهٔ جامد		۰		۰
تغییر غلظت	$-x$		مادهٔ جامد		$+x$		$+x$
غلظت تعادلی	$n-x$		مادهٔ جامد		x		$x=0/1$

$$\Rightarrow K=\frac{[CO].[H_2]}{[H_2O]}$$

$$\Rightarrow 10=\frac{0/1\times 0/1}{n-0/1} \Rightarrow n=0/101$$

براساس محاسبات انجام‌شده، غلظت اولیهٔ بخار آب در ظرف برابر با ۰/۱۰۱ مول بر لیتر است؛ پس جرم بخار آب را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{غلظت } H_2O=\frac{\text{مول } H_2O}{\text{حجم}} \Rightarrow 0/101=\frac{x\ mol\ H_2O}{2\ L} \Rightarrow x=0/202$$

$$\Rightarrow ?\ g\ H_2O=0/202\ mol\ H_2O\times\frac{18\ g\ H_2O}{1\ mol\ H_2O}\simeq 3/64\ g$$

۹۳- گزینه ۳ غلظت گازهای موجود در یک ظرف، در شرایطی ثابت می‌ماند که واکنش انجام‌شده در ظرف در حالت تعادل قرار داشته باشد. اگر شعاع این محفظهٔ کره‌ای را برابر با r سانتی‌متر در نظر بگیریم، حجم آن (V) برابر با $\frac{4}{3}.\pi.\frac{r^3}{1000}$ لیتر می‌شود. در این شرایط، اگر تعداد مول‌های گاز اکسیژن موجود در مخزن برابر n مول باشد، مقدار ثابت تعادل واکنش از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$K=\frac{[O_2].[NO_2]^4}{[N_2O_5]^2} \Rightarrow K=\frac{\frac{\text{تعداد مول } O_2}{\text{حجم ظرف}}\times(\frac{\text{تعداد مول } NO_2}{\text{حجم ظرف}})^4}{(\frac{\text{تعداد مول } N_2O_5}{\text{حجم ظرف}})^2} \Rightarrow 2^{-9}=\frac{\frac{n}{V}\times(\frac{8}{V})^4}{(\frac{16}{V})^2} \Rightarrow 2^{-9}=\frac{16n}{V^3}=\frac{16n}{(\frac{4}{3}\times 3\times\frac{r^3}{1000})^3}$$

در مرحلهٔ بعد، باید مقادیر r و n داده‌شده در گزینه‌ها را در معادلهٔ حاصل جای‌گذاری کرده و مقادیری که در این معادله صدق می‌کنند را پیدا می‌کنیم. از میان گزینه‌های داده‌شده، اعداد موجود در ۳ در این معادله صدق می‌کنند.

۹۴- گزینه ۲ چون در ابتدای کار گاز N_2 در ظرف واکنش وجود ندارد، واکنش برگشت انجام نشده و فقط واکنش رفت انجام می‌شود. جدول زیر، روند تغییر مقدار مول گونه‌های شرکت‌کننده در واکنش را نشان می‌دهد:

واکنش	$2NH_3$	$\rightleftharpoons$	N_2	+	$3H_2$
مقدار مول اولیه	۴		۰		۴
تغییر مقدار مول	$-2x$		$+x$		$+3x$
مقدار مول تعادلی	$4-2x$		x		$4+3x$

$$\Rightarrow \text{درصد حجمی } N_2=\frac{\text{حجم } N_2}{\text{حجم کل}}\times 100=\frac{\text{تعداد مول } N_2}{\text{مجموع تعداد مول‌ها}}\times 100$$

$$\Rightarrow 10=\frac{x}{8+2x}\times 100 \Rightarrow x=1\ mol$$

با توجه به مقدار x، در لحظهٔ تعادل ۷ مول گاز H_2، یک مول گاز N_2 و دو مول گاز NH_3 در این ظرف نیم لیتری وجود دارد. با توجه به حجم ظرف، غلظت هر گاز را به دست آورده و مقدار K را محاسبه می‌کنیم:

$$[NH_3]=\frac{\text{مول } NH_3}{\text{حجم ظرف}}=\frac{۲}{۰/۵}=۴ \qquad [N_2]=\frac{\text{مول } N_2}{\text{حجم ظرف}}=\frac{۱}{۰/۵}=۲ \qquad [H_2]=\frac{\text{مول } H_2}{\text{حجم ظرف}}=\frac{۷}{۰/۵}=۱۴$$

$$K=\frac{[H_2]^3.[N_2]}{[NH_3]^2} \Rightarrow K=\frac{(۱۴)^3\times ۲}{(۴)^2}=۳۴۳$$

۹۵- گزینه۳ **گام اول:** مقدار مول‌های AgCl تولیدشده را محاسبه کرده و پس از آن، مقدار مول‌های یون Cl^- و Ag^+ باقی‌مانده در محلول را به دست می‌آوریم:

$$?\,mol\,AgCl=۱۱۴/۸\,mg\,AgCl\times\frac{۱\,g\,AgCl}{۱۰۰۰\,mg\,AgCl}\times\frac{۱\,mol\,AgCl}{۱۴۳/۵\,g\,AgCl}=۸\times۱۰^{-۴}\,mol$$

با توجه به ضرایب استوکیومتری گونه‌های شرکت‌کننده در واکنش، به ازای تولید ۸×۱۰^{-۴} مول نقره کلرید، ۸×۱۰^{-۴} مول یون کلرید و ۸×۱۰^{-۴} مول یون نقره نیز مصرف می‌شوند.

$$\text{مقدار مول یون نقره یا یون کلرید باقی‌مانده در محلول} = \text{مقدار اولیه} - \text{مقدار مصرف‌شده} = ۱۰^{-۳}\,mol - ۸\times۱۰^{-۴}\,mol = ۲\times۱۰^{-۴}\,mol$$

گام دوم: محلول نهایی، از مخلوط‌شدن دو محلول یک لیتری به دست آمده است؛ پس غلظت یون‌های نقره و کلرید را در آن محاسبه می‌کنیم:

$$[Ag^+]=\frac{\text{مول } Ag^+}{\text{حجم محلول}}=\frac{۲\times۱۰^{-۴}}{۲}=۱۰^{-۴}\,mol.L^{-۱} \qquad [Cl^-]=\frac{\text{مول } Cl^-}{\text{حجم محلول}}=\frac{۲\times۱۰^{-۴}}{۲}=۱۰^{-۴}\,mol.L^{-۱}$$

گام سوم: با توجه به غلظت تعادلی یون‌های شرکت‌کننده در واکنش، مقدار ثابت تعادل را محاسبه می‌کنیم:

$$K=\frac{۱}{[Cl^-][Ag^+]} \Rightarrow K=\frac{۱}{۱۰^{-۴}\times۱۰^{-۴}}=۱۰^۸$$

۹۶- گزینه۱ در ابتدای واکنش، ۴۸ g گاز متان و ۳ مول گاز H_2S (معادل با ۱۰۲ g گاز H_2S) وارد مخزن شده است. می‌دانیم که واکنش‌های شیمیایی از قانون پایستگی جرم پیروی می‌کنند؛ پس همان‌طور که در ابتدای واکنش، ۱۵۰ g مادهٔ گازی وارد ظرف شده است، در لحظهٔ برقراری تعادل نیز ۱۵۰ g گاز در محفظهٔ واکنش وجود خواهد داشت. براساس داده‌های سؤال، در لحظهٔ برقراری تعادل ۳۸ درصد از جرم مواد موجود در ظرف واکنش توسط گاز CS_2 تشکیل شده است؛ پس تعداد مول‌های گاز CS_2 را در حالت تعادل به دست می‌آوریم:

$$?\,mol\,CS_2=۱۵۰\text{ g مخلوط گازی}\times\frac{۳۸\,g\,CS_2}{۱۰۰\text{ g مخلوط گازی}}\times\frac{۱\,mol\,CS_2}{۷۶\,g\,CS_2}=۰/۷۵\,mol$$

مقدار گاز H_2 تولیدشده تا لحظهٔ برقراری تعادل را نیز براساس مقدار CS_2 تولیدشده محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\,H_2=۰/۷۵\,mol\,CS_2\times\frac{۴\,mol\,H_2}{۱\,mol\,CS_2}=۳\,mol$$

در ابتدای واکنش، ۴۸ گرم متان (معادل با ۳ مول متان) و ۳ مول H_2S وارد ظرف شده است. براساس مقدار CS_2 تولیدشده، مقدار باقی‌مانده از این مواد را محاسبه می‌کنیم:

مقدار H_2S مصرف‌شده: $?\,mol\,H_2S=۰/۷۵\,mol\,CS_2\times\frac{۲\,mol\,H_2S}{۱\,mol\,CS_2}=۱/۵\,mol$ ⇒ مقدار H_2S باقی‌مانده $=۳-۱/۵=۱/۵\,mol$

مقدار CH_4 مصرف‌شده: $?\,mol\,CH_4=۰/۷۵\,mol\,CH_4\times\frac{۱\,mol\,CH_4}{۱\,mol\,CS_2}=۰/۷۵\,mol$ ⇒ مقدار CH_4 باقی‌مانده $=۳-۰/۷۵=۲/۲۵\,mol$

از آن‌جا که حجم ظرف واکنش برابر ۲ لیتر است، غلظت هر گاز ۰/۵ برابر مقدار مول آن گاز می‌شود. در مرحلهٔ آخر، مقدار ثابت تعادل را محاسبه می‌کنیم:

$$K=\frac{[H_2]^4.[CS_2]}{[H_2S]^2.[CH_4]^2} \Rightarrow K=\frac{(\frac{۳}{۲})^4\times\frac{۳}{۸}}{(\frac{۳}{۴})^2\times\frac{۹}{۸}}=۳$$

۹۷- گزینه۳ تغییر غلظت گونه‌های شرکت‌کننده در این واکنش به صورت زیر است:

$$\Delta[A]=۴\,mol.L^{-۱} \qquad \Delta[B]=-۲\,mol.L^{-۱} \qquad \Delta[C]=۶\,mol.L^{-۱}$$

با توجه به روند تغییر غلظت مواد، مادهٔ B واکنش‌دهنده و مواد A و C فراوردهٔ واکنش هستند. می‌دانیم که تغییر غلظت هر یک از گونه‌های شرکت‌کننده در این واکنش شیمیایی، متناسب با ضریب استوکیومتری آن ماده در معادلهٔ واکنش خواهد بود. براساس توضیحات داده‌شده، معادلهٔ شیمیایی این واکنش به صورت $B \rightleftharpoons ۲A+۳C$ می‌شود. براساس معادلهٔ واکنش، مقدار K را محاسبه می‌کنیم:

$$K=\frac{[C]^3.[A]^2}{[B]} \Rightarrow K=\frac{۶^3\times۴^2}{۵}=۶۹۱/۲$$

واکنش موردنظر پس از گذشتن ۷۵ ثانیه به تعادل رسیده است، پس داریم:

$$\bar{R}_{\text{واکنش}} = \frac{\text{مقدار تغییر غلظت A}}{\text{ضریب A} \times \text{زمان}} \Rightarrow \bar{R}_{\text{واکنش}} = \frac{۴}{۲ \times (۷۵ \times \frac{۱}{۶۰})} = ۱/۶\ \text{mol.L}^{-۱}.\text{min}^{-۱}$$

۹۸- گزینه ۲ غلظت یون‌های باریم و سولفات آزادشده در محلول را برابر با x مول بر لیتر در نظر می‌گیریم. رابطهٔ مربوط به ثابت تعادل را نوشته و مقدار x را به دست می‌آوریم.

$$K = [Ba^{۲+}][SO_۴^{۲-}] \Rightarrow ۶/۴ \times ۱۰^{-۹} = [Ba^{۲+}][SO_۴^{۲-}] = x^۲ \Rightarrow x = ۸ \times ۱۰^{-۵}\ \text{mol.L}^{-۱}$$

بر این اساس، غلظت یون‌های $Ba^{۲+}$ و $SO_۴^{۲-}$ در محلول موردنظر برابر با ۸×۱۰^{-۵} مول بر لیتر می‌شود. با توجه به غلظت این یون‌ها، جرم باریم سولفات تفکیک‌شده در هر لیتر از این محلول را به دست آورده و پس از آن غلظت ppm این محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$?\ \text{g BaSO}_۴ = ۱\ \text{L محلول} \times \frac{۸ \times ۱۰^{-۵}\ \text{mol Ba}^{۲+}}{۱\ \text{L محلول}} \times \frac{۱\ \text{mol BaSO}_۴}{۱\ \text{mol Ba}^{۲+}} \times \frac{۲۳۳\ \text{g BaSO}_۴}{۱\ \text{mol BaSO}_۴} = ۱/۸۶۴ \times ۱۰^{-۲}\ \text{g}$$

$$\text{ppm} = \frac{\text{گرم حل‌شونده}}{\text{گرم محلول}} \times ۱۰^۶ \Rightarrow \text{ppm} = \frac{۱/۸۶۴ \times ۱۰^{-۲}\ \text{g}}{۱۰۰۰\ \text{g}} \times ۱۰^۶ = ۱۸/۶۴$$

۹۹- گزینه ۳ جرم هر یک از گازهای $O_۲$، $SO_۲$ و $SO_۳$ را در لحظهٔ برقراری تعادل برابر m در نظر گرفته و شمار مول‌های هر گاز را محاسبه می‌کنیم.

$$?\ \text{mol O}_۲ = \text{m g O}_۲ \times \frac{۱\ \text{mol O}_۲}{۳۲\ \text{g O}_۲} = \frac{\text{m}}{۳۲} \qquad ?\ \text{mol SO}_۲ = \text{m g SO}_۲ \times \frac{۱\ \text{mol SO}_۲}{۶۴\ \text{g SO}_۲} = \frac{\text{m}}{۶۴}$$

$$?\ \text{mol SO}_۳ = \text{m g SO}_۳ \times \frac{۱\ \text{mol SO}_۳}{۸۰\ \text{g SO}_۳} = \frac{\text{m}}{۸۰}$$

با توجه به حجم ظرف، غلظت تعادلی هر گونه را محاسبه می‌کنیم.

$$[O_۲] = \frac{\text{مول } O_۲}{\text{حجم}} = \frac{\frac{\text{m}}{۳۲}}{۰/۵} = \frac{\text{m}}{۱۶} \qquad [SO_۲] = \frac{\text{مول } SO_۲}{\text{حجم}} = \frac{\frac{\text{m}}{۶۴}}{۰/۵} = \frac{\text{m}}{۳۲} \qquad [SO_۳] = \frac{\text{مول } SO_۳}{\text{حجم}} = \frac{\frac{\text{m}}{۸۰}}{۰/۵} = \frac{\text{m}}{۴۰}$$

در مرحلهٔ بعد، غلظت تعادلی این مواد را در رابطهٔ تعادلی قرار داده و مقدار m را به دست می‌آوریم.

$$K = \frac{[O_۲][SO_۲]^۲}{[SO_۳]^۲} \Rightarrow ۶/۲۵ = \frac{\frac{\text{m}}{۱۶} \times (\frac{\text{m}}{۳۲})^۲}{(\frac{\text{m}}{۴۰})^۲} \Rightarrow ۶/۲۵ = \frac{۲۵\ \text{m}}{۲۵۶} \Rightarrow \text{m} = ۶۴\ \text{g}$$

در ابتدای کار، هیچ مولکول گوگرد دی‌اکسیدی در ظرف واکنش وجود نداشته است؛ پس کل مولکول‌های گوگرد دی‌اکسید بر اثر تجزیهٔ گوگرد تری‌اکسید حاصل شده‌اند. بر این اساس، جرم گاز $SO_۳$ تجزیه‌شده را محاسبه کرده و پس از آن جرم اولیهٔ $SO_۳$ را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{جرم } SO_۳ \text{ تجزیه‌شده}:?\ \text{g SO}_۳ = ۶۴\ \text{g SO}_۲ \times \frac{۱\ \text{mol SO}_۲}{۶۴\ \text{g SO}_۲} \times \frac{۲\ \text{mol SO}_۳}{۲\ \text{mol SO}_۲} \times \frac{۸۰\ \text{g SO}_۳}{۱\ \text{mol SO}_۳} = ۸۰\ \text{g}$$

$$\text{جرم اولیهٔ گاز } SO_۳ = \text{جرم تعادلی گاز } SO_۳ + \text{جرم } SO_۳ \text{ تجزیه‌شده} = ۶۴\ \text{g} + ۸۰\ \text{g} = ۱۴۴\ \text{g}$$

۱۰۰- گزینه ۱ تغییر تعداد مول‌های هر یک از گونه‌های شرکت‌کننده در واکنش تا لحظهٔ رسیدن به تعادل به صورت زیر است:

$$\Delta n_A = -۲\ \text{mol} \qquad \Delta n_B = -۱\ \text{mol} \qquad \Delta n_C = ۱/۵\ \text{mol}$$

از آن‌جا که مقدار تغییر هر یک از گونه‌های شرکت‌کننده در واکنش متناسب با ضریب استوکیومتری آن ماده است، معادلهٔ شیمیایی واکنش انجام‌شده به صورت $۴A + ۲B \rightleftharpoons ۳C$ می‌شود. در این شرایط، حجم ظرف را برابر V لیتر در نظر گرفته و غلظت هر ماده را در رابطهٔ ثابت تعادل قرار می‌دهیم تا مقدار V به دست بیاید.

$$K = \frac{[C]^۳}{[A]^۴.[B]^۲} \Rightarrow ۴۰/۵ = \frac{(\frac{۱/۵}{V})^۳}{(\frac{۱}{V})^۴ \times (\frac{۱/۵}{V})^۲} \Rightarrow ۱/۵ \times V^۳ = ۴۰/۵ \Rightarrow V = ۳\ \text{L}$$

۱۰۱- گزینه ۱ براساس مقدار $O_۲$ تولیدشده تا لحظهٔ برقراری تعادل، مقدار $NO_۲$ و $N_۲O_۵$ موجود در لحظهٔ تعادل را به دست می‌آوریم.

$$\text{مقدار } NO_۲ \text{ تولیدشده}:?\ \text{mol NO}_۲ = ۰/۵\ \text{mol O}_۲ \times \frac{۴\ \text{mol NO}_۲}{۱\ \text{mol O}_۲} = ۲\ \text{mol}$$

$$\text{مقدار } N_۲O_۵ \text{ مصرف‌شده}:?\ \text{mol N}_۲\text{O}_۵ = ۰/۵\ \text{mol O}_۲ \times \frac{۲\ \text{mol N}_۲\text{O}_۵}{۱\ \text{mol O}_۲} = ۱\ \text{mol}$$

$$\text{مقدار } N_۲O_۵ \text{ باقی‌مانده} = \text{مقدار اولیهٔ } N_۲O_۵ - \text{مقدار مصرف‌شدهٔ } N_۲O_۵ = ۶\ \text{mol} - ۱\ \text{mol} = ۵\ \text{mol}$$

حجم ظرف واکنش را برابر با V لیتر در نظر گرفته و غلظت هر ماده را در رابطهٔ ثابت تعادل قرار می‌دهیم تا مقدار V به دست بیاید.

$$K=\frac{[NO_2]^4.[O_2]}{[N_2O_5]^2} \Rightarrow ۶/۲۵\times۱۰^{-۴}=\frac{(\frac{۲}{V})^۴\times\frac{۰/۵}{V}}{(\frac{۵}{V})^۲} \Rightarrow ۶/۲۵\times۱۰^{-۴}=\frac{۸}{۲۵\,V^۳} \Rightarrow V=۸\,L$$

۱۰۲- گزینه۳ در ابتدای کار، ۲ مول گاز اکسیژن وارد یک ظرف ۲ لیتری شده است؛ پس غلظت اولیهٔ گاز O_2 برابر $۱\,mol.L^{-۱}$ می‌شود. با توجه به سرعت مصرف گاز O_2، مقدار تغییر غلظت این گاز و غلظت تعادلی آن را به دست می‌آوریم.

$$\bar{R}_{O_2}=\frac{\Delta[O_2]}{\Delta t} \Rightarrow ۰/۰۰۵\,mol.L^{-۱}.s^{-۱}=\frac{\Delta[O_2]}{۴۰\,s} \Rightarrow \Delta[O_2]=۰/۲\,mol.L^{-۱}$$

$$\text{غلظت نهایی گاز } O_2 = \text{غلظت اولیهٔ گاز } O_2 - \text{تغییر غلظت گاز } O_2 = ۱-۰/۲=۰/۸\,mol.L^{-۱}$$

همان‌طور که می‌دانیم، تغییر غلظت هر یک از گونه‌های شرکت‌کننده در این واکنش، متناسب با ضریب استوکیومتری آن ماده است. به عنوان مثال، چون ضریب گاز HCl، ۴ برابر ضریب O_2 است، میزان تغییر غلظت آن نیز ۴ برابر میزان تغییر غلظت گاز O_2 و برابر ۰/۸ مول بر لیتر است. بر این اساس، غلظت تعادلی گازهای HCl، Cl_2 و H_2O به ترتیب برابر ۰/۲، ۰/۴ و ۰/۴ مول بر لیتر می‌شود. با توجه به غلظت تعادلی گونه‌های شرکت‌کننده در واکنش، مقدار K را به دست می‌آوریم.

$$K=\frac{[H_2O]^2.[Cl_2]^2}{[HCl]^4.[O_2]} \Rightarrow K=\frac{(۰/۴)^2\times(۰/۴)^2}{(۰/۲)^4\times۰/۸}=۲۰$$

۱۰۳- گزینه۴ در لحظهٔ برقراری تعادل، ۶ مول گاز N_2O_5 در یک ظرف ۳ لیتری وجود دارد؛ پس غلظت این گاز در لحظهٔ تعادل برابر با ۲ مول بر لیتر است. جدول زیر، روند تغییر غلظت گونه‌های شرکت‌کننده در این واکنش را نشان می‌دهد.

واکنش	$۲N_2O_5 \rightleftharpoons ۴NO_2 + O_2$		
غلظت اولیه	n	۰	۰
تغییر غلظت	$-۲x$	$+۴x$	$+x$
غلظت تعادلی	$n-۲x=۲$	$۴x$	x

$$\Rightarrow K=\frac{[O_2][NO_2]^4}{[N_2O_5]^2} \Rightarrow ۲=\frac{x\times(۴x)^4}{۲^2} \Rightarrow x=۰/۵\,mol.L^{-۱}$$

$$\Rightarrow n-۲x=۲ \xrightarrow{x=۰/۵} n-۱=۲ \Rightarrow n=۳\,mol.L^{-۱}$$

بر این اساس، غلظت اولیهٔ گاز N_2O_5 در ظرف واکنش (n) برابر با $۳\,mol.L^{-۱}$ بوده است. از طرفی، براساس قانون پایستگی جرم مجموع جرم مواد موجود در ظرف واکنش در طول واکنش ثابت می‌ماند؛ پس اگر جرم اولیهٔ گاز N_2O_5 وارد شده به مخزن را محاسبه می‌کنیم، می‌توانیم این مقدار را برابر با مجموع جرم مواد موجود در مخزن در لحظهٔ برقراری تعادل در نظر بگیریم.

$$\text{جرم } N_2O_5 \text{ واردشده به مخزن} = ?\,g\,N_2O_5 = ۳\,L \text{ گاز} \times \frac{۳\,mol\,N_2O_5}{۱\,L \text{ گاز}} \times \frac{۱۰۸\,g\,N_2O_5}{۱\,mol\,N_2O_5}=۹۷۲\,g$$

یه راه دیگه: می‌توانستیم به جای استفاده از قانون پایستگی جرم و ...، جرم هر یک از گازهای شرکت‌کننده در تعادل را به صورت جداگانه محاسبه کنیم و پس از آن، مجموع جرم مواد را به دست بیاوریم.

۱۰۴- گزینه۱ در ۱۰۰ گرم آب، ۰/۲۷۲ g نمک حل می‌شود؛ پس در ۱۰۰۰ g آب (یک لیتر آب)، ۲/۷۲ g کلسیم سولفات قابل حل است.

$$?\,mol\,CaSO_4 = ۲/۷۲\,g\,CaSO_4 \times \frac{۱\,mol\,CaSO_4}{۱۳۶\,g\,CaSO_4}=۰/۰۲\,mol$$

بر اثر انحلال ۰/۰۲ مول کلسیم سولفات در یک لیتر آب، ۰/۰۲ مول یون Ca^{2+} و ۰/۰۲ مول یون SO_4^{2-} تولید شده و غلظت این یون‌ها به ۰/۰۲ مول بر لیتر می‌رسد.

$$K=[Ca^{2+}][SO_4^{2-}] \Rightarrow K=۰/۰۲\times۰/۰۲=۴\times۱۰^{-۴}$$

۱۰۵- گزینه۳ براساس انرژی آزادشده، مقدار آمونیاک تولیدشده تا لحظهٔ برقراری تعادل را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,mol\,NH_3 = ۴۶\,kJ \text{ انرژی} \times \frac{۲\,mol\,NH_3}{۹۲\,kJ \text{ انرژی}}=۱\,mol$$

در مرحلهٔ بعد، مقدار گازهای هیدروژن و نیتروژن را در لحظهٔ برقراری تعادل محاسبه می‌کنیم.

مقدار نیتروژن مصرف‌شده: $?\,mol\,N_2 = ۱\,mol\,NH_3 \times \frac{۱\,mol\,N_2}{۲\,mol\,NH_3}=۰/۵\,mol$ ⇒ مقدار N_2 باقی‌مانده $= ۳-۰/۵=۲/۵\,mol$

مقدار هیدروژن مصرف‌شده: $?\,mol\,H_2 = ۱\,mol\,NH_3 \times \frac{۳\,mol\,H_2}{۲\,mol\,NH_3}=۱/۵\,mol$ ⇒ مقدار H_2 باقی‌مانده $= ۲-۱/۵=۰/۵\,mol$

حجم ظرف برابر یک لیتر بوده و غلظت مولی هر ماده در آن برابر می‌شود با تعداد مول‌های آن مادهٔ گازی.

$$K=\frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} \Rightarrow K=\frac{(۱)^2}{۲/۵\times(۰/۵)^3}=۳/۲$$

۱۰۶- گزینه ۲ واکنش‌های شیمیایی داده‌شده را با یکدیگر جمع می‌کنیم:

$$\text{I)}\ A(g)+E(g) \rightleftharpoons 2X(g),\ K_1=32$$
$$\text{II)}\ 2X(g) \rightleftharpoons 2Z(g),\ K_2=2$$
$$\text{جمع)}\ A(g)+E(g) \rightleftharpoons 2Z(g),\ K=K_1.K_2=32\times2=64$$

با واردشدن گازهای A و E به ظرف، تعادل در جهت مصرف این مواد و تولید مادهٔ Z به پیش می‌رود. جدول زیر روند تغییر غلظت هر یک از مواد شرکت‌کننده در این واکنش را نشان می‌دهد.

واکنش	A	+ E	⇌ 2Z
غلظت اولیه	۱	۱	۰
تغییر غلظت	$-x$	$-x$	$+2x$
غلظت تعادلی	$1-x$	$1-x$	$2x$

$$\Rightarrow K=\frac{[Z]^2}{[A][E]} \Rightarrow 64=\frac{(2x)^2}{(1-x)^2} \xrightarrow{\text{گرفتن جذر از طرفین معادله}} 8=\frac{2x}{1-x} \Rightarrow 8=10x \Rightarrow x=0/8\ mol.L^{-1}$$
$$\Rightarrow [Z]=2x=1/6\ mol.L^{-1}$$

یه راه دیگه: می‌توانستیم ابتدا غلظت مادهٔ X حاصل از واکنش اول را به دست بیاوریم و پس از آن، مقدار Z حاصل از تعادل دوم را به طور جداگانه محاسبه کنیم *اما جا داره که بگیم کی میره این همه راهو؟*

۱۰۷- گزینه ۲ در ابتدای کار، غلظت گازهای PCl_5 و $COCl_2$ در محفظهٔ ۲ لیتری به ترتیب برابر ۰/۶ و ۰/۵ مول بر لیتر است. با گذشت زمان، ۰/۴ مول PCl_5 و ۰/۶ مول $COCl_2$ تجزیه شده و غلظت این گازها به ترتیب برابر با ۰/۴ و ۰/۲ مول بر لیتر می‌شود. ابتدا باید فراورده‌های حاصل از هر یک از این مواد را به طور جداگانه محاسبه کنیم.

واکنش اول (تجزیهٔ $COCl_2$):

$$?\ mol\,CO=0/6\ mol\,COCl_2\times\frac{1\ mol\,CO}{1\ mol\,COCl_2}=0/6\ mol$$
$$?\ mol\,Cl_2=0/6\ mol\,COCl_2\times\frac{1\ mol\,Cl_2}{1\ mol\,COCl_2}=0/6\ mol$$

$$\text{مقدار } COCl_2 \text{ باقی‌مانده} = \text{مقدار } COCl_2 \text{ اولیه} - \text{مقدار } COCl_2 \text{ مصرف‌شده} = 1\ mol-0/6\ mol=0/4\ mol$$

واکنش دوم (تجزیهٔ PCl_5):

$$?\ mol\,Cl_2=0/4\ mol\,PCl_5\times\frac{1\ mol\,Cl_2}{1\ mol\,PCl_5}=0/4\ mol$$
$$?\ mol\,PCl_3=0/4\ mol\,PCl_5\times\frac{1\ mol\,PCl_3}{1\ mol\,PCl_5}=0/4\ mol$$

$$\text{مقدار } PCl_5 \text{ باقی‌مانده} = \text{مقدار } PCl_5 \text{ اولیه} - \text{مقدار } PCl_5 \text{ مصرف‌شده} = 1/2\ mol-0/4\ mol=0/8\ mol$$

اگه یه‌کم دقت کرده باشین، در هر دو واکنش، گاز Cl_2 تولید می‌شود؛ پس مجموعاً ۱ مول گاز Cl_2 در ظرف واکنش وجود دارد. از طرفی، حجم ظرف برابر ۲ لیتر است، پس غلظت هر ماده در آن، ۰/۵ برابر مقدار آن ماده است. بر این اساس، ثابت تعادل‌های هر واکنش را محاسبه می‌کنیم.

$$\left.\begin{aligned} K_1=\frac{[CO][Cl_2]}{[COCl_2]} &\Rightarrow K_1=\frac{0/3\times0/5}{0/2}=0/75 \\ K_2=\frac{[Cl_2][PCl_3]}{[PCl_5]} &\Rightarrow K_2=\frac{0/5\times0/2}{0/4}=0/25 \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{K_1}{K_2}=\frac{0/75}{0/25}=3$$

۱۰۸- گزینه ۴ غلظت یون‌های Ag^+ و Cl^- در این محلول با هم برابر است. براساس ثابت تعادل واکنش، غلظت هر یون را محاسبه می‌کنیم.

$$K=[Cl^-][Ag^+] \Rightarrow 1/6\times10^{-19}=x^2 \Rightarrow x=4\times10^{-10}\ mol.L^{-1}$$

در هر لیتر (۱۰۰۰ گرم) از این محلول، 4×10^{-10} مول از نمک موردنظر حل‌شده است؛ پس در هر ۱۰۰ گرم از آن، 4×10^{-11} مول نمک حل‌شده وجود دارد. جرم این مقدار از نمک حل‌شده را محاسبه می‌کنیم تا انحلال‌پذیری آن به دست بیاید.

$$?\ g\,AgCl=4\times10^{-11}\ mol\,AgCl\times\frac{143/5\ g\,AgCl}{1\ mol\,Ag\,Cl}=5/74\times10^{-9}$$

۱۰۹- گزینه ۳ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است:

$$C_3H_8COOC_2H_5+H_2O(l) \rightleftharpoons C_3H_8COOH(aq)+C_2H_5OH(aq)$$

با توجه به معادلهٔ این واکنش، غلظت الکل (اتانول) و اسید (بوتانوئیک اسید) حاصل از این واکنش با یکدیگر برابر است. با توجه به ثابت تعادل واکنش، غلظت مولی هر یک از فراورده‌ها را به دست می‌آوریم.

$$K=\frac{[C_2H_5OH][C_3H_8COOH]}{[C_3H_8COOC_2H_5]} \Rightarrow 2\times10^{-5}=\frac{x^2}{0/2} \Rightarrow x=2\times10^{-3}\ mol.L^{-1}$$

با توجه به چگالی این محلول، هر لیتر از آن ۱۲۵۰ g جرم دارد و شامل ۰/۰۰۲ مول اتانول نیز می‌شود. بر این اساس غلظت اتانول موجود در آن برحسب ppm محاسبه می‌کنیم.

$$?\,g\,C_2H_5OH = 2\times10^{-3}\ mol\,C_2H_5OH \times \frac{46\ g\,C_2H_5OH}{1\ mol\,C_2H_5OH} = 92\times10^{-3}\ g$$

$$ppm = \frac{\text{گرم حل‌شونده}}{\text{گرم محلول}}\times10^6 \Rightarrow ppm = \frac{92\times10^{-3}}{1250}\times10^6 = 73/6$$

۱۱۰- گزینه ۴ روند تغییر غلظت گونه‌های شرکت‌کننده در این واکنش به شرح جدول زیر است. چون مجموع تعداد مول‌های گازی در دو طرف معادلهٔ واکنش برابر است، می‌توان مقدار هر ماده را به جای غلظت آن در رابطهٔ ثابت تعادل قرار دارد.

واکنش	$2NO \rightleftharpoons N_2 + O_2$		
مقدار مول اولیه	۵	۰	۰
تغییر مقدار	$-2x$	$+x$	$+x$
مقدار مول تعادلی	$5-2x$	$+x$	$+x$

$$\Rightarrow K = \frac{[O_2][N_2]}{[NO]^2} \Rightarrow \frac{9}{16} = \frac{x^2}{(5-2x)^2}$$

$$\xrightarrow{\text{جذرگرفتن از دو طرف معادله}} \frac{3}{4} = \frac{x}{5-2x} \Rightarrow x = 1/5$$

با توجه به مقدار x، میزان انرژی آزادشده تا لحظهٔ برقراری تعادل را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,kJ\ \text{انرژی} = 1/5\ mol\,O_2 \times \frac{72\ kJ\ \text{انرژی}}{1\ mol\,O_2} = 108\ kJ$$

۱۱۱- گزینه ۱ ابتدا باید غلظت مولی یون سولفات را در محلول اولیه به دست بیاوریم.

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{چگالی}\times\text{درصد جرمی}\times10}{\text{جرم مولی حل‌شونده}} \Rightarrow [MgSO_4] = \frac{10.a.d}{\text{جرم مولی}} = \frac{10\times4\times1/2}{120} = 0/4\ mol.L^{-1}$$

با توجه به محاسبات انجام‌شده، غلظت مولی یون سولفات در محلول موردنظر برابر ۰/۴ مول بر لیتر است. با ریختن باریم سولفات در این محلول، مقادیری از یون‌های SO_4^{2-} و Ba^{2+} آزاد شده و وارد محلول می‌شوند. از آن‌جا که مقدار یون SO_4^{2-} تولیدشده طی این فرایند نسبت به یون‌های موجود در محلول بسیار ناچیز است، از آن صرف‌نظر کرده و غلظت این یون را پس از انحلال باریم سولفات در محلول نیز برابر ۰/۴ مول بر لیتر در نظر می‌گیریم. با توجه به غلظت یون سولفات و ثابت تعادل واکنش انحلال باریم سولفات، غلظت یون باریم را در محلول محاسبه می‌کنیم.

$$K = [Ba^{2+}][SO_4^{2-}] \Rightarrow 8\times10^{-8} = [Ba^{2+}]\times0/4 \Rightarrow [Ba^{2+}] = 2\times10^{-7}\ mol.L^{-1}$$

بر این اساس، در هر لیتر از محلول موردنظر 2×10^{-7} مول باریم سولفات حل شده تا غلظت یون باریم در آن به 2×10^{-7} مول بر لیتر می‌رسد.

$$\text{جرم باریم سولفات حل‌شده}: ?\,\mu g\,BaSO_4 = 2\ L\ \text{محلول} \times \frac{2\times10^{-7}\ mol\,BaSO_4}{1\ L\ \text{محلول}} \times \frac{233\ g\,BaSO_4}{1\ mol\,BaSO_4} \times \frac{10^6\ \mu g\,BaSO_4}{1\ g\,BaSO_4} = 93/2\ \mu g$$

۱۱۲- گزینه ۳ به ازای تجزیهٔ هر مول گاز SO_3، یک مول گاز SO_2 (۶۴ گرم گاز SO_2) و نیم مول اکسیژن (۱۶ گرم اکسیژن) حاصل می‌شود. به عبارتی به ازای تجزیهٔ هر مول گاز SO_3، تفاوت جرم فراورده‌ها برابر ۴۸ g می‌شود. بر این اساس، مقدار SO_3 تجزیه‌شده را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,mol\,SO_3 = 24\ g\ \text{تفاوت جرم فراورده‌ها} \times \frac{1\ mol\,SO_3}{48\ g\ \text{تفاوت جرم فراورده‌ها}} = 0/5\ mol$$

در ابتدای واکنش، ۲۰۰ گرم گاز SO_3 (۲/۵ مول گاز SO_3) وارد ظرف واکنش شده است. تا لحظهٔ برقراری تعادل، ۰/۵ مول از این گاز تجزیه شده و ۲ مول از آن باقی مانده است. با توجه به ضرایب استوکیومتری مواد، طی این فرایند ۰/۵ مول SO_2 و ۰/۲۵ مول O_2 نیز تولید شده است. از آن‌جا که حجم ظرف واکنش برابر ۱ لیتر است، غلظت هر ماده برابر با مقدار مول آن ماده می‌شود.

$$K = \frac{[O_2][SO_2]^2}{[SO_3]^2} \Rightarrow K = \frac{0/25\times(0/5)^2}{2^2} = \frac{1}{64} = 2^{-6}$$

۱۱۳- گزینه ۲ جدول زیر، روند تغییر غلظت گونه‌های شرکت‌کننده در واکنش را نشان می‌دهد. از آن‌جا که حجم ظرف واکنش برابر با ۲ لیتر، غلظت مولی هر یک از گازهای شرکت‌کننده در این واکنش، ۰/۵ برابر مقدار مول‌های آن گاز است.

واکنش	$2N_2O_5 \rightleftharpoons 4NO_2 + O_2$		
مقدار مول اولیه	۲	۰	۰
تغییر مقدار	$-2x$	$+4x$	$+x$
مقدار مول تعادلی	$2-2x$	$4x$	$x = 0/5$

$$\Rightarrow 4x = 2\ mol\ ,\ 2-2x = 1\ mol$$

$$K = \frac{[O_2][NO_2]^4}{[N_2O_5]^2} \Rightarrow K = \frac{0/25\times(1)^4}{(0/5)^2} = 1$$

چون ضریب اکسیژن در معادلهٔ این واکنش برابر یک است، سرعت متوسط واکنش با سرعت متوسط تولید اکسیژن برابر می‌شود.

$$\bar{R}_{\text{واکنش}} = \bar{R}_{O_2} = \frac{\Delta[O_2]}{\Delta t} = \frac{0/25\ mol.L^{-1}}{60\ s\times\frac{1\ min}{60\ s}} = 0/25\ mol.L^{-1}.min^{-1}$$

۱۱۴- گزینه ۲ اگر هر ذره را برابر با ۰/۲۵ مول در نظر بگیریم، در ظرف ۵ لیتری واکنش ۳ مول گاز NO_2 و ۰/۷۵ مول گاز N_2O_4 وجود دارد.

$$K=\frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} \Rightarrow K=\frac{0/6^2}{0/15}=2/4$$

مجموع ضرایب فراورده‌ها یک واحد بیشتر از مجموع ضرایب واکنش‌دهنده‌ها است؛ پس مقدار Δn برابر با ۱+ می‌شود.

$$\text{واحد ثابت تعادل} = (mol.L^{-1})^{\Delta n} \Rightarrow \text{واحد ثابت تعادل} = mol.L^{-1}$$

۱۱۵- گزینه ۱ فقط عبارت آ درست است.

بررسی چهار عبارت:

آ تعادل $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ زمانی برقرار می‌شود که سرعت واکنش‌های رفت و برگشت با هم برابر باشد.

ب اگر تعادل $2O_3 \rightleftharpoons 3O_2(g)$ در یک سامانه برقرار باشد، واکنش‌های رفت و برگشت با سرعت برابر انجام می‌شوند. در این شرایط، سرعت تولید هر ماده با سرعت مصرف آن برابر است و به همین خاطر، مقدار هر یک از مواد شرکت‌کننده در تعادل ثابت می‌ماند.

پ در واکنش $2NH_3(g) \rightleftharpoons 2H_2(g)+N_2(g)$، مقدار Δn برابر با ۲- بوده و یکای ثابت تعادل به صورت $L^2.mol^{-2}$ می‌شود.

ت مقدار ثابت تعادل واکنش‌های شیمیایی فقط به دما بستگی دارد و تغییر غلظت مواد شرکت‌کننده در واکنش، مقدار K را تغییر نمی‌دهد.

۱۱۶- گزینه ۲ حجم ظرف برابر یک لیتر است؛ پس غلظت هر ماده برابر با مقدار آن ماده می‌شود. جدول زیر، روند تغییر غلظت گازهای شرکت‌کننده در این واکنش را نشان می‌دهد.

واکنش	$2O_3$	$\rightleftharpoons$	$3O_2$
غلظت اولیه	۱		۰
تغییر غلظت	$-2x$		$+3x$
غلظت تعادلی	$1-2x$		$+3x$

$$\Rightarrow \text{غلظت تعادلی } O_3 = \frac{1}{6}\times \text{غلظت تعادلی } O_2$$

$$\Rightarrow 1-2x=\frac{1}{6}\times(3x) \Rightarrow x=0/4\ mol$$

$$\Rightarrow K=\frac{[O_2]^3}{[O_3]^2} \Rightarrow K=\frac{(1/2)^3}{(0/2)^2}=43/2$$

مقدار Δn در این واکنش برابر با ۱+ بوده و یکای ثابت تعادل نیز به صورت $mol.L^{-1}$ است.

۱۱۷- گزینه ۳ در ابتدای کار، واکنش فقط در جهت رفت انجام شده و سرعت متوسط واکنش برگشت برابر صفر است. با گذشت زمان، از غلظت واکنش‌دهنده‌ها کاسته شده و سرعت واکنش رفت کم‌تر می‌شود؛ در حالی که غلظت فراورده‌ها به مرور بیشتر شده و سرعت واکنش برگشت افزایش پیدا می‌کند. همان‌طور که می‌دانیم، در این واکنش سرعت تولید گازهای CO_2 و CO به ترتیب برابر با سرعت واکنش‌های رفت و برگشت است؛ پس سرعت متوسط تولید این گازها با گذشت زمان به ترتیب کاهش و افزایش پیدا می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ جرم مولی کربن دی‌اکسید (۴۴ گرم بر مول)، ۲۲ برابر جرم مولی گاز هیدروژن (۲ گرم بر مول) است. از آن‌جا که در ابتدای کار هیچ فراورده‌ای در ظرف واکنش وجود ندارد، می‌توان گفت که در هر لحظه جرم CO_2 موجود در ظرف واکنش ۲۲ برابر جرم گاز هیدروژن موجود در آن است.

۲ چون تعداد مول‌های گازی در دو طرف واکنش با هم برابر است، مجموع شمار مول‌های گازی و فشار گازهای درون ظرف ثابت باقی می‌ماند.

۴ در هر دو واکنش داده‌شده، مقدار Δn برابر صفر است و در چنین شرایطی، ثابت تعادل واکنش یکا ندارد.

۱۱۸- گزینه ۳ با توجه به حالت فیزیکی مواد شرکت‌کننده در واکنش، رابطهٔ ثابت تعادل را نوشته و نسبت $[D]$ به $[B]$ را محاسبه می‌کنیم.

$$K=\frac{[D]^2}{[B]^2} \Rightarrow 16=\frac{[D]^2}{[B]^2} \xrightarrow{\text{از طرفین معادله جذر می‌گیریم.}} 4=\frac{[D]}{[B]} \Rightarrow [D]=4[B]$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ مقدار Δn در واکنش اول برابر ۱+ و در واکنش دوم برابر ۲+ است؛ پس یکای ثابت تعادل واکنش اول به صورت $mol.L^{-1}$ و یکای ثابت تعادل واکنش دوم به صورت $mol^2.L^{-2}$ است.

۲ افزایش حجم ظرف تأثیری در مقدار K واکنش‌ها ندارد و مقدار K فقط به دما وابسته است.

۴ مقدار Δn در این واکنش برابر ۱- بوده و یکای ثابت تعادل آن باید به صورت لیتر بر مول باشد.

۱۱۹- گزینه ۲ مقدار تغییر غلظت گونه‌های شرکت‌کننده در واکنش موردنظر به صورت زیر است.

$$\Delta[A]=+12\ mol.L^{-1} \qquad \Delta[B]=-8\ mol.L^{-1} \qquad \Delta[C]=+4\ mol.L^{-1}$$

همان‌طور که می‌دانیم، تغییر غلظت هر ماده متناسب با ضریب استوکیومتری آن ماده در معادلهٔ موازنه‌شده است؛ پس معادلهٔ واکنش موردنظر را به یکی از صورت‌های $3A+C \rightleftharpoons 2B$ و یا $2B \rightleftharpoons 3A+C$ می‌توان نوشت که یکای K در حالت اول معادل با $mol^2.L^{-2}$ و در حالت دوم معادل با $L^2.mol^{-2}$ می‌شود.

۱۲۰- گزینه۱ ثابت تعادل واکنش موردنظر در شرایطی فاقد یکا است که مواد A و C به حالت گازی (یا محلول) و مادهٔ B نیز به حالت جامد یا مایع خالص باشد. در این شرایط، ۸ مول مادهٔ A وارد ظرف واکنش شده و ۶۰ درصد از آن (۴/۸ مول) به مواد B و C تجزیه شده است. مقدار مادهٔ C تولیدشده و مقدار مادهٔ A باقی‌مانده را به دست آورده و پس از آن، مقدار K را محاسبه می‌کنیم.

$$?\ molC = ۴/۸\ mol\ A \times \frac{۲\ mol\ C}{۲\ mol\ A} = ۴/۸\ mol C$$

مقدار مول A باقی‌مانده = مقدار مول اولیهٔ A − مقدار مول A مصرف‌شده $= ۸ - ۴/۸ = ۳/۲\ mol$

$$K = \frac{[C]^۲}{[A]^۲} \Rightarrow K = \frac{(۴/۸)^۲}{(۳/۲)^۲} = ۲/۲۵$$

۱۲۱- گزینه۲ مقدار تغییر غلظت هر یک از گونه‌های شرکت‌کننده در این واکنش به صورت زیر است:

$$\Delta[A] = -۰/۲\ mol.L^{-۱} \qquad \Delta[B] = -۰/۲\ mol.L^{-۱} \qquad \Delta[C] = +۰/۳\ mol.L^{-۱}$$

با توجه به روند تغییر غلظت این مواد، معادلهٔ واکنش موردنظر باید به صورت $۲B + ۲A \rightleftharpoons ۳C$ است یا به صورت $۳C \rightleftharpoons ۲B + ۲A$ است. مقدار ثابت تعادل و یکای ثابت تعادل را برای هر یک از این واکنش‌ها محاسبه می‌کنیم.

✗ در گزینه‌ها نیست K واحد $= mol.L^{-۱} \xrightarrow{\Delta n=+۱}$ $I)\ ۳C \rightleftharpoons ۲B + ۲A\ ;\ K = \frac{[A]^۲.[B]^۲}{[C]^۳} = \frac{(۰/۱)^۲ \times (۰/۴)^۲}{(۰/۵)^۳} = ۱/۲۸ \times ۱۰^{-۲}$

✓ گزینهٔ دوم K واحد $= L.mol^{-۱} \xrightarrow{\Delta n=-۱}$ $II)\ ۲A + ۲B \rightleftharpoons ۳C\ ;\ K = \frac{[C]^۳}{[A]^۲.[B]^۲} = \frac{(۰/۵)^۳}{(۰/۱)^۲ \times (۰/۴)^۲} = ۷۸/۱۲۵$

۱۲۲- گزینه۳ اگر غلظت تعادلی یون کلرید را برابر با $۲x$ مول بر لیتر در نظر بگیریم، غلظت یون‌های $CoCl_۴^{۲-}$ و $Co(H_۲O)_۶^{۲+}$ برابر x مول بر لیتر می‌شود. این مقادیر را در معادلهٔ مربوط به ثابت تعادل قرار می‌دهیم تا مقدار x به دست بیاید.

$$K = \frac{[CoCl_۴^{۲-}]}{[Co(H_۲O)_۶^{۲+}].[Cl^-]^۴} \Rightarrow ۱۰^۸ = \frac{x}{x \times (۲x)^۴} \Rightarrow ۱۰^۸ = (۲x)^{-۴} \Rightarrow ۲x = ۰/۰۱ \Rightarrow x = ۰/۰۰۵\ mol.L^{-۱}$$

هر لیتر از این محلول، $۱۴۲۰\ g$ جرم دارد و در آن $۲x (۰/۰۱)$ مول یون کلرید حل شده است.

$$?\ g Cl^- = ۰/۰۱\ mol\ Cl^- \times \frac{۳۵/۵\ g\ Cl^-}{۱\ mol\ Cl^-} = ۳۵/۵ \times ۱۰^{-۲}\ g$$

$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^۶ = \frac{۳۵/۵ \times ۱۰^{-۲}}{۱۴۲۰} \times ۱۰^۶ = ۲۵۰$$

۱۲۳- گزینه۴ اگر جرم اکسیژن موجود در این ظرف برابر m گرم باشد، جرم اوزون موجود در آن برابر $۹m$ گرم خواهد بود.

$$?\ mol\ O_۲ = mg\ O_۲ \times \frac{۱\ mol\ O_۲}{۳۲\ g\ O_۲} = \frac{m}{۳۲}\ mol \qquad ?\ mol\ O_۳ = ۹\ m\ g\ O_۳ \times \frac{۱\ mol\ O_۳}{۴۸\ g\ O_۳} = \frac{۳m}{۱۶}\ mol$$

حجم ظرف واکنش برابر ۴ لیتر است؛ پس غلظت اکسیژن برابر $\frac{m}{۱۲۸}$ و غلظت اوزون برابر $\frac{۳m}{۶۴}$ مول بر لیتر می‌شود. این مقادیر را در معادلهٔ ثابت تعادل قرار می‌دهیم تا مقدار m به دست بیاید.

$$K = \frac{[O_۳]^۲}{[O_۲]^۳} \Rightarrow ۷۲ = \frac{(\frac{۳m}{۶۴})^۲}{(\frac{m}{۱۲۸})^۳} \Rightarrow m = ۶۴\ g \Rightarrow \text{مجموع جرم گازهای موجود در ظرف} = m + ۹m = ۱۰m = ۶۴۰\ g$$

از آن‌جا که مقدار Δn در این واکنش برابر -۱ است، یکای ثابت تعادل آن به صورت $L.mol^{-۱}$ می‌شود.

۱۲۴- گزینه۱ آلومینیم، یک فلز بوده و در دستهٔ رساناهای الکترونی قرار دارد؛ در حالی که بلور جامد سدیم کلرید رسانایی الکتریکی ندارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) اتانول، شکر و استون، از جمله مواد غیرالکترولیت به شمار می‌روند. محلول آبی این مواد فاقد یون‌هایی با بار ناهم‌نام بوده و رسانایی الکتریکی ندارد.

۳) رسانایی الکتریکی محلول‌های حاصل از انحلال ترکیب‌های یونی در آب، با توجه به غلظت یون‌های موجود در هر محلول، متفاوت از یکدیگر است.

۴) هیدروژن فلوئورید یک الکترولیت ضعیف بوده و محلول آن رسانایی الکتریکی اندکی دارد؛ در حالی که محلول نشان داده شده کاملاً نارسانا است.

۱۲۵- گزینه۱ فقط عبارت ب درست است.

بررسی چهار عبارت:

آ) گرافیت، از جمله رساناهای الکترونی است که چکش‌خوار نبوده و سطح آن در حالت جامد، کدر است.

ب) دی‌نیتروژن پنتااکسید $(N_۲O_۵)$ یک اکسید اسیدی بوده و محلول حاصل از آن، همانند محلول آبی آمونیاک، رسانای جریان الکتریسیته است.

پ) سدیم کلرید در حالت محلول (aq) و مذاب (l)، برخلاف حالت جامد (s)، رسانای جریان الکتریسیته است.

ت) پس از قراردادن محلول آبی سدیم سولفات در یک مدار الکتریکی، کاتیون‌ها (یون‌های Na^+) موجود در محلول به سمت قطب منفی حرکت می‌کنند.

۱۲۶- گزینه۳ اتانول و استون، از جمله موادی هستند که گشتاور دوقطبی آن بزرگ‌تر از صفر بوده و در حالت محلول، رسانای جریان الکتریسیته نیستند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) هیدروژن فلوئورید یک الکترولیت ضعیف و هیدروژن کلرید یک الکترولیت قوی است. بر این اساس، می‌توان گفت رسانایی الکتریکی محلول دو مولار $HF(aq)$، کم‌تر از رسانایی الکتریکی محلول یک مولار $HCl(aq)$ است.

۲) یک نمونه از آهن مذاب، به واسطهٔ الکترون‌های آزاد خود جریان برق را عبور داده و به همین خاطر، در دستهٔ رساناهای الکترونی قرار می‌گیرد.

۴) محلول ید در هگزان، همانند یک نمونه از محلول متانول در آب، غیرالکترولیت بوده و توانایی عبوردادن جریان الکتریسیته را ندارد.

۱۲۷- گزینه۲ فقط عبارت ت درست است.

بررسی چهار عبارت:

أ هر چند که نقره کلرید و باریم سولفات نامحلول در آب هستند، اما چون همان مقدار کم حل شده از آن‌ها به طور کامل در آب به یون‌های مثبت و منفی تفکیک می‌شود، پس این مواد را می‌توان در گروه الکترولیت‌های قوی قرار داد.

ب اگر X معادل با گاز هیدروژن کلرید باشد، محلول آبی آن (محلول هیدروکلریک اسید) رسانایی الکتریکی بالایی خواهد داشت.

پ چون جرم مولی منیزیم کلرید کم‌تر از جرم مولی منیزیم برمید است، با انحلال جرم‌های برابر از منیزیم برمید و منیزیم کلرید در ۱ لیتر آب، مجموع غلظت مولی یون‌ها در محلول منیزیم کلرید بیشتر خواهد شد و به همین خاطر، رسانایی الکتریکی این محلول بیشتر از محلول منیزیم برمید می‌شود.

ت مجموع غلظت مولی یون‌ها در محلول ۱ مولار منیزیم کلرید برابر با ۳ مول بر لیتر و مجموع غلظت مولی یون‌ها در محلول ۰/۵ مولار آمونیوم سولفات برابر با ۱/۵ مول بر لیتر است. در چنین شرایطی، رسانایی الکتریکی محلول منیزیم کلرید بیشتر خواهد بود.

۱۲۸- گزینه۲ برای محاسبهٔ غلظت مولی این محلول‌ها از رابطهٔ مقابل استفاده می‌شود:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{چگالی} \times \text{درصد جرمی} \times ۱۰}{\text{جرم مولی}}$$

با توجه به این رابطه، اگر چگالی و درصد جرمی دو محلول برابر باشد، غلظت مولی محلولی بیشتر است که جرم مولی کم‌تری داشته باشد. چون جرم مولی سدیم کلرید کم‌تر از سدیم برمید است؛ پس محلول سدیم کلرید غلظت بیشتری داشته و رسانایی الکتریکی آن از محلول سدیم برمید بیشتر است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) عامل ایجادکنندهٔ بوی آناناس، اتیل بوتانوات است؛ پس محلول آبی موردنظر حاوی اتانول و بوتانوئیک اسید می‌شود. بوتانوئیک اسید، خاصیت اسیدی داشته و محلولی که حاوی آن باشد نیز یک محلول الکترولیت خواهد بود.

۳) با قراردادن محلول آبی سدیم کلرید در یک مدار الکتریکی، یون‌هایی که اندازهٔ بزرگ‌تری دارند (یون‌های کلرید) به سمت قطب مثبت حرکت می‌کنند.

۴) با ریختن مقدار اندکی نقره نیترات جامد در محلول آبی سدیم کلرید، واکنش $NaCl(aq) + AgNO_3(s) \rightarrow AgCl(s) + NaNO_3(aq)$ در محلول انجام می‌شود. با انجام‌شدن این واکنش، به ازای هر یون نیتراتی که وارد محلول می‌شود، یک یون کلرید از محلول خارج می‌شود؛ پس می‌توان گفت با انجام‌شدن این واکنش، تغییری در مجموع شمار یون‌های موجود در محلول و رسانایی آن ایجاد نمی‌شود.

۱۲۹- گزینه۳ رسانایی محلول الکترولیت‌های مختلف، با یکدیگر متفاوت بوده و به غلظت یون‌های موجود در آن الکترولیت بستگی دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) غلظت یون هیدرونیوم و خاصیت اسیدی داروها و مواد خوراکی، تأثیر بسزایی در ماندگاری این مواد دارد.

۲) با قراردادن محلول $HCl(aq)$ در یک مدار الکتریکی، یون‌های منفی موجود در محلول به سمت قطب مثبت و یون‌های مثبت موجود در آن (یون‌های هیدرونیوم) به سمت قطب منفی حرکت می‌کنند.

۴) با فاسدشدن شیر، مقداری لاکتیک اسید در آن تولید شده و خاصیت اسیدی محلول با افزایش غلظت یون هیدرونیوم، افزایش پیدا می‌کند.

۱۳۰- گزینه۳ پس از انحلال گاز $HCl(g)$ در محلول، یون‌های $H_3O^+(aq)$ و $Cl^-(aq)$ در محلول تولید می‌شوند. در این شرایط یون‌های کلرید به سمت قطب مثبت و یون‌های هیدرونیوم به سمت قطب منفی حرکت می‌کنند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) با انحلال گاز $HF(g)$ در آب، مقداری از یون‌های F^- و H_3O^+ در محلول ایجاد شده و میزان روشنایی محلول موردنظر افزایش پیدا می‌کند.

۲) با انحلال N_2O_5 در محلول، دو مول یون H_3O^+ و دو مول یون NO_3^- در محلول موردنظر تولید می‌شوند.

۴) با انحلال گاز NH_3 در آب، محلولی از یون‌های NH_4^+، OH^- و مولکول‌های یونیده‌نشدهٔ آمونیاک حاصل می‌شود.

۱۳۱- گزینه۲ عبارت‌های أ و ب درست هستند.

بررسی پنج عبارت:

أ پتاس سوزآور (KOH) و سود سوزآور $(NaOH)$، برخلاف آمونیاک، درجهٔ یونش بالایی داشته و بازهای قوی به شمار می‌روند.

ب درجهٔ یونش هیدروکلریک اسید، بیشتر از هیدروسیانیک است؛ پس در محلول‌هایی با غلظت برابر از این اسیدها، غلظت یون‌ها در محلول هیدروکلریک اسید بیشتر بوده و این محلول رسانایی الکتریکی بیشتری خواهد داشت.

پ معادلهٔ نوشته‌شده، مربوط به یونش فورمیک اسید $(HCOOH)$ است در حالی که فرمول استیک اسید به صورت CH_3COOH می‌باشد.

ت در محلول یک مولار فورمیک اسید، شمار اندکی آنیون و کاتیون تولید شده و رسانایی الکتریکی این محلول بیشتر از محلول اتانول خواهد بود.

ث بر اثر یونش مولکول‌های HCl، یون‌های H^+ و Cl^- تولید می‌شوند. در این شرایط، یون کلرید تولیدشده شعاع بزرگ‌تری در مقایسه با یون هیدروژن خواهد داشت.

۱۳۲- گزینه۳ عبارت‌های آ، ب و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ اغلب اسیدهایی که در زندگی روزمره با آن‌ها سروکار داریم، در دستهٔ اسیدهای ضعیف قرار می‌گیرند.

ب در محلول اسیدهای ضعیف، تعداد کمی از مولکول‌ها یونیده شده و تعداد بسیاری از مولکول‌ها به صورت یونیده‌نشده در محلول باقی می‌مانند.

پ کربوکسیلیک اسیدها (اسیدهای آلی)، همانند هیدروفلوئوریک اسید، به مقداری کمی یونیده شده و در دستهٔ اسیدهای ضعیف قرار می‌گیرند.

ت اسیدهای چرب، کربوکسیلیک اسیدهایی با زنجیرهای بلند کربنی هستند. این مولکول‌ها از یک بخش قطبی (—COOH) و یک بخش ناقطبی (R) تشکیل شده‌اند.

۱۳۳- گزینه۴ فورمیک اسید ($HCOOH$) در ساختار خود دو اتم هیدروژن دارد. با انحلال این ماده در آب، اتم‌های هیدروژن موجود در گروه کربوکسیل در قالب یون‌های هیدرونیوم از این مولکول‌ها جدا شده و وارد محلول می‌شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ سرکه، محلول رقیقی از استیک اسید (اتانوئیک اسید) است. در این محلول، اندک یون‌های آب‌پوشیده (یون‌های هیدرونیوم و استات) با شمار زیادی از مولکول‌های اسید یونیده‌نشده در حالت تعادل قرار می‌گیرند.

۲ طی فرایند یونش، یک ترکیب مولکولی به یون‌هایی با بار مخالف تبدیل می‌شود در حالی که سدیم هیدروکسید یک ترکیب یونی است.

۳ ذرات موجود در کلوئیدها، بزرگ‌تر از ذرات موجود در محلول‌ها و کوچک‌تر از ذرات موجود در سوسپانسیون‌ها هستند.

۱۳۴- گزینه۱ فقط عبارت آ نادرست است.

بررسی چهار عبارت:

آ از انحلال برخی از اسیدهای قوی در آب مثل نیتریک اسید، آنیون‌هایی تولید می‌شوند که در دستهٔ یون‌های چنداتمی قرار دارند.

ب فرایند یونش هیدروفلوئوریک اسید به صورت تعادلی بوده و در آن یون‌های هیدروژن و فلوئورید تولید می‌شوند.

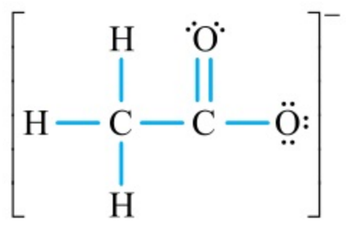
پ ساختار لوویس مولکول‌های هیدروژن سیانید (HCN) به صورت مقابل است.



در این مولکول‌ها ۴ جفت‌الکترون پیوندی و یک جفت‌الکترون ناپیوندی وجود دارد.

ت محلول جوهر نمک، دارای هیدروکلریک اسید بوده و یک نمونه از پاک‌کننده‌های خورنده به حساب می‌آید.

۱۳۵- گزینه۳ مطابق تصویر مقابل، در ساختار یون استات، ۷ پیوند اشتراکی و ۵ جفت‌الکترون ناپیوندی وجود دارد.



بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ در محلول اسیدهای قوی، همهٔ مولکول‌ها یونیده شده و به یون‌های مثبت و منفی تبدیل می‌شوند و هیچ مولکول یونیده‌نشده‌ای در محلول وجود نخواهد داشت.

۲ رسوب‌های تشکیل‌شده بر روی دیوارهٔ دیگ‌های بخار را به کمک صابون‌ها نمی‌توان پاک کرد و برای زدودن آن‌ها از پاک‌کننده‌های خورنده استفاده می‌شود.

۴ در کربوکسیلیک اسیدها، فقط اتم H متصل به اکسیژن موجود در گروه کربوکسیل می‌تواند از مولکول اسید جدا شده و به صورت یون H_3O^+ وارد محلول شود.

۱۳۶- گزینه۲ عبارت‌های آ و ب درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ چون هیدرویدیک اسید و هیدروکلریک اسید در دستهٔ اسیدهای قوی قرار دارند، در محلول‌هایی با غلظت برابر از این اسیدها، مجموع غلظت مولی یون‌ها با هم برابر است و این محلول‌ها رسانایی الکتریکی برابری دارند.

ب چون مولکول‌های شکر به هنگام انحلال در آب یونیده نمی‌شوند، تغییر غلظت شکر حل‌شده در یک محلول، تغییری در رسانایی آن ایجاد نمی‌کند.

پ اسیدهای موجود در سرکه (استیک اسید)، انگور و مرکبات، از جمله اسیدهای ضعیف و خوراکی به حساب می‌آیند.

ت قدرت اسیدی مواد مختلف را بر مبنای میزان یونش آن‌ها در محلول‌های مختلف دسته‌بندی می‌کنند.

۱۳۷- گزینه۳ در محلولی از اسید ضعیف HA با درصد یونش ۲۰٪، از هر ۱۰۰ مولکول اسید حل‌شده در محلول، ۲۰ مولکول یونیده شده و ۲۰ یون A^- را تولید می‌کنند در حالی که ۸۰ مولکول نیز به صورت یونیده‌نشده در محلول باقی می‌مانند. بر این اساس، در محلول موردنظر غلظت مولکول‌های HA، ۴ برابر غلظت یون‌های A^- خواهد بود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ در ساختار هیدروفلوئوریک اسید (HF)، هیدروکلریک اسید (HCl) و نیتریک اسید (HNO_3)، فقط یک H اسیدی وجود داشته و این اسیدها تک‌پروتون‌دار هستند.

۲ چون درجهٔ یونش هیدروفلوئوریک اسید کم‌تر از هیدروکلریک اسید است، در محلول‌های یکسانی از این اسیدها، شمار یون‌ها در محلول $HF(aq)$ کم‌تر خواهد بود.

۴ پروپانوئیک اسید یک اسید ضعیف بوده و در محلول آن شمار ناچیزی از یون‌های آب‌پوشیده با شمار زیادی از مولکول‌های اسید یونیده‌نشده در حالت تعادل قرار می‌گیرند. فرمول شیمیایی پروپانوئیک اسید به صورت (C_2H_5COOH) است.

۱۳۸- گزینه ۱ بر اثر یونش هر مولکول‌ها HB، یک یون B^- تولید می‌شود.

$$\text{درجهٔ یونش } (\alpha) = \frac{\text{تعداد مول‌های یونیده‌شده}}{\text{تعداد کل مول‌های حل‌شده}} = \frac{۱}{۴+۱} = ۰/۲$$

۱۳۹- گزینه ۳ **گام اول:** به کمک درجهٔ یونش (α) اسید، غلظت یون‌های فلوئورید تولیدشده در محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{تعداد مول‌های یونیده‌شده} = \alpha \times \text{تعداد کل مول‌های حل‌شده} = ۰/۴ \times ۰/۰۲۵ = ۰/۰۱ \text{ mol} \Rightarrow \alpha = \frac{\text{تعداد مول‌های یونیده‌شده}}{\text{تعداد کل مول‌های حل‌شده}}$$

گام دوم: با توجه به درجهٔ یونش، هر لیتر از این محلول برابر با ۱۰۰۰ g بوده و در آن ۰/۰۱ مول یون فلوئورید وجود دارد.

$$?\,g\,F^- = ۰/۰۱\,mol\,F^- \times \frac{۱۹\,g\,F^-}{۱\,mol\,F^-} = ۰/۱۹\,g$$

$$ppm = \frac{\text{گرم حل‌شونده}}{\text{گرم محلول}} \times ۱۰^۶ \Rightarrow ppm = \frac{۰/۱۹\,g}{۱۰۰۰\,g} \times ۱۰^۶ = ۱۹۰$$

۱۴۰- گزینه ۱ در محلول موردنظر، ۱۸ مولکول اسید یونیده‌نشده، ۶ آنیون حاصل از یونش اسید و ۶ عدد یون هیدرونیوم وجود دارد.

$$\alpha = \frac{\text{تعداد مولکول‌های یونیده‌شده}}{\text{تعداد کل مولکول‌های حل‌شده}} \Rightarrow \alpha = \frac{\text{تعداد مولکول‌های یونیده‌شده}}{\text{تعداد مولکول‌های یونیده‌نشده} + \text{تعداد مولکول‌های یونیده‌شده}} = \frac{۶}{۶+۱۸} = ۰/۲۵$$

با برقراری جریان در این مدار، یون‌های هیدرونیوم به سمت تیغه‌ای با بار منفی (تیغهٔ سمت راست) حرکت می‌کنند. مولکول‌های اسید نیز از سمت سر مثبت خود (اتم H) به طرف تیغه‌ای با بار منفی (تیغهٔ راست) و از سمت سر منفی خود به سمت تیغه‌ای با بار مثبت (تیغهٔ چپ) جهت‌گیری پیدا می‌کنند.

۱۴۱- گزینه ۳ چون مقدار α برابر محلول HA دو برابر مقدار آن در محلول HB است، در محلول‌هایی با غلظت یکسان از این اسیدها، تعداد یون‌های هیدرونیوم تولیدشده در محلول اسید HA دو برابر محلول دیگر بوده و این محلول خاصیت اسیدی و رسانایی الکتریکی بیشتری نسبت به محلول HB دارد.

این در حالی است که با دانستن نسبت میان α برای این اسیدها، نمی‌توانیم غلظت مولکول‌های یونیده‌نشدهٔ موجود در آن‌ها را با یکدیگر مقایسه کنیم.

۱۴۲- گزینه ۴ نمودار زیر، روند تولید یون‌های حاصل از یونش مولکول‌های H_2A را نشان می‌دهد.

$$x\,mol\,H_2A \begin{cases} \xrightarrow{\text{۸۰ درصد از مولکول‌ها یونیده نمی‌شوند.}} ۰/۸x\,mol\,H_2A \\ \xrightarrow{\text{۲۰ درصد از مولکول‌ها یونیده می‌شوند.}} ۰/۲x\,mol\,H_3O^+ \\ \xrightarrow{\text{۲۰ درصد از مولکول‌ها یونیده می‌شوند.}} ۰/۲x\,mol\,HA^- \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \xrightarrow{\text{۹۰ درصد از مولکول‌ها یونیده نمی‌شوند.}} ۰/۱۸x\,mol\,HA^- \\ \xrightarrow{\text{۱۰ درصد از مولکول‌ها یونیده می‌شوند.}} ۰/۰۲x\,mol\,H_3O^+ \\ \xrightarrow{\text{۱۰ درصد از مولکول‌ها یونیده می‌شوند.}} ۰/۰۲x\,mol\,A^{2-} \end{cases}$$

همان‌طور که مشخص است، غلظت یون هیدرونیوم در این محلول برابر $۰/۲۲x$ مول بر لیتر و غلظت مولکول‌های اسید یونیده‌نشده ۰/۸ مول بر لیتر است.

۱۴۳- گزینه ۲ به کمک قانون کلی گازها، شمار مول‌های دی‌نیتروژن پنتااکسید حل‌شده در محلول (n_2) را به دست می‌آوریم.

$$\frac{P_1.V_1}{T_1.n_1} = \frac{P_2.V_2}{T_2.n_2} \Rightarrow \frac{n_2}{n_1} = \frac{P_2.V_2.T_1}{P_1.V_1.T_2} \Rightarrow \frac{n_2}{۱} = \frac{۱ \times ۱۶ \times ۲۷۳}{۱ \times ۲۲/۴ \times (۲۷۳+۱۱۷)} \Rightarrow n_2 = ۰/۵\,mol$$

در مرحلهٔ بعد، جرم N_2O_5 حل‌شده در محلول و جرم محلول حاصل را محاسبه می‌کنیم تا بتوانیم حجم این محلول را به دست بیاوریم.

$$?\,g\,N_2O_5 = ۰/۵\,mol\,N_2O_5 \times \frac{۱۰۸\,g\,N_2O_5}{۱\,mol\,N_2O_5} = ۵۴\,g \Rightarrow \text{جرم محلول} = \text{جرم حلال} + \text{جرم حل‌شونده} = ۲۱۰۶\,g + ۵۴\,g = ۲۱۶۰\,g$$

$$\text{چگالی} = \frac{\text{جرم محلول}}{\text{حجم محلول}} \Rightarrow \text{حجم محلول} = \frac{\text{جرم محلول}}{\text{چگالی}} = \frac{۲۱۶۰\,g}{۱/۰۸\,g.mL^{-1}} = ۲۰۰۰\,mL$$

حجم محلول حاصل از این فرایند، برابر با ۲ L می‌شود. از طرف مقابل، نیم مول گاز N_2O_5 در این محلول حل شده است و می‌دانیم که بر اثر انحلال ۰/۵ مول از این ماده در آب، یک مول یون NO_3^- و یک مول یون H_3O^+ تولید خواهد شد؛ پس در این محلول مجموعاً ۲ مول یون وجود دارد.

$$\text{مجموع غلظت مولی یون‌ها} = \frac{\text{مجموع تعداد مول یون‌ها}}{\text{حجم محلول}} = \frac{۲}{۲} = ۱\,mol.L^{-1}$$

۱۴۴- گزینه ۴ طی انحلال ۱۰۰۰ مولکول HA در محلول، ۸۰۰ مولکول از این ماده یونیده شده و ۸۰۰ یون HA^- و ۸۰۰ یون هیدرونیوم تولید شده است. در مرحلهٔ بعد، از ۸۰۰ یون HA^- موجود در محلول نیز ۵۰ یون یونیده شده و ۵۰ یون A^{2-} و ۵۰ یون هیدرونیوم تولید شده است. بر این اساس، درصد یونش مرحلهٔ اول یونیده‌شدن این اسید برابر ۸۰٪ بوده و در محلول نیز ۸۵۰ یون هیدرونیوم وجود دارد.

۱۴۵- گزینه۳ معادلهٔ یونش این اسید به صورت مقابل است: $HX(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + X^-(aq)$

$$?\,X^- \text{ یون} = 1\,mol\,HX \times \frac{2/5\,mol\,X^- \text{ یون}}{100\,mol\,HX} \times \frac{6/02\times10^{23}\,X^- \text{ یون}}{1\,mol\,X^- \text{ یون}} = 1/505\times10^{22} \text{ یون}$$

۱۴۶- گزینه۳ اگر درجهٔ یونش اسید HY را برابر α در نظر بگیریم، درجهٔ یونش اسید HX برابر 4α می‌شود. نمودارهای زیر، غلظت گونه‌های حاصل از یونش هر اسید را در محلول‌هایی با غلظت M مولار از آن‌ها نشان می‌دهد.

$$M\ mol.L^{-1}HY \xrightarrow{\text{درجهٔ یونش}=\alpha} \begin{cases}(1-\alpha)M\,mol.L^{-1}\,HY\\ \alpha.M\,mol.L^{-1}Y^-\\ \alpha.M\,mol.L^{-1}H^+\end{cases}$$

$$M\ mol.L^{-1}HX \xrightarrow{\text{درجهٔ یونش}=4\alpha} \begin{cases}(1-4\alpha)M\,mol.L^{-1}\,HX\\ 4\alpha.M\,mol.L^{-1}X^-\\ 4\alpha M\,mol.L^{-1}H^+\end{cases}$$

با توجه به داده‌های موجود در صورت سؤال، غلظت مولکول‌های اسید HY در محلول آن، ۱/۵ برابر غلظت مولکول‌های HX در محلول این اسید است؛ پس داریم:

$$\text{غلظت مولکول‌های } HY \text{ در محلول } HY = 1/5 \times \text{غلظت مولکول‌های } HX \text{ در محلول } HX \Rightarrow (1-4\alpha)M \times 1/5 = (1-\alpha)M \Rightarrow \alpha = 0/1$$

$$\text{مجموع درجهٔ یونش اسیدها} = HX \text{ درجهٔ یونش} + HY \text{ درجهٔ یونش} = 4\alpha + \alpha = 5\alpha = 0/5$$

۱۴۷- گزینه۳ با توجه به مقدار انحلال‌پذیری HNO_2 در آب، غلظت مولی محلول سیرشدهٔ این ترکیب را در شرایط موردنظر محاسبه می‌کنیم. برای این منظور ابتدا جرم و حجم محلول را به دست آورده و پس از آن، غلظت مولی محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{جرم محلول} = \text{جرم حلال} + \text{جرم حل‌شونده} = 100 + 82/25 = 182/25\ g$$

$$\text{چگالی محلول} = \frac{\text{جرم محلول}}{\text{حجم محلول}} \Rightarrow \text{حجم محلول} = \frac{\text{جرم محلول}}{\text{چگالی محلول}} = \frac{182/25}{1/458} = 125\ mL \Rightarrow 125\ mL \text{ محلول} = 0/125\ L \text{ محلول}$$

$$?\,mol\,HNO_2 = 82/25\ g\,HNO_2 \times \frac{1\,mol\,HNO_2}{47\ g\,HNO_2} = 1/75\ mol$$

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{مول حل‌شونده}}{\text{لیتر محلول}} \Rightarrow \text{غلظت مولی} = \frac{1/75\ mol}{0/125\ L} = 14\ mol.L^{-1}$$

در مرحلهٔ بعد، با توجه به درصد یونش اسید موردنظر، غلظت یون هیدرونیوم را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{درصد یونش}(\%\alpha) = \frac{\text{غلظت مولکول‌های یونیده‌شده}}{\text{غلظت اسید در محلول}} \times 100 \Rightarrow 0/55 = \frac{M}{14} \times 100 \Rightarrow M = 0/077\ mol.L^{-1}$$

۱۴۸- گزینه۳ ابتدا با توجه به درصد جرمی و چگالی محلول، غلظت مولی اسید حل‌شده در آن را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{غلظت مولی } (M) = \frac{10.a.d}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow M = \frac{10\times7/5\times1/2}{20} = 4/5\ mol.L^{-1}$$

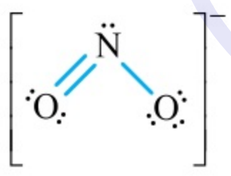
در مرحلهٔ بعد، با توجه به درجهٔ یونش اسید، غلظت مولی یون هیدرونیوم را که برابر با غلظت یون‌های F^- در محلول است، محاسبه می‌کنیم.

$$\text{درجهٔ یونش}(\alpha) = \frac{\text{غلظت مولکول‌های یونیده‌شده}}{\text{غلظت اسید در محلول}} \Rightarrow 0/024 = \frac{M}{4/5} \Rightarrow M = 0/108\ mol.L^{-1}$$

۱۴۹- گزینه۳ فورمیک اسید و استیک اسید، در دستهٔ اسیدهای ضعیف قرار دارند و درجهٔ یونش آن‌ها کم‌تر از یک است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) بر اثر یونش نیترو اسید (HNO_2)، یون‌های NO_2^- در محلول تولید می‌شوند. ساختار لوویس این یون‌ها به صورت مقابل است.



همان‌طور که مشخص است، در این یون ۳ پیوند اشتراکی و ۶ جفت‌الکترون ناپیوندی وجود دارد.

۲) برای محاسبهٔ درجهٔ یونش (α) اسیدها، باید شمار مولکول‌های اسید یونیده‌شده را بر شمار مولکول‌های اسید حل‌شده در محلول تقسیم کنیم.

۴) محلول نیترو اسید، همانند محلول نیتریک اسید که بر اثر انحلال N_2O_5 در آب به دست می‌آید، خاصیت اسیدی داشته و pH آن کم‌تر از ۷ است.

۱۵۰- گزینه۴ نیتریک اسید برخلاف فورمیک اسید، در دستهٔ اسیدهای قوی قرار داشته و قدرت اسیدی محلول آن بیشتر از قدرت اسیدی محلول فورمیک اسید خواهد بود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) سرکهٔ سیب، محلولی از یک اسید ضعیف و خوراکی است که در آن شمار زیادی از مولکول‌های اسید یونیده‌نشده وجود دارد.

۲) اگر درجهٔ یونش اسید HA برابر ۰/۱ باشد، در محلول این اسید به ازای هر یون H^+، ۹ مولکول HA یونیده‌نشده وجود خواهد داشت.

۳) غلظت گونه‌های موجود در محلول استیک اسید (CH_3COOH) به صورت مقابل است: $[CH_3COOH] > [CH_3COO^-] = [H_3O^+]$

۱۵۱- گزینه ۲ عبارت‌های آ و پ درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ فرمول شیمیایی استیک اسید به صورت CH_3COOH و فرمول شیمیایی فورمیک اسید به صورت $HCOOH$ است. واضح است که در هر مول استیک اسید، ۴ مول اتم هیدروژن و در هر مول فورمیک اسید نیز ۲ مول اتم هیدرژن وجود دارد.

ب به ازای یونش هر مولکول فورمیک اسید، یک یون هیدرونیوم و یک یون $HCOO^-$ تولید می‌شود؛ پس غلظت این یون‌ها با هم برابر خواهد بود.

پ در ساختار مولکول‌های استیک اسید، همانند مولکول‌های اسید چرب و روغن زیتون $(C_{57}H_{104}O_6)$ فقط عناصر C، O و H وجود دارند.

ت در اسیدهای تک‌پروتون‌دار، فقط یکی از اتم‌های H موجود در مولکول می‌تواند در قالب یون H^+ وارد محلول شود اما در ساختار این اسیدها ممکن است اتم‌های هیدروژن دیگری نیز وجود داشته باشند که توانایی جداشدن از مولکول و تولید یون‌های H^+ را ندارند.

۱۵۲- گزینه ۴ ثابت یونش، نوعی از ثابت تعادل بوده و غلظت مواد جامد و مایع خالص را در عبارت مربوط به ثابت تعادل واکنش‌ها قرار نمی‌دهیم. ثابت یونش هیدروسیانیک اسید براساس رابطهٔ مقابل محاسبه می‌شود:

$$K_a = \frac{[H^+][CN^-]}{[HCN]}$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ استیک اسید، برخلاف هیدروکلریک اسید، یک اسید ضعیف بوده و به همین خاطر، مقدار K_a آن از K_a اسیدهای قوی کم‌تر است.

۲ درجهٔ یونش مولکول‌های HF در محلول هیدروفلوئوریک اسید، کوچک بوده و $[H_3O^+]$ در این محلول کم‌تر از $[HF]$ است.

۳ معادلهٔ انحلال گاز SO_3 و یونش اسید حاصل از آن به صورت مقابل است: $SO_3(g) + H_2O(l) \rightarrow H_2SO_4(aq) \rightarrow 2H^+(aq) + SO_4^{2-}(aq)$

همان‌طور که مشخص است، شمار مول‌های یون SO_4^{2-} حاصل از این فرایند با شمار مول‌های SO_3 حل‌شده در محلول برابر است.

۱۵۳- گزینه ۴ در محلول نشان داده‌شده، ۱۸ مولکول HA، ۲ یون A^- و ۲ یون H_3O^+ وجود دارد. بر این اساس، از هر ۱۰ مولکول اسید HA حل‌شده در محلول، یک مولکول یونیده شده و به یون‌های A^- و H^+ تبدیل می‌شود. با توجه به درجهٔ یونش اسید، غلظت هر یک از گونه‌های موجود در محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$[HA] = \text{غلظت اسید حل‌شده در محلول} \times (1-\alpha) \Rightarrow [HA] = 0/018 \times (1-0/1) = 0/0162\ mol.L^{-1}$$

$$[A^-] = [H^+] = \text{غلظت اسید حل‌شده در محلول} \times \alpha \Rightarrow [A^-] = [H^+] = 0/018 \times 0/1 = 0/0018\ mol.L^{-1}$$

در مرحلهٔ بعد، مقدار ثابت یونش اسید را برحسب غلظت این گونه‌ها محاسبه می‌کنیم.

$$K_a = \frac{[A^-][H^+]}{[HA]} \Rightarrow K_a = \frac{0/0018 \times 0/0018}{0/0162} = 2 \times 10^{-4}\ mol.L^{-1}$$

۱۵۴- گزینه ۲ در محلولی از اسید HA با $\alpha = 0/2$ و غلظت یک مول بر لیتر، غلظت هر یک از یون‌های H^+ و A^- برابر ۰/۲ مول بر لیتر و غلظت مولکول‌های اسید یونیده‌نشده نیز برابر با ۰/۸ مول بر لیتر است.

$$K_a = \frac{[A^-][H^+]}{[HA]} \Rightarrow K_a = \frac{0/2 \times 0/2}{0/8} = 0/05\ mol.L^{-1}$$

۱۵۵- گزینه ۲ مقدار ثابت یونش اسیدها (K_a)، میزان یونش آن‌ها را در لحظهٔ برقراری تعادل در محلول نشان می‌دهد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ مقدار K_a، همانند ثابت تعادل بقیهٔ واکنش‌های شیمیایی، تحت تأثیر غلظت مواد شرکت‌کننده در واکنش نیست و فقط به دما بستگی دارد.

۳ مقدار K_a برای اسیدهای قوی، بسیار بزرگ است. به عنوان مثال، مقدار K_a برای هیدروکلریک اسید برابر با $1/3 \times 10^6$ مول بر لیتر است.

۴ مولکول‌های HF به هنگام انحلال در آب به طور جزئی یونیده شده و به همین خاطر، محلول هیدروفلوئوریک اسید رسانای ضعیف جریان برق است.

۱۵۶- گزینه ۴ در تصویر نشان داده شده، ۱۲ مولکول آمونیاک، ۳ یون OH^- و ۳ یون NH_4^+ وجود دارد. به عبارتی، حجم این محلول برابر ۲ لیتر بوده و غلظت آمونیاک، یون NH_4 و یون OH^- به ترتیب برابر با ۰/۱۲، ۰/۰۳ و ۰/۰۳ مول بر لیتر است؛ پس داریم:

$$K_b = \frac{[OH^-][NH_4^+]}{[NH_3]} \Rightarrow K_b = \frac{0/03 \times 0/03}{0/12} = 7/5 \times 10^{-3}$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ در رابطه با این محلول داریم: $\%\alpha = \frac{\text{تعداد مولکول‌های یونیده‌شده}}{\text{مجموع تعداد مولکول‌های یونیده‌شده و یونیده‌نشده}} \times 100 = \frac{3}{3+12} \times 100 = \text{درصد } 20$

۲ غلظت یون OH^- در این محلول برابر ۰/۰۳ مول بر لیتر است، در حالی که غلظت مولی این یون در محلول ۰/۰۵ مولار سدیم هیدروکسید برابر با ۰/۰۵ مول بر لیتر است. بر این اساس، محلول موردنظر قدرت بازی کم‌تری نسبت به محلول ۰/۰۵ مولار سدیم هیدروکسید دارد.

۳ درجهٔ یونش آمونیاک کم‌تر از یک بوده و این ماده در دستهٔ بازهای ضعیف قرار می‌گیرد.

۱۵۷- گزینه ۲ عبارت‌های ب و پ درست هستند.

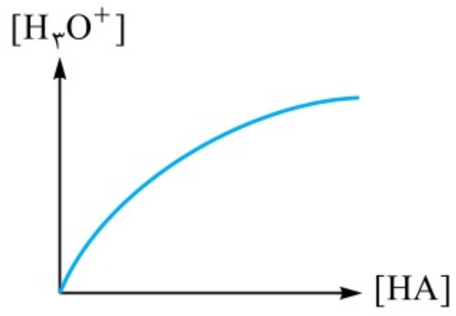
بررسی چهار عبارت:

آ در رابطه با محلول هیدروفلوئوریک اسید داریم: $K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} \xrightarrow{[H^+]=[A^-]} K_a = \frac{[H^+]^2}{[HA]} \Rightarrow [HA].K_a = [H^+]^2$

همان‌طور که می‌دانیم، مقدار K_a تحت تأثیر غلظت اسید قرار ندارد و با تغییر غلظت اسید در محلول، مقدار K_a ثابت باقی می‌ماند. در این شرایط اگر غلظت یون هیدروژن را معادل با مؤلفهٔ y و غلظت اسید را معادل با مؤلفهٔ x در نظر بگیریم، داریم:

$$[HA].K_a = [H^+] \xrightarrow{[H^+]\sim y\ ,\ [HA]\sim x} x.K_a = y^2 \xrightarrow{K_a \text{ مقدار ثابتی دارد.}} x \times \text{مقدار ثابت} = y^2$$

خیلی واضحه که نمودار این تابع خطی نبوده و به صورت زیر است:



براساس این معادله، اگر غلظت مولکول‌های HA یونیده‌نشده در محلول چهار برابر شود، غلظت یون هیدرونیوم در محلول ۲ برابر می‌شود.

ب به ازای یونش هر مولکول HNO_3، یک یون هیدرونیوم و یک یون NO_3^- تولید می‌شود؛ پس در محلول نیتریک اسید $[NO_3^-] = [H_3O^+]$ است.

پ چون درجهٔ یونش استیک اسید کوچک است، در محلول این اسید $[CH_3COO^-]$ کم‌تر از $[CH_3COOH]$ است.

ت چون K_a هیدروسیانیک اسید کوچک‌تر از K_a استیک اسید است، در محلول‌هایی با شرایط یکسان از اسیدها، غلظت یون هیدرونیوم در محلول استیک اسید بیشتر از محلول هیدروسیانیک است.

۱۵۸- گزینه۱ طی این فرایند، ۰/۲۳ گرم فورمیک اسید (معادل با ۰/۰۰۵ مول فورمیک اسید) در نیم لیتر آب حل شده است و پس از یونش اسید، $6/02 \times 10^{20}$ یون هیدرونیوم (معادل با ۰/۰۰۱ مول یون هیدرونیوم) در محلول تولید شده است. معادلهٔ یونش فورمیک اسید به صورت زیر است:

$$HCOOH(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons HCOO^-(aq) + H_3O^+(aq)$$

با توجه به معادلهٔ واکنش، مقدار مولکول‌های فورمیک اسید باقی‌مانده در محلول را به دست می‌آوریم.

$$?\ mol\ HCOOH = 0/001\ mol\ H_3O^+ \times \frac{1\ mol\ HCOOH}{1\ mol\ H_3O^+} = 0/001\ mol$$:مقدار $HCOOH$ یونیده‌شده

مقدار $HCOOH$ باقی‌مانده در محلول = مقدار اولیهٔ $HCOOH$ - مقدار $HCOOH$ یونیده‌شده $= 0/005 - 0/001 = 0/004\ mol$

با توجه به حجم محلول، غلظت مولی فورمیک اسید، یون $HCOO^-$ و یون H_3O^+ به این محلول به ترتیب برابر با ۰/۰۰۸، ۰/۰۰۲ و ۰/۰۰۲ مول بر لیتر است. مقدار ثابت یونش فورمیک اسید را براساس غلظت تعادلی این یون‌ها محاسبه می‌کنیم.

$$K_a = \frac{[HCOO^-][H_3O^+]}{[HCOOH]} \Rightarrow K_a = \frac{0/002 \times 0/002}{0/008} = 5 \times 10^{-4}\ mol.L^{-1}$$

۱۵۹- گزینه۴ ابتدا باید غلظت مولی یون آمونیوم را در محلول محاسبه کنیم. برای این منظور، باید شمار مول‌های آمونیوم موجود در یک لیتر محلول را محاسبه کنیم.

$$?\ mol\ NH_4^+ = 1\ L\ \text{محلول} \times \frac{1000\ mL\ \text{محلول}}{1\ L\ \text{محلول}} \times \frac{1\ g\ \text{محلول}}{1\ mL\ \text{محلول}} \times \frac{900\ g\ NH_4^+}{10^6\ g\ NH_4^+} \times \frac{1\ mol\ NH_4^+}{18\ g\ NH_4^+} = 0/05\ mol$$

در هر لیتر از این محلول، ۰/۰۵ مول یون آمونیوم وجود دارد. از طرفی، غلظت آمونیاک حل‌شده در محلول نیز برابر با ۰/۲۵ مول بر لیتر است؛ پس طی فرایند یونش مولکول‌های آمونیاک موجود در هر لیتر محلول، ۰/۰۵ مول از مولکول‌ها یونش پیدا کرده و به یون آمونیوم و یون هیدروکسید تبدیل می‌شوند در حالی که ۰/۲ مول از مولکول‌ها به صورت دست‌نخورده در محلول باقی می‌مانند.

$$K_b = \frac{[OH^-][NH_4^+]}{[NH_3]} \Rightarrow K_b = \frac{0/05 \times 0/05}{0/2} = \frac{1}{80}\ mol.L^{-1}$$

۱۶۰- گزینه۳ درجهٔ یونش مولکول‌های HCl برابر یک است؛ پس غلظت یون‌های Cl^- و H^+ در محلول اولیه معادل با غلظت هیدروکلریک اسید موجود در محلول و برابر با ۰/۵ مول بر لیتر است. با انحلال ۳/۴ g از اسید HA (معادل با ۰/۱ مول از اسید HA) در محلول، بخشی از مولکول‌های این اسید یونش پیدا می‌کنند و بخشی از آن‌ها نیز به صورت دست‌نخورده در محلول باقی می‌مانند. مقدار مول اسید HA یونیده‌شده را برابر با n و مقدار مول اسید HA دست‌نخورده در محلول را نیز برابر با $0/1 - n$ مول در نظر می‌گیریم. با قراردادن این مقادیر در معادلهٔ مربوط به ثابت یونش اسید HA، مقدار n را محاسبه می‌کنیم.

$$K_a = \frac{[A^-][H^+]}{[HA]} \xrightarrow{[H^+]=H^+ \text{ غلظت اولیهٔ } HA + H^+ \text{ غلظت حاصل از اسید}} 1/3 \times 10^{-1} = \frac{n \times (0/5 + n)}{(0/1 - n)} \Rightarrow n = 0/02\ mol$$

با توجه به مقدار n، ۰/۱ مول اسید HA در محلول حل شده است و طی فرایند یونش آن، ۰/۰۲ مول از مولکول‌ها یونیده شده‌اند.

$$\text{درصد یونش}(\%\alpha) = \frac{\text{مقدار مول اسید یونیده‌شده}}{\text{مقدار مول کل اسید حل‌شده}} \times 100 = \frac{0/02}{0/1} \times 100 = \text{درصد } 20$$

۱۶۱- گزینه۳ با توجه به درجهٔ یونش اسید HX، در هر لیتر از این محلول بر اثر یونش مولکول‌های HX، ۰/۰۰۴ مول یون X^- و ۰/۰۰۴ مول یون H^+ ایجاد شده و ۰/۰۱۶ مول از مولکول‌های HX نیز به صورت دست‌نخورده باقی می‌مانند. براساس غلظت یون X^- و مولکول‌های HX و به کمک رابطهٔ

ثابت یونش اسید HX، غلظت یون هیدروژن موجود در محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$K_a = \frac{[H^+][X^-]}{[HX]} \Rightarrow ۲\times۱۰^{-۳} = \frac{[H^+]\times ۰/۰۰۴}{۰/۰۱۶} \Rightarrow [H^+] = ۰/۰۰۸\ mol.L^{-۱}$$

غلظت یون H^+ حاصل از HY + غلظت یون H^+ حاصل از HX = غلظت یون هیدروژن موجود در محلول

$$\Rightarrow ۰/۰۰۸ = ۰/۰۰۴ + n \Rightarrow n = ۰/۰۰۴\ mol.L^{-۱}$$

۰/۰۱۲ مول از اسید HA در هر لیتر از این محلول حل شده است. با توجه به محاسبات انجام‌شده، ۰/۰۰۴ مول از مولکول‌های این اسید یونش پیدا کرده و به ۰/۰۰۴ مول یون H^+ و ۰/۰۰۴ مول یون Y^- تبدیل می‌شوند و ۰/۰۰۸ مول از مولکول‌های این اسید هم به صورت دست‌نخورده باقی مانده‌اند.

$$K_a = \frac{[H^+][Y^-]}{[HY]} \Rightarrow K_a = \frac{۰/۰۰۸\times ۰/۰۰۴}{۰/۰۰۸} = ۴\times۱۰^{-۳}\ mol.L^{-۱}$$

۱۶۲- گزینه ۳ اگر غلظت اسید HA را برابر $۴\ M$ در نظر بگیریم، غلظت اسید HB برابر M مول بر لیتر می‌شود.

$$۴M\ mol.L^{-۱}\ HA \xrightarrow{\alpha = ۰/۲} \begin{cases} ۳/۲M\ mol.L^{-۱}\ HA \\ ۰/۸M\ mol.L^{-۱}\ H^+ \\ ۰/۸M\ mol.L^{-۱}\ A^- \end{cases} \qquad M\ mol.L^{-۱}\ HB \xrightarrow{\alpha = ۰/۴} \begin{cases} ۰/۶M\ mol.L^{-۱}\ HB \\ ۰/۴M\ mol.L^{-۱}\ H^+ \\ ۰/۴M\ mol.L^{-۱}\ B^- \end{cases}$$

توجه داریم که در این محلول، غلظت مولی یون هیدروژن برابر است با مجموع غلظت مولی یون هیدروژن حاصل از اسیدهای HA و HB.

$$\left.\begin{aligned} HA: K_a &= \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} \Rightarrow K_{a_۱} = \frac{۱/۲\ M\times ۰/۸\ M}{۳/۲\ M} \\ HB: K_a &= \frac{[H^+][B^-]}{[HA]} \Rightarrow K_{a_۲} = \frac{۱/۲\ M\times ۰/۴\ M}{۰/۶\ M} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{K_{a_۱}}{K_{a_۲}} = \frac{\frac{۱/۲\ M\times ۰/۸\ M}{۳/۲\ M}}{\frac{۱/۲\ M\times ۰/۴\ M}{۰/۶\ M}} = ۰/۳۷۵$$

۱۶۳- گزینه ۴ در محلول موردنظر، $\alpha = ۰/۰۱$ است. برای محاسبهٔ K_a به روش زیر عمل می‌کنیم.

$$K_a = \frac{\alpha^۲.M}{۱-\alpha} \xrightarrow{\alpha < ۰/۰۵} K_a = \alpha^۲.M = (۰/۰۱)^۲\times ۱ = ۱۰^{-۴}\ mol.L^{-۱}$$

۱۶۴- گزینه ۴ با توجه به K_a اسید، غلظت یون هیدرونیوم را در محلول محاسبه می‌کنیم.

$$K_a = \frac{\alpha^۲.M}{۱-\alpha} \xrightarrow{\frac{K_a}{M} = ۹\times۱۰^{-۶} < ۰/۰۰۲۵} K_a = \alpha^۲.M \Rightarrow ۹\times۱۰^{-۷} = \alpha^۲\times ۰/۱ \Rightarrow \alpha = ۳\times۱۰^{-۳}$$

$$[H_۳O^+] = \alpha.M \Rightarrow [H_۳O^+] = ۳\times۱۰^{-۳}\times ۰/۱ = ۳\times۱۰^{-۴}\ mol.L^{-۱}$$

با توجه به اطلاعات داده‌شده، هر لیتر از این محلول ۱۱۴۰ g جرم داشته و در آن ۳×۱۰^{-۴} مول یون هیدرونیوم وجود دارد.

$$?\ g\ H_۳O^+ = ۳\times۱۰^{-۴}\ mol\ H_۳O^+ \times \frac{۱۹\ g\ H_۳O^+}{۱\ mol\ H_۳O^+} = ۵/۷\times۱۰^{-۳}\ g$$

$$ppm = \frac{\text{گرم حل‌شونده}}{\text{گرم محلول}}\times۱۰^۶ \Rightarrow ppm = \frac{۵/۷\times۱۰^{-۳}}{۱۱۴۰}\times۱۰^۶ = ۵$$

۱۶۵- گزینه ۱ مقدار α و غلظت یون هیدرونیوم را در محلول ۰/۱ مولار این اسید محاسبه می‌کنیم.

$$K_a = \frac{\alpha^۲.M}{۱-\alpha} \xrightarrow{\frac{K_a}{M} = ۹\times۱۰^{-۴} < ۰/۰۰۲۵} K_a = \alpha^۲.M \Rightarrow ۹\times۱۰^{-۵} = \alpha^۲\times ۰/۱ \Rightarrow \alpha = ۰/۰۳$$

$$[H_۳O^+] = \alpha.M \Rightarrow [H_۳O^+] = ۰/۰۳\times ۰/۱ = ۳\times۱۰^{-۳}\ mol.L^{-۱}$$

در مرحلهٔ بعد، مقدار α و غلظت یون هیدرونیوم را در محلول ۰/۰۰۰۱ مولار از این اسید محاسبه می‌کنیم.

$$K_a = \frac{\alpha^۲.M}{۱-\alpha} \xrightarrow{\frac{K_a}{M} = ۹\times۱۰^{-۱} > ۰/۰۰۲۵} K_a = \frac{\alpha^۲.M}{۱-\alpha} \Rightarrow ۹\times۱۰^{-۵} = \frac{\alpha^۲\times۱۰^{-۴}}{۱-\alpha} \Rightarrow ۰/۹ = \frac{\alpha^۲}{۱-\alpha} \Rightarrow \alpha = ۰/۶$$

$$[H_۳O^+] = \alpha.M \Rightarrow [H_۳O^+] = ۰/۶\times۱۰^{-۴} = ۶\times۱۰^{-۵}\ mol.L^{-۱}$$

براساس محاسبات انجام‌شده، مقدار α و غلظت یون هیدرونیوم در محلول $۱۰^{-۴}$ مولار به ترتیب ۲۰ و ۰/۰۲ برابر محلول ۰/۱ مولار است.

۱۶۶- گزینه ۳ در قدم اول، غلظت مولی محلول هیدروفلوئوریک اسید را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{غلظت مولی } (M) = \frac{۱۰.a.d}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow M = \frac{۱۰\times ۲/۵\times ۱/۲}{۲۰} = ۱/۵\ mol.L^{-۱}$$

در هر لیتر از این محلول، ۱/۵ مول هیدروفلوئوریک اسید حل شده است. از این مقدار، ۰/۰۳ مول از مولکول‌ها یونیده شده‌اند و ۱/۴۷ مول از آن‌ها به صورت دست‌نخورده در محلول وجود دارند؛ پس مقدار α برای این اسید برابر ۰/۰۲ است.

$$K_a = \frac{\alpha^2.M}{1-\alpha} \xrightarrow{\alpha < 0/05} K_a = \alpha^2.M \Rightarrow K_a = (0/02)^2 \times 1/5 = 6 \times 10^{-4}$$

۱۶۷- گزینه ۴ ابتدا با توجه به غلظت اولیهٔ اسید و غلظت یون هیدرونیوم، مقدار α را محاسبه می‌کنیم.

$$[H_3O^+] = \alpha.M \Rightarrow 0/004 = \alpha \times 0/2 \Rightarrow \alpha = 0/02$$

چون مقدار α کوچک‌تر از ۰/۰۵ می‌باشد، رابطهٔ میان K_a اسید و درجهٔ یونش آن به صورت $K_a = \alpha^2.M$ است. می‌دانیم که مقدار K_a با تغییر غلظت اسید، تغییری نمی‌کند و مقدار آن فقط تابع دما است، پس می‌توان گفت مقدار α^2 با مقدار M رابطهٔ عکس دارد. به عنوان مثال، اگر غلظت اسید در محلول (M) ۴ برابر شود، مقدار α^2 به دنبال آن ۰/۲۵ برابر و مقدار α نیز ۰/۵ برابر می‌شود.

در این محلول هم حجم اولیه برابر با ۵ لیتر بوده است؛ پس با اضافه‌کردن ۱۵ L آب خالص به این محلول، حجم آن ۴ برابر شده و غلظت اسید حل‌شده در آن نیز ۰/۲۵ برابر می‌شود. با توجه به ۰/۲۵ برابر شدن غلظت اسید، مقدار α برای آن دو برابر می‌شود.

$$[H_3O^+] = \alpha.M \Rightarrow \frac{\text{نهایی}[H_3O^+]}{\text{اولیه}[H_3O^+]} = \frac{\alpha_2.M_2}{\alpha_1.M_1} \Rightarrow \frac{\text{نهایی}[H_3O^+]}{\text{اولیه}[H_3O^+]} = \frac{(2\alpha_1)(0/25M_1)}{\alpha_1.M_1} = 0/5$$

۱۶۸- گزینه ۲ در قدم اول، باید غلظت مولی محلول سیرشدهٔ آمونیاک را در دمای موردنظر به دست بیاوریم.

$$\text{جرم محلول} = \text{جرم حلال} + \text{جرم حل‌شونده} = 100\,g + 68\,g = 168\,g \Rightarrow \text{حجم محلول} = \frac{\text{جرم محلول}}{\text{چگالی}} = \frac{168\,g}{1/12\,g.mL^{-1}} = 150\,mL$$

$$?\,mol\,NH_3 = 68\,g\,NH_3 \times \frac{1\,mol\,NH_3}{17\,g\,NH_3} = 4\,mol$$

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{مول حل‌شونده}}{\text{حجم محلول}} \Rightarrow \text{غلظت مولی} = \frac{4\,mol}{150\,mL \times \frac{1\,L}{1000\,mL}} = \frac{80}{3}\,mol.L^{-1}$$

در مرحلهٔ بعد، مقدار K_b را در شرایط موردنظر محاسبه می‌کنیم.

$$K_b = \frac{\alpha^2.M}{1-\alpha} \xrightarrow{\alpha < 0/05} K_b = \alpha^2.M \Rightarrow K_b = (0/03)^2 \times \frac{80}{3} = 0/024\,mol.L^{-1}$$

۱۶۹- گزینه ۱ در قدم اول، باید نسبت میان غلظت مولی محلول‌ها را به دست بیاوریم.

$$\frac{\text{غلظت مولی محلول (I)}}{\text{غلظت مولی محلول (II)}} = \frac{\frac{10.a_1.d_1}{\text{جرم مولی}}}{\frac{10.a_2.d_2}{\text{جرم مولی}}} = \frac{\frac{10 \times 5a_2 \times 1/25d_2}{\text{جرم مولی}}}{\frac{10 \times a_2 \times d_2}{\text{جرم مولی}}} \Rightarrow \frac{M_1}{M_2} = \frac{25}{4}$$

همان‌طور که می‌دانیم، مقدار K_a به غلظت اسید موردنظر ربطی نداشته و برای این دو محلول برابر یکدیگر است.

$$K_{a_1} = K_{a_2} \xrightarrow{\alpha < 0/05} \alpha_1^2 M_1 = \alpha_2^2 M_2 \Rightarrow \frac{M_1}{M_2} = \frac{\alpha_2^2}{\alpha_1^2} \Rightarrow \frac{25}{4} = \frac{\alpha_2^2}{\alpha_1^2} \Rightarrow \frac{\alpha_2}{\alpha_1} = \frac{5}{2}$$

در مرحلهٔ بعد، نسبت میان غلظت مولی یون هیدرونیوم در محلول (I) به محلول (II) را محاسبه می‌کنیم.

$$\frac{\text{در محلول (I)}\ [H_3O^+]}{\text{در محلول (II)}\ [H_3O^+]} = \frac{\alpha_1}{\alpha_2} \times \frac{M_1}{M_2} \Rightarrow \frac{\text{در محلول (I)}\ [H_3O^+]}{\text{در محلول (II)}\ [H_3O^+]} = \frac{2}{5} \times \frac{25}{4} = \frac{5}{2}$$

کار هنوز تموم نشده! در دو نمونه به حجم برابر از این محلول‌ها، مقدار مول‌های هیدرونیوم موجود در محلول (I)، ۲/۵ برابر مقدار مول‌های هیدرونیوم موجود در محلول (II) است؛ اما با توجه به چگالی محلول‌ها، جرم محلول (I) نیز ۱/۲۵ برابر جرم محلول (II) است. بر این اساس، درصد جرمی یون هیدرونیوم در محلول (I)، ۲ برابر درصد جرمی این یون در محلول (II) می‌شود.

۱۷۰- گزینه ۲ چون K_a برای HA بیشتر است، در محلول‌هایی با غلظت برابر از این اسیدها، مولکول‌های HA به مقدار بیشتری یونیده شده و به همین خاطر، غلظت یون هیدرونیوم در محلول این اسید بیشتر از اسید HB است و این محلول با شدت بیشتری با فلزها واکنش می‌دهد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) رسانایی الکتریکی محلول‌ها، به مجموع غلظت یون‌های موجود در آن‌ها بستگی دارد. غلظت مولی یون‌های موجود در هر محلول نیز به K_a اسیدها و غلظت اسید حل‌شده در محلول بستگی دارد. چون از غلظت محلول این اسیدها اطلاعاتی نداریم، نمی‌توانیم میزان رسانایی الکتریکی آن‌ها را مقایسه کنیم.

۳) مقدار α نیز علاوه بر K_a اسیدها، به غلظت آن‌ها بستگی دارد و بدون اطلاع از غلظت این محلول‌ها، نمی‌توانیم مقدار α اسید حل‌شده در آن‌ها را مقایسه کنیم.

۴) در محلول‌هایی با غلظت برابر از این اسیدها، مولکول‌های HA به مقدار بیشتری نسبت به مولکول‌های HB یونیده می‌شوند و به همین خاطر، مقدار غلظت یون A^- در محلول اسید HA بیشتر از مقدار غلظت یون B^- در محلول اسید HB می‌شود.

۱۷۱- گزینه ۱ در محلول تصویر موردنظر، ۷ مولکول HF و ۳ یون F^- و ۳ یون H_3O^+ وجود دارد. بر این اساس، در محلول موردنظر، ۰/۱۷۵ مول HF و ۰/۰۷۵ مول یون F^- وجود دارد. به عبارت دیگر، مجموعاً ۰/۲۵ مول گاز هیدروژن فلوئورید در محلول حل شده است.

محلول هیدروفلوئوریک اسید براساس معادلهٔ $Mg(s)+2HF(aq) \rightarrow MgF_2(aq)+H_2(g)$ با فلز منیزیم واکنش می‌دهد. ابتدا شمار مول‌های گاز هیدروژن حاصل و پس از آن، حجم گاز تولیدشده را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,mol\,H_2 = 0/25\,mol\,HF \times \frac{1\,mol\,H_2}{2\,mol\,HF} = 0/125\,mol$$

$$\frac{P_1.V_1}{n_1.T_1} = \frac{P_2.V_2}{n_2.T_2} \Rightarrow \frac{n_2}{n_1} = \frac{P_2.V_2.T_1}{P_1.V_1.T_2} \Rightarrow \frac{0/125}{1} = \frac{0/5 \times V_2 \times 273}{1 \times 22/4 \times (273+78)} \Rightarrow V_2 = 7/2\,L$$

۱۷۲- گزینه ۳

یادآوری

فلزهای مختلف، میزان واکنش‌پذیری متفاوتی داشته و بسته به میزان واکنش‌پذیری خود، با محلول‌های اسیدی با شدت‌های متفاوتی واکنش می‌دهند. به عنوان مثال، واکنش‌پذیری آلومینیم بیشتر از روی است و به همین خاطر در شرایط یکسان، فلز آلومینیم با شدت بیشتری با محلول‌های اسیدی واکنش می‌دهد.

همان‌طور که مشخص است، در واکنش‌های شمارهٔ ۱ و ۵، غلظت اسید برابر ۲ مول بر لیتر است؛ در حالی که غلظت اسیدهای به کار رفته در سایر واکنش‌ها برابر با ۱ مول بر لیتر است؛ پس حجم نهایی این گاز تولیدشده در واکنش‌های ۱ و ۵ باید دو برابر حجم گاز تولیدشده در سایر واکنش‌ها باشد؛ بنابراین هر یک از نمودارهای A و B متعلق به یکی از واکنش‌های ۱ و ۵ هستند. از آن‌جا که واکنش‌پذیری آلومینیم بیشتر از واکنش‌پذیری روی است، این فلز با سرعت بیشتری نسبت به فلز روی با محلول اسیدی واکنش داده و به همین خاطر، نمودار A را به واکنش ۵ و نمودار B را به محلولِ ۱ نسبت می‌دهیم.

از میان واکنش‌های ۲، ۳ و ۴، فلز به کار رفته در واکنش ۳ واکنش‌پذیری بیشتری دارد و اسید به کار رفته در این واکنش نیز K_a بیشتری دارد؛ پس سرعت انجام‌شدن این فرایند بیشتر از سایر واکنش‌ها بوده و نمودار C متعلق به این واکنش است. در مقایسهٔ بین واکنش‌های ۲ و ۴، چون فلز به کار رفته در واکنش ۲ واکنش‌پذیری بیشتری دارد، پس نمودار D را به واکنش ۲ و نمودار E را به واکنش ۴ نسبت می‌دهیم.

۱۷۳- گزینه ۴ با توجه به غلظت یون هیدرونیوم، غلظت استیک اسید حل‌شده در محلول (M) را محاسبه می‌کنیم.

$$[H_3O^+] = \sqrt{K_a.M} \Rightarrow 2\times10^{-4} = \sqrt{4\times10^{-6}\times M} \Rightarrow 4\times10^{-8} = 4\times10^{-6}\times M \Rightarrow M = 10^{-2}\ mol.L^{-1}$$

با توجه به غلظت مولی اسید در محلول، مشخص می‌شود که درجهٔ یونش استیک اسید برابر با ۰/۰۲ است.

معادلهٔ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است. $2CH_3COOH(aq)+Zn(s) \rightarrow H_2(g)+(CH_3COO)_2Zn(aq)$

براساس معادلهٔ واکنش، جرم فلز روی مورد نیاز را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,mg\,Zn = 500\,mL\,\text{محلول} \times \frac{1\,L\,\text{محلول}}{1000\,mL\,\text{محلول}} \times \frac{10^{-2}\,mol\,\text{اسید}}{1\,L\,\text{محلول}} \times \frac{1\,mol\,Zn}{2\,mol\,\text{اسید}} \times \frac{65\,g\,Zn}{1\,mol\,Zn} \times \frac{1000\,mg\,Zn}{1\,g\,Zn} = 162/5\,mg$$

۱۷۴- گزینه ۳ عبارت‌های آ، پ و ت درست است.

بررسی چهار عبارت:

آ) با استفاده از مقیاس pH می‌توان خاصیت اسیدی محلول‌های مختلف را با یکدیگر مقایسه کرد.

ب) باران‌های معمولی، دارای کربنیک اسید (H_2CO_3) هستند. این اسید طی انحلال گاز CO_2 موجود در هوا در آب باران حاصل می‌شود.

پ) به کمک رنگ کاغذ pH می‌توان مقدار pH تقریبی محلول‌های مختلف را مشخص کرد.

ت) شیر ترش‌شده محتوی لاکتیک اسید بوده و خاصیت اسیدی دارد. pH این محلول کم‌تر از ۷ است.

۱۷۵- گزینه ۲ محتویات معدهٔ انسان خاصیت اسیدی داشته و pH آن‌ها بین ۱/۶ تا ۱/۸ است؛ در حالی که محتویات رودهٔ انسان خاصیت بازی دارند و pH تقریبی آن‌ها برابر ۸/۵ است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) گل‌های ادریسی در خاک‌های بازی به رنگ قرمز درمی‌آیند در حالی که رنگ کاغذ pH در این خاک‌ها آبی می‌شود.

۳) در رابطه با این محلول داریم: $pH = -\log[H_3O^+] = -\log(5\times10^{-3}) = -(\log5+\log10^{-3}) = -(0/7-3) = 2/3$

۴) صابون‌ها خاصیت بازی دارند و با انحلال آن‌ها در آب خالص، pH محلول افزایش پیدا می‌کند.

۱۷۶- گزینه۳ عبارت‌های ب، پ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ هیدرویدیک اسید (HI) یک اسید قوی است و به هنگام انحلال در آب، طی یک واکنش یک‌طرفه و غیرتعادلی، یونش پیدا می‌کند؛ در حالی که نیترو اسید (HNO_2) یک اسید ضعیف است و پس از انحلال در آب، طی یک فرایند تعادلی یونش پیدا می‌کند.

ب سدیم اکسید یک اکسید فلزی و بازی است و pH محلول آن همانند pH خون انسان بزرگ‌تر از ۷ است.

پ از کمیت pH برای پرهیز از بیان غلظت‌های کم و یا خیلی کم یون هیدرونیوم در محلول‌ها استفاده می‌شود.

ت سفیدکننده‌ها در دستهٔ پاک‌کننده‌های خورنده قرار می‌گیرند. این مواد از نظر شیمیایی فعال بوده و خاصیت خورندگی دارند.

۱۷۷- گزینه۴ هیدروسیانیک یک اسید ضعیف با $K_a = ۴/۹\times۱۰^{-۱۰}$ است؛ در حالی که هیدروبرمیک اسید یک اسید قوی با K_a بسیار بزرگ است. با توجه به K_a این اسیدها، در شرایط یکسان غلظت یون هیدرونیوم در محلول هیدروبرمیک اسید بیشتر بوده و این محلول pH کم‌تری دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ غلظت یون هیدرونیوم را در محلول A برابر ۲M مول بر لیتر و در محلول B برابر M مول بر لیتر در نظر می‌گیریم.

$$pH_B - pH_A = -\log[H_B^+] - (-\log[H_A^+]) = \log[H_A^+] - \log[H_B^+] = \log\frac{[H_A^+]}{[H_B^+]} = \log(\frac{۲M}{M}) = \log ۲ = ۰/۳$$

۲ از آن‌جا که K_a نیتریک اسید بیشتر از K_a نیترو اسید است، در شرایط یکسان یک قطعه فلز منیزیم با محلول نیتریک اسید با شدت بیشتری واکنش می‌دهد.

۳ غلظت یون هیدرونیوم با غلظت یون $HCOO^-$ در این محلول برابر بوده و از غلظت مولکول‌های HCOOH کم‌تر است.

۱۷۸- گزینه۳ عبارت‌های أ، ب و ت نادرست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ صابون‌های مراغه فاقد افزودنی‌های شیمیایی هستند و به دلیل خاصیت بازی مناسب، از آن‌ها برای شستن موهای چرب استفاده می‌شود.

ب چون K_a نیترو اسید بیشتر از K_a استیک اسید است، در شرایط یکسان در محلول این اسید، شمار یون‌های بیشتری تولید شده و رسانایی این محلول بیشتر از محلول استیک اسید است.

پ به هر اندازه که یک پاک‌کنندهٔ صابونی بتواند مقدار بیشتری از آلاینده‌ها را پاک کند، قدرت پاک‌کنندگی بیشتری دارد.

ت در رابطه با این محلول داریم: $[H_۳O^+] = ۱۰^{-pH} \Rightarrow [H_۳O^+] = ۱۰^{-۱۱/۵} = ۱۰^{۰/۵}\times۱۰^{-۱۲} = ۳\times۱۰^{-۱۲}\ mol.L^{-۱}$

۱۷۹- گزینه۴ گازهای دی‌نیتروژن پنتااکسید و هیدروژن کلرید براساس معادله‌های زیر با آب واکنش می‌دهند:

$$HCl(g) \xrightarrow{H_۲O} HCl(aq) \rightarrow H^+(aq) + Cl^-(aq)$$

$$N_۲O_۵(g) + H_۲O(l) \rightarrow ۲HNO_۳(aq) \rightarrow ۲NO_۳^-(aq) + ۲H^+(aq)$$

چون حجم‌های برابری از گازهای HCl و $N_۲O_۵$ در آب حل شده است، مقدار یون H^+ تولیدشده در محلول نیتریک اسید، دو برابر مقدار یون H^+ تولیدشده در محلول هیدروکلریک است. در این شرایط، اگر غلظت یون هیدروژن در محلول HCl برابر M مولار باشد، غلظت این یون در محلول نیتریک اسید برابر ۲M مول بر لیتر می‌شود.

pH محلول نیتریک اسید - pH محلول هیدروکلریک اسید $= -\log M - (-\log ۲M) = \log ۲M - \log M = \log\frac{۲M}{M} = \log ۲ = ۰/۳$

چون غلظت یون هیدرونیوم در محلول هیدروکلریک اسید کم‌تر است، پس این محلول pH بیشتری خواهد داشت.

۱۸۰- گزینه۴ واکنش انجام‌شده در محلول به صورت مقابل است: $HBr(g) \xrightarrow{H_۲O} H^+(aq) + Br^-(aq)$

$$?\ mol\,H^+ = ۸/۹۶\ L\,HBr \times \frac{۱\ mol\,HBr}{۲۲/۴\ L\,HBr} \times \frac{۱\ mol\,H^+}{۱\ mol\,HBr} = ۰/۴\ mol \Rightarrow [H^+] = \frac{\text{مول } H^+}{\text{حجم محلول}} = \frac{۰/۴\ mol}{۱/۶\ L} = ۰/۲۵\ mol.L^{-۱}$$

$$pH = -\log[H^+] \Rightarrow pH = -\log(۰/۲۵) = -\log(\frac{۱}{۴}) = -\log ۲^{-۲} = ۲\times\log ۲ = ۲\times۰/۳ = ۰/۶$$

۱۸۱- گزینه۱ **گام اول:** غلظت یون هیدروژن را محاسبه می‌کنیم: $[H^+] = ۱۰^{-pH} \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۳/۷} = ۲\times۱۰^{-۴}\ mol.L^{-۱}$

گام دوم: با توجه به مقدار α غلظت اسید حل‌شده در محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$[H^+] = \alpha.M \Rightarrow ۲\times۱۰^{-۴} = ۰/۰۴M \Rightarrow M = ۵\times۱۰^{-۳}\ mol.L^{-۱}$$

گام سوم: حجم گاز HA حل‌شده در این محلول را براساس غلظت اسید به دست می‌آوریم.

$$?\ L\,HA = ۲\ L\ \text{محلول} \times \frac{۵\times۱۰^{-۳}\ mol\,HA}{۱\ L\ \text{محلول}} \times \frac{۲۲/۴\ L\,HA}{۱\ mol\,HA} = ۰/۲۲۴\ L$$

۱۸۲- گزینه۲ ابتدا شمار مول‌های یون فلوئورید موجود در هر لیتر از این محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,mol\,F^- = ۱\,L\,\text{محلول} \times \frac{۱۰۰۰\,mL\,\text{محلول}}{۱\,L\,\text{محلول}} \times \frac{۱\,g\,\text{محلول}}{۱\,mL\,\text{محلول}} \times \frac{۵۷۰\,g\,F^-}{۱۰^۶\,g\,\text{محلول}} \times \frac{۱\,mol\,F^-}{۱۹\,g\,F^-} = ۰/۰۳\,mol$$

چون در هر لیتر از این محلول، ۰/۰۳ مول یون فلوئورید وجود دارد، پس غلظت مولی این یون برابر با ۰/۰۳ مول بر لیتر می‌شود. از طرفی، می‌دانیم که در محلول هیدروفلوئوریک اسید، غلظت یون فلوئورید با غلظت یون هیدروژن برابر است؛ پس داریم:

$$pH = -\log[H^+] \Rightarrow pH = -\log(۰/۰۳) = -\log(۳\times۱۰^{-۲}) = -(\log ۳ + \log ۱۰^{-۲}) = -(۰/۵ - ۲) = ۱/۵$$

۱۸۳- گزینه۳ در رابطه با محلول موردنظر، داریم:

$$[H^+] = ۱۰^{-pH} = ۱۰^{-۴}\ mol.L^{-۱}$$

$$[H^+] = M\times\alpha \Rightarrow ۱۰^{-۴} = ۰/۰۱\times\alpha \Rightarrow \alpha = ۰/۰۱$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) صابون، یک ترکیب شیمیایی است که هم در آب، هم در چربی‌ها حل می‌شود.

۲) نسبت میان شمار اتم‌ها به شمار عناصر در منیزیم استات با فرمول مولکولی $Mg(CH_۳COO)_۲$ برابر با $\frac{۱۵}{۴} = ۳/۷۵$ است.

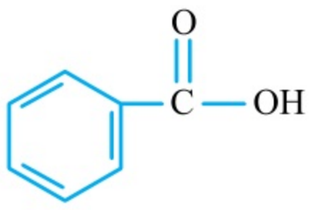
۴) در واکنش میان مخلوط سدیم هیدروکسید و آلومینیم با آب، گاز هیدروژن تولید می‌شود. در نقطهٔ مقابل، آب‌اکسیژنه (محلول هیدروژن پراکسید) در شرایط مناسب به آب و گاز اکسیژن تجزیه می‌شود.

۱۸۴- گزینه۲ ابتدا غلظت یون هیدروژن را به دست آورده و پس از آن، pH محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$[H^+] = \sqrt{K_a.M} \Rightarrow [H^+] = \sqrt{۱۰^{-۵}\times۰/۱} = \sqrt{۱۰^{-۶}} = ۱۰^{-۳}\ mol.L^{-۱}$$

$$pH = -\log[H^+] \Rightarrow pH = -\log ۱۰^{-۳} = ۳$$

۱۸۵- گزینه۱ فرمول شیمیایی بنزوئیک اسید به صورت $C_۷H_۶O_۲$ و فرمول ساختاری آن به شکل مقابل است:



ابتدا غلظت یون هیدروژن را در محلول نهایی به دست می‌آوریم.

$$[H^+] = ۱۰^{-pH} \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۲/۷} = ۲\times۱۰^{-۳}\ mol.L^{-۱}$$

با توجه به مقدار K_a بنزوئیک اسید و غلظت یون هیدروژن موجود در محلول، غلظت بنزوئیک اسید حل‌شده در آن (M) را به دست می‌آوریم.

$$[H^+] = \sqrt{K_a.M} \Rightarrow ۲\times۱۰^{-۳} = \sqrt{۵\times۱۰^{-۵}\times M} \Rightarrow ۴\times۱۰^{-۶} = ۵\times۱۰^{-۵}\times M \Rightarrow M = ۰/۰۸\ mol.L^{-۱}$$

در مرحلهٔ آخر، جرم بنزوئیک اسید مورد نیاز را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,g\,C_۷H_۶O_۲ = ۵۰۰\,mL\,\text{محلول} \times \frac{۱\,L\,\text{محلول}}{۱۰۰۰\,mL\,\text{محلول}} \times \frac{۰/۰۸\,mol\,C_۷H_۶O_۲}{۱\,L\,\text{محلول}} \times \frac{۱۲۲\,g\,C_۷H_۶O_۲}{۱\,mol\,C_۷H_۶O_۲} = ۴/۸۸\,g$$

۱۸۶- گزینه۴ با توجه به pH محلول در هر مرحله، مقدار یون هیدروژن موجود در محلول را در هر یک از مراحل به دست می‌آوریم.

محلول اولیه: $[H^+]=۱۰^{-pH}=۱۰^{-۵}\ mol.L^{-۱} \Rightarrow ?molH^+ = ۰/۵L\,\text{محلول} \times \frac{۱۰^{-۵}\,molH^+}{۱L\,\text{محلول}} = ۵\times۱۰^{-۶}\ mol$

مرحلهٔ اول: $[H^+]=۱۰^{-pH}=۱۰^{-۳}\ mol.L^{-۱} \Rightarrow ?molH^+ = ۰/۵L\,\text{محلول} \times \frac{۱۰^{-۳}\,molH^+}{۱L\,\text{محلول}} = ۵\times۱۰^{-۴}\ mol$

$۴/۹۵\times۱۰^{-۴}\ mol$

مرحلهٔ دوم: $[H^+]=۱۰^{-pH}=۱۰^{-۱}\ mol.L^{-۱} \Rightarrow ?molH^+ = ۰/۵L\,\text{محلول} \times \frac{۱۰^{-۱}\,molH^+}{۱L\,\text{محلول}} = ۵\times۱۰^{-۲}\ mol$

$۴/۹۵\times۱۰^{-۲}\ mol$

بر اثر انحلال هر مولکول HCl در آب، یک یون H^+ تولید می‌شود؛ پس مقدار افزایش تعداد مول‌های یون H^+ را می‌توان هم‌ارز با مقدار HCl حل‌شده در محلول در نظر بگیریم.

$$\frac{\text{جرم HCl حل‌شده در محلول در مرحلهٔ اول}}{\text{جرم HCl حل‌شده در محلول در مرحلهٔ دوم}} = \frac{m_۱}{m_۲} = \frac{۴/۹۵\times۱۰^{-۴}\times۳۶/۵}{۴/۹۵\times۱۰^{-۲}\times۳۶/۵} = ۰/۰۱$$

۱۸۷- گزینه۳ با توجه به pH محلول، غلظت یون هیدروژن و درجهٔ یونش مولکول‌های اسید را محاسبه می‌کنیم.

$$[H^+] = ۱۰^{-pH} \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۲/۷} = ۲\times۱۰^{-۳}\ mol.L^{-۱} \Rightarrow [H^+] = M.\alpha \Rightarrow ۲\times۱۰^{-۳} = ۰/۰۱\times\alpha \Rightarrow \alpha = ۰/۲$$

براساس مقدار α به دست آمده، ثابت یونش اسید موردنظر را در شرایط داده‌شده به دست می‌آوریم.

$$K_a = \frac{\alpha^۲.M}{۱-\alpha} \xrightarrow{\alpha > ۰/۰۵} K_a = \frac{(۰/۲)^۲\times۰/۰۱}{۱-۰/۲} = ۵\times۱۰^{-۴}\ mol.L^{-۱}$$

۱۸۸- گزینه۲ *همون‌طور که واضحه* مقادیر α و یا $\frac{K_a}{M}$ قابل محاسبه نیستند، پس مقدار $(1-\alpha)$ را در فرمول‌های مورد استفاده تأثیر می‌دهیم و از آن صرف‌نظر نمی‌کنیم. براساس pH محلول نهایی، سعی در یافتن غلظت اسید در این محلول می‌کنیم.

$$[H^+]=\alpha.M \Rightarrow 10^{-pH}=\alpha.M \xrightarrow{pH=0} 10^{0}=\alpha.M \Rightarrow 1=\alpha.M$$

$$[H^+]=\sqrt{K_a.M.(1-\alpha)} \Rightarrow 10^{-pH}=\sqrt{K_a.M.(1-\alpha)} \xrightarrow{pH=0} 10^{0}=1=\sqrt{1\times M\times(1-\alpha)} \xrightarrow{\text{طرفین را به توان ۲ می‌رسانیم}} 1=M(1-\alpha)$$

$$\Rightarrow 1=M-M\alpha \xrightarrow{1=\alpha.M} 1=M-1 \Rightarrow M=2\ mol.L^{-1}$$

یه راه دیگه: برای محاسبهٔ غلظت اسید، از روش زیر نیز می‌توانستیم استفاده کنیم:

$$K_a=\frac{M.\alpha^2}{1-\alpha}=\frac{(M.\alpha)\times\alpha}{1-\alpha} \xrightarrow{M.\alpha=[H^+]} K_a=\frac{[H^+]\times\alpha}{1-\alpha}=\frac{10^{-pH}\times\alpha}{1-\alpha} \Rightarrow 1=\frac{1\times\alpha}{1-\alpha} \Rightarrow \alpha=\frac{1}{2}$$

$$[H^+]=10^{-pH}=M.\alpha \xrightarrow{\alpha=0/5} 1=M\times 0/5 \Rightarrow M=2\ mol.L^{-1}$$

پس از محاسبهٔ غلظت اسید مورد نیاز (M)، مقدار آن را مشخص می‌کنیم:

$$?\ mol\,HA=1\ L\ \text{محلول}\times\frac{2\ mol\,HA}{1\ L\ \text{محلول}}=2\ mol$$

در این شرایط، مقدار درجهٔ یونش (α) برابر ۰/۵ به دست می‌آید؛ *پس همون بهتر که از مقدار* $(\alpha - 1)$ *صرف‌نظر نکردیم!*

۱۸۹- گزینه۳ pH محلول B به اندازهٔ یک واحد بیشتر از pH محلول A است؛ پس داریم:

$$pH_B-pH_A=-\log[H_B^+]-(-\log[H_A^+]) \Rightarrow (a+1)-a=\log[H_A^+]-\log[H_B^+]$$

$$\xrightarrow{[H^+]=\alpha.M} 1=\log(\alpha_A.M_A)-\log(\alpha_B.M_B) \Rightarrow 1=\log\left(\frac{\alpha_A.M_A}{\alpha_B.M_B}\right) \Rightarrow 10=\frac{\alpha_A.M_A}{\alpha_B.M_B} \Rightarrow 10=\frac{b\times 0/072}{x\times 0/018} \Rightarrow x=0/4b$$

۱۹۰- گزینه۴ چون درجهٔ یونش هیدروکلریک اسید برابر یک است، در محلول این اسید غلظت مولی یون هیدروژن با غلظت اسید حل‌شده برابر است؛ پس در محلول ۰/۰۱ مولار هیدروکلریک اسید، غلظت یون هیدروژن برابر ۰/۰۱ مول بر لیتر می‌شود. برای آن‌که pH محلول اسید HA با pH محلول ۰/۰۱ مولار هیدروکلریک اسید برابر شود، غلظت یون هیدروژن در محلول این اسید نیز باید برابر ۰/۰۱ مول بر لیتر باشد.

$$[H^+]=\sqrt{K_a.M} \Rightarrow 0/01=\sqrt{5\times 10^{-5}\times M} \Rightarrow 10^{-4}=5\times 10^{-5}\times M \Rightarrow M=2\ mol.L^{-1}$$

با توجه به محاسبات فوق، غلظت محلول اسید HA باید ۲ مول بر لیتر باشد که این مقدار، ۲۰۰ برابر غلظت محلول هیدروکلریک اسید است.

۱۹۱- گزینه۱ در گام اول، مقدار مول‌های یون هیدروژن تولیدشده را براساس مقدار انرژی آزادشده محاسبه می‌کنیم.

$$?\ mol\,H^+=30/4\ kJ\times\frac{2\ mol\,H^+}{76\ kJ\ \text{انرژی}}=0/8\ mol$$

در مرحلهٔ بعد، غلظت یون هیدروژن را به دست آورده و پس از آن pH محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{غلظت مولی یون هیدروژن}=\frac{\text{مول یون هیدروژن}}{\text{حجم محلول}} \Rightarrow [H^+]=\frac{0/8\ mol}{2\ L}=0/4\ mol.L^{-1}$$

$$pH=-\log[H^+] \Rightarrow pH=-\log\frac{4}{10}=-(\log 4-\log 10)=-(0/6-1)=0/4$$

۱۹۲- گزینه۴ هیدروژن برمید یک اسید قوی با $\alpha=1$ است؛ پس ابتدا pH محلول این اسید را محاسبه می‌کنیم.

$$?\ mol\,H^+=0/81\ g\,HBr\times\frac{1\ mol\,HBr}{81\ g\,HBr}\times\frac{1\ mol\,H^+}{1\ mol\,HBr}=0/01\ mol$$

$$[H^+]=\frac{\text{مول یون هیدروژن}}{\text{حجم محلول}} \Rightarrow [H^+]=\frac{0/01\ mol}{1\ L}=0/01\ mol.L^{-1}$$

$$pH=-\log[H^+] \Rightarrow pH=-\log(0/01)=2$$

در مرحلهٔ بعد، pH محلول هیدروسیانیک اسید را محاسبه می‌کنیم. توجه داریم که این ترکیب یک اسید ضعیف بوده و α آن کوچک‌تر از ۱ است.

$$?\ mol\,HCN=0/81\ g\,HCN\times\frac{1\ mol\,HCN}{27\ g\,HCN}=0/03\ mol \qquad [HCN]=\frac{\text{مول HCN}}{\text{حجم محلول}}=\frac{0/03\ mol}{1\ L}=0/03\ mol.L^{-1}$$

$$[H^+]=\sqrt{K_a.M.(1-\alpha)} \xrightarrow{\frac{K_a}{M}<0/0025} [H^+]=\sqrt{K_a.M} \Rightarrow [H^+]=\sqrt{4/32\times 10^{-10}\times 0/03}=3/6\times 10^{-6}$$

$$pH=-\log[H^+] \Rightarrow pH=-\log(3/6\times 10^{-6})=-\log(36\times 10^{-7})=-(\log 6^2+\log 10^{-7})=-(1/6-7)=5/4$$

همان‌طور که مشخص است، pH این محلول‌ها تقریباً به اندازهٔ ۳/۴ واحد با یکدیگر تفاوت دارد.

۱۹۳- گزینه ۴ ابتدا شمار مول‌های هیپوکلرو اسید تولیدشده را محاسبه کرده و غلظت این اسید را به دست می‌آوریم.

$$?\,mol\,HClO = ۱۳۰/۵\,g\,Cl_۲O \times \frac{۱\,mol\,Cl_۲O}{۸۷\,g\,Cl_۲O} \times \frac{۲\,mol\,HClO}{۱\,mol\,Cl_۲O} = ۳\,mol$$

$$[HClO] = \frac{\text{مول HClO}}{\text{حجم محلول}} \Rightarrow [HClO] = \frac{۳\,mol}{۴\,L} = ۰/۷۵\,mol.L^{-۱}$$

با توجه به غلظت محلول، K_a اسید حل‌شده در آن، ابتدا غلظت یون هیدرونیوم و پس از آن، pH محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$[H^+] = \sqrt{K_a.M.(۱-\alpha)} \xrightarrow{\frac{K_a}{M}<۰/۰۰۲۵} [H^+] = \sqrt{K_a.M} \Rightarrow [H^+] = \sqrt{۰/۷۵\times۳\times۱۰^{-۸}} = \frac{۳}{۲}\times۱۰^{-۴}$$

$$pH = -\log[H^+] \Rightarrow pH = -\log(\frac{۳}{۲}\times۱۰^{-۴}) = -(\log۳ - \log۲ + \log۱۰^{-۴}) = ۳/۸$$

۱۹۴- گزینه ۱ با انحلال $HF(g)$ در محلول، pH از ۲ به ۱/۳ می‌رسد. غلظت یون هیدروژن را در محلول اولیه و نهایی محاسبه می‌کنیم.

محلول اولیه: $[H^+] = ۱۰^{-pH} \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۲}\,mol.L^{-۱}$

محلول نهایی: $[H^+] = ۱۰^{-pH} \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۱/۳} = ۵\times۱۰^{-۲}\,mol.L^{-۱}$

با توجه به محاسبات انجام‌شده، برای کاهش pH این محلول به اندازهٔ ۰/۷ واحد، غلظت یون هیدروژن باید ۵ برابر شده و به اندازهٔ ۴×۱۰^{-۲} مول بر لیتر افزایش پیدا می‌کند. توجه داریم که این مقدار از یون هیدروژن، باید توسط یونش مولکول‌های HF تولید شود؛ پس داریم:

$$[H^+] = \alpha.M \Rightarrow ۴\times۱۰^{-۲} = ۰/۰۲\times M \Rightarrow M = ۲\,mol.L^{-۱}$$

بر این اساس، برای آن‌که غلظت یون هیدروژن به ۵×۱۰^{-۲} مول بر لیتر برسد، باید دو مول HF در هر لیتر از این محلول حل شود. ابتدا مول‌های گاز HF را محاسبه کرده و پس از آن، حجم گاز را به دست می‌آوریم.

$$?\,mol\,HF = ۵\,L\,\text{محلول} \times \frac{۲\,mol\,HF}{۱\,L\,\text{محلول}} = ۱۰\,mol$$

$$\frac{P_۱.V_۱}{n_۱.T_۱} = \frac{P_۲.V_۲}{n_۲.T_۲} \Rightarrow \frac{V_۲}{V_۱} = \frac{P_۱.n_۲.T_۲}{P_۲.n_۱.T_۱} \Rightarrow \frac{V_۲}{۲۲/۴} = \frac{۱\times۱۰\times(۲۷۳+۳۹)}{۱\times۱\times۲۷۳} \Rightarrow V_۲ = ۲۵۶\,L$$

۱۹۵- گزینه ۴ ابتدا غلظت یون هیدروژن را در محلول محاسبه می‌کنیم و پس از آن، غلظت اسید مورد نیاز را به دست می‌آوریم.

$$[H^+] = ۱۰^{-pH} \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۳}\,mol.L^{-۱}$$

$$[H^+] = \alpha.M \Rightarrow ۱۰^{-۳} = ۰/۱\times M \Rightarrow M = ۰/۰۱\,mol.L^{-۱}$$

$$K_a = \frac{\alpha^۲.M}{۱-\alpha} \Rightarrow K_a = \frac{(۰/۱)^۲\times۰/۰۱}{۱-۰/۱} = \frac{۱\times۱۰^{-۴}}{۰/۹} = ۱/۱۱\times۱۰^{-۴}\,mol.L^{-۱}$$

۱۹۶- گزینه ۲ حجم‌های برابر از گازهای HCl و HF، شامل مول‌های برابری از این مواد می‌شوند. پس از انحلال این گازها در محلول‌های موردنظر، مولکول‌های HCl به طور کامل یونیده شده و به یون‌های مثبت و منفی تبدیل می‌شوند؛ در حالی که مولکول‌های HF به طور جزئی یونیده می‌شوند و شمار زیادی از آن‌ها به طور دست‌نخورده در محلول باقی می‌مانند؛ بنابراین مجموع غلظت مولی مواد در محلول هیدروکلریک اسید (بازوی B) بیشتر از محلول دیگر (بازوی A) است و با مرور زمان، مولکول‌های آب از خلال غشا به سمت محلول موجود در بازوی B حرکت می‌کنند. با حرکت مولکول‌های آب به سمت بازوی B، مقدار آب موجود در این محلول بیشتر شده و غلظت یون‌های محلول در آن کاهش پیدا می‌کند و در نتیجه، رسانایی الکتریکی این محلول هم کاهش پیدا می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) به مرور زمان، آب از بازوی A به سمت بازوی B رفته و ارتفاع محلول در بازوی A کاهش پیدا می‌کند.

۳) در محلول موجود در بازوی A، به مرور زمان غلظت اسید افزایش پیدا کرده و به دنبال آن pH محلول کاهش پیدا می‌کند.

۴) با گذشت زمان، شمار یون‌های موجود در محلول ریخته‌شده در بازوی B تغییری نمی‌کند اما غلظت این یون‌ها کاهش پیدا می‌کند.

۱۹۷- گزینه ۲ پس از محاسبهٔ غلظت یون هیدروژن در محلول، pH آن را به دست می‌آوریم.

$$K_a = \frac{\alpha^۲.M}{۱-\alpha} \xrightarrow{\frac{K_a}{M}>۰/۰۰۲۵} ۰/۱ = \frac{\alpha^۲\times۰/۲}{۱-\alpha} \Rightarrow ۰/۲\alpha^۲ + ۰/۱\alpha - ۰/۱ = ۰$$

اگه از درس ریاضی یادتون باشه، ریشه‌های یک معادلهٔ درجه دو که صورت آن به شکل $ax^۲+bx+c=۰$ است، از رابطهٔ $x = \frac{-b\pm\sqrt{b^۲-۴ac}}{۲a}$ به دست می‌آید. بر این اساس، ریشه‌های معادلهٔ موردنظر برابر با ۱− و ۰/۵ می‌شوند. *کاملاً واضحه که* مقدار α برای یک اسید نمی‌تواند منفی باشد؛ پس مقدار α اسید موردنظر برابر ۰/۵ می‌شود.

$$[H^+] = \alpha.M \Rightarrow [H^+] = ۰/۵\times۰/۲ = ۰/۱\,mol.L^{-۱} \Rightarrow pH = -\log[H^+] \Rightarrow pH = -\log(۰/۱) = ۱$$

۱۹۸- گزینه۳ اگر جرم گاز HCl موجود در مخلوط گازی را برابر با m گرم در نظر بگیریم، جرم HBr موجود در این مخلوط برابر با $۳۰-m$ گرم می‌شود. می‌دانیم که از انحلال هر مول از این گازها در آب، یک مول یون هیدروژن در محلول تولید می‌شود؛ پس مجموع شمار مول‌های این گازها در مخلوط اولیه، برابر با تعداد مول‌های هیدروژن موجود در محلول است؛ بنابراین شمار مول‌های یون هیدروژن را در محلول حاصل محاسبه می‌کنیم.

$$[H^+]=۱۰^{-pH} \Rightarrow [H^+]=۱۰^{-۱}\ mol.L^{-۱}$$

$$?\ mol\,H^+ = ۷\ L\ \text{محلول} \times \frac{۰/۱\ mol\,H^+}{۱\ L\ \text{محلول}} = ۰/۷\ mol$$

در مخلوط گازی اولیه، مجموعاً ۰/۷ مول از گازهای HBr و HCl وجود داشته:

$$۰/۷=\text{شمار مول‌های HCl}+\text{شمار مول‌های HBr} \Rightarrow ۰/۷=\frac{\text{جرم HCl}}{\text{جرم مولی HCl}}+\frac{\text{جرم HBr}}{\text{جرم مولی HBr}} \Rightarrow ۰/۷=\frac{m}{۳۶/۵}+\frac{(۳۰-m)}{۸۱} \Rightarrow m=۲۱/۹\,g$$

با توجه به محاسبات انجام‌شده، در این محلول ۲۱/۹ گرم HCl و ۸/۱ گرم HBr وجود دارد.

$$\text{درصد جرمی HBr} = \frac{\text{جرم HBr}}{\text{جرم مخلوط}} \times ۱۰۰ = \frac{۸/۱}{۳۰} \times ۱۰۰ = ۲۷$$

۱۹۹- گزینه۳ در رابطه با مقایسهٔ غلظت این مواد در محلول اسید HA (محلول A) و اسید HB (محلول B) داریم:

$$[H^+]=\sqrt{K_a.M} \xrightarrow{pH_A=pH_B} [H_A^+]=[H_B^+] \Rightarrow \sqrt{K_{a_{HA}} \times M_{HA}} = \sqrt{K_{a_{HB}} \times M_{HB}}$$

$$\Rightarrow ۱۰^{-۷} \times M_{HA} = ۱۰^{-۸} \times M_{HB} \Rightarrow \frac{M_{HB}}{M_{HA}} = ۱۰$$

بر این اساس، برای آن‌که pH محلول این اسیدها برابر شود، غلظت مولی اسید HA باید ۰/۱ برابر غلظت مولی اسید HB باشد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در این رابطه داریم: $[H_A^+]=[H_B^+] \Rightarrow M_{HA}.\alpha_{HA} = M_{HB}.\alpha_{HB} \xrightarrow{۱۰M_{HA}=M_{HB}} \alpha_{HA} = ۱۰\alpha_{HB}$

۲) چون pH این محلول‌ها برابر است، مجموع غلظت مولی یون‌ها در آن‌ها برابر بوده و به همین خاطر، این محلول‌ها رسانایی یکسانی دارند.

۴) چون K_a برای اسید HA بزرگ‌تر از اسید HB است، مقایسهٔ قدرت اسیدی این محلول‌ها به صورت $HB < HA$ است.

۲۰۰- گزینه۱ با توجه به حجم و pH محلول، شمار مول‌های یون هیدروژن موجود در آن را محاسبه می‌کنیم.

$$[H^+]=۱۰^{-pH} \Rightarrow [H^+]=۱۰^{-۱/۶}=(۱۰^{-۰/۳})^۲ \times ۱۰^{-۱}=۰/۲۵ \times ۱۰^{-۱}=۰/۰۲۵\ mol.L^{-۱}$$

$$?\ mol\,H^+ = ۵\ L\ \text{محلول} \times \frac{۰/۰۲۵\ mol\,H^+}{۱\ L\ \text{محلول}} = ۰/۱۲۵\ mol$$

این مقدار از یون هیدروژن موجود در محلول، بر اثر یونش اسیدهای HA و HB پس از انحلال در محلول به وجود آمده است. مقدار مول‌های HA حل‌شده در محلول را برابر m مول و مقدار مول‌های HB حل‌شده در محلول را برابر n مول در نظر می‌گیریم. در این شرایط داریم:

$$\text{مول یون هیدرژن در محلول} = \text{مول یون هیدروژن حاصل از HA} + \text{مول یون هیدرژن حاصل از HB} \Rightarrow ۰/۱۲۵ = m \times \alpha_{HA} + n \times \alpha_{HB}$$

$$\Rightarrow ۰/۱۲۵ = ۰/۰۱\,m + ۰/۰۶n$$

از طرفی حجم گازهای HA و HB قبل از انحلال در محلول برابر ۵۶ لیتر بوده است؛ پس داریم:

$$\text{حجم مخلوط گازی} = \text{حجم HA} + \text{حجم HB} \Rightarrow ۵۶ = m \times ۲۲/۴ + n \times ۲۲/۴ \xrightarrow{\div ۲۲/۴} ۲/۵ = m + n$$

تا به این‌جای کار، ۲ معادله داریم و ۲ مجهول. با قراردادن این معادله‌ها در یک دستگاه دو معادله و دو مجهول، مقادیر m و n را به دست می‌آوریم.

$$\begin{cases} ۰/۱۲۵ = ۰/۰۱m + ۰/۰۶n \\ ۲/۵ = m + n \end{cases} \Rightarrow m = ۰/۵\ mol, n = ۲\ mol$$

با توجه به محاسبات انجام‌شده، مخلوط گازی اولیه شامل ۲/۵ مول گاز بوده است که ۰/۵ مول از آن (معادل با ۲۰٪) توسط گاز HA تشکیل شده است.

۲۰۱- گزینه۱ در رابطهٔ با مقایسهٔ غلظت مولی اتانوئیک اسید (محلول A) و کلرو اتانوئیک اسید (محلول B) داریم:

$$[H^+]=\sqrt{K_a.M} \xrightarrow{pH_A=pH_B} [H_A^+]=[H_B^+] \Rightarrow \sqrt{K_{a_A} \times M_A} = \sqrt{K_{a_B} \times M_B}$$

$$\Rightarrow ۲ \times ۱۰^{-۵} \times M_A = ۲ \times ۱۰^{-۳} M_B \Rightarrow \frac{M_B}{M_A} = ۰/۰۱$$

۲۰۲- گزینه۲ ابتدا باید غلظت مولی استیک اسید را در محلول این ماده به دست بیاوریم.

$$[H^+]=۱۰^{-pH} \Rightarrow [H_۳O^+]=۱۰^{-۲/۷}=۱۰^{۰/۳} \times ۱۰^{-۳}=۲ \times ۱۰^{-۳}\ mol.L^{-۱}$$

$$[H^+]=\sqrt{K_a.M} \Rightarrow ۲ \times ۱۰^{-۳} = \sqrt{۲ \times ۱۰^{-۵} \times M} \Rightarrow M = ۰/۲\ mol.L^{-۱}$$ غلظت مولی استیک اسید

واکنش انجام‌شدهٔ اتانول و استیک اسید به صورت مقابل است: $C_2H_5OH(aq)+CH_3COOH(aq) \rightarrow CH_3COOC_2H_5(aq)+H_2O(l)$

براساس معادلهٔ این واکنش، جرم استر (اتیل اتانوات) تولیدشده را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,g\ \text{اتیل اتانوات} = 8\,L\ \text{محلول اسید} \times \frac{0/2\,mol\ \text{استیک اسید}}{1\,L\ \text{محلول اسید}} \times \frac{1\,mol\ \text{اتیل اتانوات}}{1\,mol\ \text{استیک اسید}} \times \frac{88\,g\ \text{اتیل اتانوات}}{1\,mol\ \text{اتیل اتانوات}} = 140/8\,g$$

۲۰۳- گزینه ۱ ابتدا غلظت یون هیدروژن در محلول هیدروکلریک اسید اولیه را محاسبه می‌کنیم.

$$[H_3O^+]=10^{-pH} \Rightarrow [H_3O^+]=10^{-1}\ mol.L^{-1}$$

ثابت یونش اسید HA به صورت مقابل محاسبه می‌شود: $K_a=\frac{\alpha^2.M}{1-\alpha} \xrightarrow{\frac{K_a}{M}<0/0025} K_a=\alpha^2.M \xrightarrow{[H^+]=\alpha.M} K_a=\alpha.[H^+]$

با قراردادن غلظت یون هیدروژن محلول در رابطهٔ موردنظر، مقدار α برای اسید HA را به دست آورده و پس از آن $[A^-]$ را محاسبه می‌کنیم.

$$K_a=\alpha.[H^+] \Rightarrow 2\times10^{-5}=\alpha\times10^{-1} \Rightarrow \alpha=2\times10^{-4} \Rightarrow [A^-]=\alpha.M_{HA} \Rightarrow [A^-]=2\times10^{-4}\times1=2\times10^{-4}\ mol.L^{-1}$$

۲۰۴- گزینه ۲ ابتدا غلظت یون هیدروژن موجود در این محلول را با توجه به pH به دست می‌آوریم.

$$[H^+]=10^{-pH} \Rightarrow [H^+]=10^{-1/15}=10^{0/85}\times10^{-2}=7\times10^{-2}\ mol.L^{-1}$$

این مقدار از یون هیدروژن، توسط یونش مولکول‌های HA و HB در این محلول تولید شده است؛ پس داریم:

$$\text{غلظت } H^+ \text{ حاصل از HA} = \text{غلظت } H^+ \text{ حاصل از HB} + \text{غلظت یون } H^+ \text{ در محلول} \xrightarrow{[H^+]=\alpha.M} [H^+]=M_{HA}.\alpha_{HA}+M_{HB}.\alpha_{HB}$$

$$\Rightarrow 7\times10^{-2}=0/05\times1+0/1\times\alpha_{HB} \Rightarrow 0/07=0/05+0/1\times\alpha_{HB} \Rightarrow \alpha_{HB}=0/2$$

با توجه به مقدار α برای HB، از هر ۰/۱ مول HB حل‌شده در یک لیتر محلول، ۰/۰۲ مول از مولکول‌ها یونیده شده و ۰/۰۸ مول از آن‌ها نیز به صورت دست‌نخورده در محلول باقی می‌مانند. در این شرایط، غلظت یون B^- برابر ۰/۰۲ مولار و غلظت HB برابر ۰/۰۸ مولار است. برای محاسبهٔ K_a اسید HB، به روش زیر عمل می‌کنیم:

$$K_a=\frac{[H^+][B^-]}{[HB]} \Rightarrow K_a=\frac{(7\times10^{-2})\times(2\times10^{-2})}{8\times10^{-2}}=1/75\times10^{-2}\ mol.L^{-1}$$

۲۰۵- گزینه ۲ با توجه به درصد جرمی محلول‌ها، غلظت مولی آن‌ها را مقایسه می‌کنیم.

$$M=\frac{10.a.d}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{\text{غلظت مولی محلول HBr}}{\text{غلظت مولی محلول } HNO_3}=\frac{\frac{10.a.d}{\text{جرم مولی HBr}}}{\frac{10.a.d}{\text{جرم مولی } HNO_3}}=\frac{\frac{10.a.d}{81}}{\frac{10.a.d}{63}}=\frac{63}{81}=\frac{7}{9}$$

بر این اساس، غلظت مولی محلول HBr، $\frac{7}{9}$ برابر محلول HNO_3 است. با توجه به غلظت مولی این محلول‌ها، pH آن‌ها را مقایسه می‌کنیم. برای این منظور، محلول HBr را به عنوان محلول A و محلول HNO_3 را به عنوان محلول B در نظر می‌گیریم.

$$pH_A-pH_B=-\log[H_A^+]-(-\log[H_B^+])=\log[H_B^+]-\log[H_A^+]=\log\frac{[H_B^+]}{[H_A^+]}=\log\frac{9}{7}=\log9-\log7\simeq0/15$$

پس pH محلول A (محلول HBr) به اندازهٔ ۰/۱۵ واحد بیشتر از pH محلول دیگر بوده و این محلول خاصیت اسیدی کم‌تری دارد.

۲۰۶- گزینه ۳ واکنش‌های انجام‌شده به صورت مقابل هستند:

سوختن نیتروژن: $2N_2(g)+4O_2(g) \rightarrow 4NO_2(g)$

تولید نیتریک اسید: $4NO_2(g)+O_2(g)+2H_2O(l) \rightarrow 4HNO_3(aq)$

با توجه به هم‌ارزی این واکنش‌ها، به ازای مصرف‌شدن ۲ مول نیتروژن، ۴ مول نیتریک اسید تولید می‌شود: $2N_2 \sim 4HNO_3$

ابتدا جرم نیتروژن موجود در ۱۰ kg سوخت را به دست آورده و پس از آن، شمار مول‌های HNO_3 تولیدشده را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,g\ N_2 = 10\,kg\ \text{گازوئیل} \times \frac{10^3\,g\ \text{گازوئیل}}{1\,kg\ \text{گازوئیل}} \times \frac{4200\,g\ N_2}{10^6\,g\ \text{گازوئیل}} = 42\,g$$

$$?\,mol\ HNO_3 = 42\,g\ N_2 \times \frac{1\,mol\ N_2}{28\,g\ N_2} \times \frac{2\,mol\ HNO_3}{1\,mol\ N_2} = 3\,mol$$

در هر لیتر از باران‌های اسیدی با $pH=3$، 10^{-3} mol نیتریک اسید حل شده است؛ پس داریم:

$$?\,ton\ \text{باران} = 3\,mol\ HNO_3 \times \frac{1\,L\ \text{باران}}{10^{-3}\,mol\ HNO_3} \times \frac{1000\,mL\ \text{باران}}{1\,L\ \text{باران}} \times \frac{1\,g\ \text{باران}}{1\,mL\ \text{باران}} \times \frac{1\,ton\ \text{باران}}{10^6\,g\ \text{باران}} = 3\,ton$$

۲۰۷- گزینه ۳ با توجه به برابربودن pH این محلول‌ها، غلظت یون هیدروژن باید در آن‌ها برابر باشد؛ پس داریم:

$$[H_{HA}^+]=[H_{HB}^+] \Rightarrow \alpha_{HA}.M_{HA}=\alpha_{HB}.M_{HB} \Rightarrow 0/2\times M_{HA}=0/25\,M_{HB} \Rightarrow \frac{M_{HA}}{M_{HB}}=\frac{5}{4}=1/25$$

با داشتن رابطهٔ میان غلظت این محلول‌ها می‌توان نسبت میان K_a آن‌ها را به دست بیاوریم.

$$K_a = \frac{\alpha^2.M}{1-\alpha} \xrightarrow{\alpha > 0/05} \frac{K_{a_{HA}}}{K_{a_{HB}}} = \frac{\frac{\alpha_{HA}^2 \times M_{HA}}{1-\alpha_{HA}}}{\frac{\alpha_{HB}^2 \times M_{HB}}{1-\alpha_{HB}}} = \frac{\frac{(0/2)^2 \times 1/25\, M_{HB}}{1-0/2}}{\frac{(0/25)^2 \times M_{HB}}{1-0/25}} = 0/75$$

۲۰۸- گزینه۲ فقط عبارت‌های ب و پ درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ نوشابهٔ گازدار محتوی کربن دی‌اکسید بوده و pH آن کم‌تر از ۷ است؛ در حالی که pH خون بزرگ‌تر از ۷ است.

ب از کمیت pH، برای پرهیز از بیان غلظت‌های کم و بسیار کم یون هیدروژن در محلول‌ها استفاده می‌شود.

پ آب خالص رسانایی ناچیزی دارد که این رسانایی الکتریکی را به وجود مقدار ناچیزی از یون‌های OH^- و H_3O^+ در آب نسبت می‌دهند.

ت در یک محلول اسیدی با $pH = 0$، داریم:

$$[H^+] = 10^{-pH} \Rightarrow [H^+] = 10^0 = 1\ mol.L^{-1}$$

$$K_W = [OH^-][H^+] \Rightarrow 10^{-14} = [OH^-] \times 1 \Rightarrow [OH^-] = 10^{-14}\ mol.L^{-1}$$

۲۰۹- گزینه۲ عبارت‌های ب و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ به هر نسبتی که غلظت یون هیدرونیوم در یک محلول افزایش پیدا می‌کند، به همان نسبت غلظت یون هیدروکسید کاهش پیدا می‌کند. به عنوان مثال اگر غلظت یون هیدرونیوم در محلولی ۲ برابر شود، غلظت یون هیدروکسید در آن محلول ۰/۵ برابر می‌شود.

ب شیر ترش‌شده نمونه‌ای از محلول‌های اسیدی است و غلظت یون هیدرونیوم در آن بیشتر از 10^{-7} مول بر لیتر می‌باشد.

پ مقدار K_a اسیدها به غلظت آن‌ها در محلول بستگی ندارد و فقط در صورت تغییر دمای محلول، تغییر می‌کند.

ت آب باران خاصیت اسیدی داشته و غلظت یون هیدروژن در آن بیشتر از غلظت مولی یون هیدروکسید است.

۲۱۰- گزینه۴ پس از محاسبهٔ غلظت یون هیدروژن، pH محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$[H^+] = \alpha.M \Rightarrow [H^+] = 0/08 \times 0/5 = 0/04\ mol.L^{-1} \Rightarrow pH = -\log[H^+] \Rightarrow pH = -\log(0/04) = 1/4$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ در محلولی با $pH = 4$، غلظت یون هیدرونیوم برابر با 10^{-4} مول بر لیتر می‌شود. در رابطه با این محلول داریم:

$$K_W = [OH^-][H_3O^+] \Rightarrow 10^{-14} = [OH^-] \times [10^{-4}] \Rightarrow [OH^-] = 10^{-10} \Rightarrow \frac{[H_3O^+]}{[OH^-]} = \frac{10^{-4}}{10^{-10}} = 10^6$$

۲ اسید معدهٔ انسان، pH کم‌تری نسبت به آب گازدار دارد و به همین خاطر، غلظت یون هیدروکسید در آن کم‌تر از غلظت این یون در آب گازدار است.

۳ اکسیدهای فلزی مثل پتاسیم اکسید و سدیم اکسید، در دستهٔ بازهای آرنیوس قرار داشته و محلول آن‌ها رسانای جریان الکتریکی است.

۲۱۱- گزینه۴ نمودار موردنظر، غلظت مولی یون هیدروژن را نشان می‌دهد. بر این اساس، عبارت‌های أ، پ، ت و ث درست هستند.

بررسی پنج عبارت:

أ براساس داده‌های موجود در نمودار، pH اسید معده برابر ۱ و pH شربت معده برابر ۹ است.

ب غلظت یون هیدروکسید را در هر یک از این محلول‌ها محاسبه می‌کنیم.

اسید معده: $K_W = [OH^-][H^+] \Rightarrow 10^{-14} = [OH^-] \times 10^{-1} \Rightarrow [OH^-] = 10^{-13} mol.L^{-1}$

شربت معده: $K_W = [OH^-][H^+] \Rightarrow 10^{-14} = [OH^-] \times 10^{-9} \Rightarrow [OH^-] = 10^{-5}\ mol.L^{-1}$

$$\Rightarrow \frac{[OH^-]_{\text{در اسید معده}}}{[OH^-]_{\text{در شربت معده}}} = 10^{-8}$$

پ غلظت یون هیدرونیوم در شربت معده کم‌تر از 10^{-7} مول بر لیتر است؛ پس این محلول همانند محتویات رودهٔ کوچک خاصیت بازی دارد.

ت شربت معده خاصیت بازی دارد و در صورت مجاورت با کاغذ pH، رنگ آن را به سمت آبی تغییر می‌دهد.

ث اسید معده و عصارهٔ گوجه‌فرنگی، خاصیت اسیدی داشته و غلظت یون هیدرونیوم در آن‌ها بیشتر از غلظت یون هیدروکسید است.

۲۱۲- گزینه۴ غلظت هر یک از یون‌های موجود در این محلول را با توجه به pH آن محاسبه می‌کنیم.

$$\left.\begin{array}{l} [H^+] = 10^{-pH} \Rightarrow [H^+] = 10^{-6/5} = 10^{0/5} \times 10^{-7} = 3 \times 10^{-7}\ mol.L^{-1} \\ K_W = [OH^-][H^+] \Rightarrow 10^{-14} = [OH^-] \times 3 \times 10^{-7} \Rightarrow [OH^-] = 0/33 \times 10^{-7}\ mol.L^{-1} \end{array}\right\} \Rightarrow [H^+] - [OH^-] = 2/7 \times 10^{-7}\ mol.L^{-1}$$

۲۱۳- گزینه ۱ ابتدا باید غلظت یون هیدروژن را در محلول نهایی محاسبه کنیم.

$$K_W = [OH^-].[H^+] \Rightarrow ۱۰^{-۱۴} = [OH^-].[H^+] \xrightarrow{[H^+]=۱/۶\times۱۰^{۷}\times[OH^-]} ۱۰^{-۱۴} = [OH^-]\times ۱/۶\times۱۰^{۷}\times[OH^-]$$

$$\Rightarrow [OH^-] = ۲/۵\times۱۰^{-۱۱}\ mol.L^{-۱}$$

$$K_W = [OH^-].[H^+] \Rightarrow ۱۰^{-۱۴} = ۲/۵\times۱۰^{-۱۱}\times[H^+] \Rightarrow [H^+] = ۴\times۱۰^{-۴}\ mol.L^{-۱}$$

در مرحلهٔ بعد، غلظت بنزوئیک اسید مورد نیاز برای تهیهٔ محلولی با این pH را محاسبه کرده و پس از آن، جرم بنزوئیک اسید مورد نیاز را به دست می‌آوریم.

$$[H^+] = \sqrt{K_a.M} \Rightarrow ۴\times۱۰^{-۴} = \sqrt{۱/۶\times۱۰^{-۵}\times M} \Rightarrow ۱۶\times۱۰^{-۸} = ۱/۶\times۱۰^{-۵}\times M \Rightarrow M = ۱۰^{-۲}\ mol.L^{-۱}$$

فرمول شیمیایی بنزوئیک اسید به صورت $C_۷H_۶O_۲$ و جرم مولی آن برابر با ۱۲۲ گرم بر مول است.

$$?\ g\ C_۷H_۶O_۲ = ۲\ L\ \text{محلول} \times \frac{۱۰^{-۲}\ mol\ C_۷H_۶O_۲}{۱\ L\ \text{محلول}} \times \frac{۱۲۲\ g\ C_۷H_۶O_۲}{۱\ mol\ C_۷H_۶O_۲} = ۲/۴۴\ g$$

۲۱۴- گزینه ۱ ابتدا غلظت یون‌های موجود در این محلول را به دست می‌آوریم.

$$\left.\begin{array}{l} [H^+] = ۱۰^{-pH} \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۳}\ mol.L^{-۱} \\ K_W = [OH^-][H^+] \Rightarrow ۱۰^{-۱۴} = [OH^-]\times۱۰^{-۳} \Rightarrow [OH^-] = ۱۰^{-۱۱}\ mol.L^{-۱} \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{[H^+]}{[OH^-]} = \frac{۱۰^{-۳}}{۱۰^{-۱۱}} = ۱۰^{۸}$$

pH اولیهٔ این محلول برابر ۳ است. تفاوت غلظت یون هیدروژن موجود در هر لیتر از این محلول را با حالتی که pH آن نصف شده و به ۱/۵ رسیده باشد، محاسبه می‌کنیم.

$$[H^+] = ۱۰^{-pH} \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۱/۵} = ۱۰^{۰/۵}\times۱۰^{-۲} = ۳\times۱۰^{-۲}\ mol.L^{-۱}$$

تفاوت غلظت یون هیدروژن = غلظت نهایی یون هیدروژن − غلظت اولیهٔ یون هیدروژن $= ۳\times۱۰^{-۲} - ۱۰^{-۳} = ۰/۰۲۹\ mol.L^{-۱}$

هیدروکلریک اسید یک اسید قوی با $\alpha = ۱$ است؛ پس برای نصف‌شدن pH این محلول، باید ۰/۰۲۹ مول HCl را در هر لیتر از آن حل کنیم.

$$?\ mg\ HCl = ۰/۰۲۹\ mol\ HCl \times \frac{۳۶/۵\ g\ HCl}{۱\ mol\ HCl} \times \frac{۱۰۰۰\ mg\ HCl}{۱\ g\ HCl} = ۱۰۵۸/۵\ mg$$

۲۱۵- گزینه ۱ در محلول هیدروکلریک است، غلظت مولی یون کلرید با غلظت مولی یون هیدرژن برابر است و در محلول سدیم هیدروکسید نیز غلظت مولی یون سدیم با غلظت مولی یون هیدروکسید برابر است. ابتدا غلظت یون هیدروژن را در محلول هیدروکلریک اسید به دست می‌آوریم.

$$[H^+] = ۱۰^{-pH} \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۲/۷} = ۱۰^{۰/۳}\times۱۰^{-۳} = ۲\times۱۰^{-۳}\ mol.L^{-۱}$$

در مرحلهٔ بعد، غلظت یون هیدروکسید را در محلول سدیم هیدروکسید محاسبه می‌کنیم.

$$[OH^-] = ۱۰^{pH-۱۴} \Rightarrow [OH^-] = ۱۰^{۹/۷-۱۴} = ۱۰^{-۴/۳} = ۱۰^{۰/۷}\times۱۰^{-۵} = ۵\times۱۰^{-۵}\ mol.L^{-۱}$$

پس داریم:

$$\frac{\text{غلظت یون } Cl^- \text{ در محلول HCl}}{\text{غلظت یون } Na^+ \text{ در محلول NaOH}} = \frac{[H^+] \text{ در محلول HCl}}{[OH^-] \text{ در محلول NaOH}} = \frac{۲\times۱۰^{-۳}}{۵\times۱۰^{-۵}} = ۴۰$$

۲۱۶- گزینه ۴ باریم اکسید براساس معادلهٔ مقابل با آب واکنش می‌دهد: $BaO(s) + H_۲O(l) \rightarrow Ba^{۲+}(aq) + ۲OH^-(aq)$

ابتدا غلظت یون هیدروکسید را در محلول موردنظر به دست می‌آوریم و پس از آن، جرم باریم اکسید مورد نیاز را محاسبه می‌کنیم.

$$[OH^-] = ۱۰^{pH-۱۴} \Rightarrow [OH^-] = ۱۰^{۱۲/۶-۱۴} = ۱۰^{-۱/۶} = ۱۰^{۰/۶}\times۱۰^{-۲} = ۴\times۱۰^{-۲}\ mol.L^{-۱}$$

$$?\ g\ BaO = ۵۰۰\ mL\ \text{محلول} \times \frac{۱\ L\ \text{محلول}}{۱۰۰۰\ mL\ \text{محلول}} \times \frac{۴\times۱۰^{-۲}\ mol\ OH^-}{۱\ L\ \text{محلول}} \times \frac{۱\ mol\ BaO}{۲\ mol\ OH^-} \times \frac{۱۵۳\ g\ BaO}{۱\ mol\ BaO} = ۱/۵۳$$

۲۱۷- گزینه ۳ در شرایط یکسان، هر چه‌قدر که K_b یک باز بزرگ‌تر باشد، قدرت بازی مادهٔ موردنظر بیشتر است و به هنگام انحلال در آب، به میزان بیشتری یونیده می‌شود. به عبارت دیگر، در شرایط یکسان از نظر دما و غلظت pH محلول بازی که K_b بزرگ‌تری دارد، بیشتر است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) سود سوزآور $(NaOH)$ و پتاس سوزآور (KOH) از جمله بازهای قوی هستند که از آن‌ها به عنوان پاک‌کنندهٔ خورنده استفاده می‌شود.

۲) چون در مولکول‌های آمونیاک، اتم‌های هیدروژن متصل به نیتروژن وجود دارد، مولکول‌های این ماده با مولکول‌های $H_۲O$ پیوند هیدروژنی برقرار می‌کنند.

۴) آمونیاک حل‌شده در آب را می‌توان به صورت $NH_۴OH(aq)$ نشان داد. در محلول این ماده، تعادل $NH_۴OH \rightleftharpoons NH_۴^+ + OH^-$ برقرار است.

۲۱۸- گزینه ۱ در محلول موردنظر، ۱۸ مولکول $NH_۳$، ۲ یون $NH_۴^+$ و ۲ یون OH^- وجود دارد؛ پس درجهٔ یونش آمونیاک در این محلول برابر ۰/۱ است، ابتدا غلظت آمونیاک را در محلول موردنظر به دست می‌آوریم:

$$?\ mol\ NH_۳ = ۸۹/۶\ mL\ NH_۳ \times \frac{۱\ L\ NH_۳}{۱۰۰۰\ mL\ NH_۳} \times \frac{۱\ mol\ NH_۳}{۲۲/۴۴\ L\ NH_۳} = ۴\times۱۰^{-۳}\ mol$$

$$[NH_۳] = \frac{\text{مول } NH_۳}{\text{لیتر محلول}} \Rightarrow [NH_۳] = \frac{۰/۰۰۴\ mol}{۲\ L} = ۲\times۱۰^{-۳}\ mol.L^{-۱}$$

در مرحلهٔ بعد، غلظت یون هیدروکسید تولیدشده در محلول و pH محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$[OH^-] = \alpha.M \Rightarrow [OH^-] = ۰/۱ \times ۲ \times ۱۰^{-۳} = ۲ \times ۱۰^{-۴}\ mol.L^{-۱}$$

$$pH = -\log[H^+] = -\log(\frac{۱۰^{-۱۴}}{[OH^-]}) \Rightarrow pH = -\log(\frac{۱۰^{-۱۴}}{۲ \times ۱۰^{-۴}}) = -\log(۵ \times ۱۰^{-۱۱}) = ۱۰/۳$$

۲۱۹- گزینه ٤ یک نمونهٔ ۱۰۰۰ گرمی از این محلول را در نظر گرفته و پس از محاسبهٔ غلظت مولی آن، pH این محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$?\ mol\ NaOH = ۱۰۰۰\ g\ \text{محلول} \times \frac{۱۶\ mg\ NaOH}{۱\ g\ \text{محلول}} \times \frac{۱\ g\ NaOH}{۱۰۰۰\ mg\ NaOH} \times \frac{۱\ mol\ NaOH}{۴۰\ g\ NaOH} = ۰/۴\ mol$$

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{مول حل‌شونده}}{\text{لیتر محلول}} = \frac{۰/۴}{۱۰۰۰\ g\ \text{محلول} \times \frac{۱\ mL\ \text{محلول}}{۱/۲۵\ g\ \text{محلول}} \times \frac{۱\ L\ \text{محلول}}{۱۰۰۰\ mL\ \text{محلول}}} = \frac{۰/۴}{۰/۸} = ۰/۵\ mol.L^{-۱}$$

$$pH = \log\frac{[OH^-]}{۱۰^{-۱۴}} = \log\frac{۰/۵}{۱۰^{-۱۴}} = \log(۵ \times ۱۰^{۱۳}) = \log ۵ + \log ۱۰^{۱۳} = ۰/۷ + ۱۳ = ۱۳/۷$$

۲۲۰- گزینه ۲ با توجه به انحلال‌پذیری منیزیم هیدروکسید، مقدار مول‌های حل‌شده از این ترکیب را محاسبه می‌کنیم.

$$?\ g\ Mg(OH)_۲ = ۶/۹۶ \times ۱۰^{-۴}\ g\ Mg(OH)_۲ \times \frac{۱\ mol\ Mg(OH)_۲}{۵۸\ g\ Mg(OH)_۲} = ۱/۲ \times ۱۰^{-۵}\ mol$$

در هر ۱۰۰ گرم آب (که حجمی معادل با ۰/۱ لیتر دارد)، $۱/۲ \times ۱۰^{-۵}$ مول منیزیم هیدروکسید حل می‌شود. از آن‌جا که منیزیم هیدروکسید یک باز قوی است، تمام ذرات حل‌شده از آن به یون‌های OH^- و $Mg^{۲+}$ تفکیک می‌شوند. ابتدا غلظت یون هیدروکسید را به دست آورده و پس از آن pH محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$?\ mol\ OH^- = ۱/۲ \times ۱۰^{-۵}\ mol\ Mg(OH)_۲ \times \frac{۲\ mol\ OH^-}{۱\ mol\ Mg(OH)_۲} = ۲/۴ \times ۱۰^{-۵}\ mol$$

$$[OH^-] = \frac{\text{مول } OH^-}{\text{لیتر محلول}} \Rightarrow [OH^-] = \frac{۲/۴ \times ۱۰^{-۵}\ mol}{۰/۱\ L} = ۲/۴ \times ۱۰^{-۴}$$

$$pH = -\log(\frac{۱۰^{-۱۴}}{[OH^-]}) \Rightarrow pH = -\log(\frac{۱۰^{-۱۴}}{۲/۴ \times ۱۰^{-۴}}) = -\log(\frac{۱}{۲۴} \times ۱۰^{-۹}) = -\log(۲^{-۳} \times ۳^{-۱} \times ۱۰^{-۹}) = -(-۰/۹ - ۰/۵ - ۹) \simeq ۱۰/۴$$

۲۲۱- گزینه ۱ با افزودن آب به محلول اسیدهای قوی، غلظت اسید حل‌شده در محلول و به دنبال آن غلظت یون هیدروژن کاهش پیدا می‌کند. همان‌طور که می‌دانیم، غلظت یون هیدروژن در یک محلول، با غلظت یون هیدروکسید در آن محلول رابطهٔ عکس دارد؛ پس با کاهش غلظت یون هیدروژن در یک محلول، غلظت یون هیدروکسید در آن محلول افزایش پیدا می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ در رابطه با این اسید داریم: $K_a = \frac{\alpha^۲.M}{۱-\alpha} \xrightarrow{\alpha < ۰/۰۵} K_a = \alpha^۲.M = (۰/۰۲)^۲ \times ۱ = ۴ \times ۱۰^{-۴}\ mol.L^{-۱}$

۳ در هر لیتر از محلول پتاسیم هیدروکسید با $pH = ۱۲$، $۱۰^{-۲}$ مول یون هیدروکسید و $۱۰^{-۲}$ مول یون پتاسیم و $۱۰^{-۱۲}$ مول یون هیدروژن وجود دارد.

۴ نیترو اسید یک اسید ضعیف است و به همین خاطر، در محلول آن $[H^+]$ از غلظت مولی مولکول‌های اسید یونیده‌نشده کم‌تر است.

۲۲۲- گزینه ۳ ابتدا تفاوت انحلال‌پذیری نمک موردنظر در دماهای داده‌شده را محاسبه می‌کنیم.

$$\begin{cases} \text{دمای } ۶۸\ ^\circ C: S = ۲ + ۰/۲۵ \times ۶۸ = ۱۹\ g \\ \text{دمای } ۳۶\ ^\circ C: S = ۲ + ۰/۲۵ \times ۳۶ = ۱۱\ g \end{cases} \Rightarrow \text{تفاوت مقدار انحلال‌پذیری در دماهای داده‌شده} = ۸\ g$$

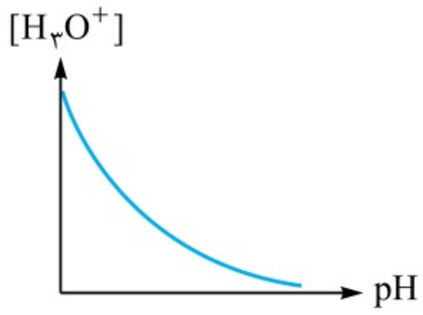
با توجه به محاسبات انجام‌شده، اگر دمای ۱۱۹ گرم از محلول سیرشدهٔ BOH را از $۶۸\ ^\circ C$ تا $۳۶\ ^\circ C$ کاهش بدهیم، ۸ گرم رسوب ایجاد می‌شود؛ پس داریم:

$$?\ mol\ BOH_{\text{رسوب}} = ۲۳۸\ g\ \text{محلول} \times \frac{۸\ g\ BOH_{\text{رسوب}}}{۱۱۹\ g\ \text{محلول}} \times \frac{۱\ mol\ BOH_{\text{رسوب}}}{۴۰\ g\ BOH_{\text{رسوب}}} = ۰/۴\ mol$$

در هر لیتر از محلول BOH با $pH = ۱۳$، ۰/۱ مول باز وجود دارد. بر این اساس، حداکثر حجم محلول قابل تولید را محاسبه می‌کنیم.

$$?\ L\ \text{محلول} = ۰/۴\ mol\ BOH \times \frac{۱\ L\ \text{محلول}}{۰/۱\ mol\ BOH} = ۴\ L$$

۲۲۳- گزینه ٤ مقدار pH یک محلول از رابطهٔ لگاریتمی $pH = -\log[H_۳O^+]$ به دست می‌آید. نمودار این تابع لگاریتمی به صورت مقابل است:



همان‌طور که مشخص است، در نقطهٔ $[H_۳O^+] = ۱\ mol.L^{-۱}$، مقدار pH محلول برابر با صفر می‌شود و با رقیق‌شدن تدریجی غلظت یون هیدرونیوم در محلول، مقدار pH آن افزایش پیدا می‌کند.

یادآوری با افزایش pH محلول، غلظت یون هیدروژن کاهش پیدا می‌کند اما می‌دانیم که غلظت یون هیدروژن در یک محلول هرگز به صفر نمی‌رسد. این در حالی است که براساس نمودار (I)، با افزایش pH محلول، غلظت یون هیدروژن به صفر رسیده است.

در رابطه با نمودار وابستگی pH یک محلول به درصد تفکیک باز حل‌شده در آن محلول نیز توجه داریم که اگر درجهٔ یونش (α) برای یک باز برابر با صفر باشد، مولکول‌های این ماده به صورت کاملاً مولکولی در آب حل شده و pH محلول را تغییر نمی‌دهند. به عبارت دیگر، مطابق نمودار (III) در نقطه‌ای که درجهٔ یونش باز برابر صفر است، pH محلول آن برابر ۷ می‌شود.

۲۲۴- گزینه ۴ ابتدا غلظت مولی یون هیدروکسید را در محلول موردنظر محاسبه می‌کنیم و پس از آن pH را به دست می‌آوریم.

$$?\,mol\,NaOH = ۱۲۰\,g\,NaOH \times \frac{۱\,mol\,NaOH}{۴۰\,g\,NaOH} = ۳\,mol$$

$$\text{حجم محلول} = \text{جرم حلال} + \text{جرم حل‌شونده} = ۱۰۰\,g + ۱۲۰\,g = ۲۲۰\,g$$

$$\text{حجم محلول} = \frac{\text{جرم محلول}}{\text{چگالی}} \Rightarrow \text{حجم محلول} = \frac{۲۲۰}{۱/۱} = ۲۰۰\,mL$$

$$[NaOH] = \frac{\text{مول NaOH}}{\text{لیتر محلول}} = \frac{۳}{۰/۲} = ۱۵\,mol.L^{-۱}$$

چون سدیم هیدروکسید یک باز قوی است، غلظت یون هیدروکسید در محلول آن با غلظت باز حل‌شده در محلول برابر می‌شود.

$$pH = -\log(\frac{۱۰^{-۱۴}}{[OH^-]}) \Rightarrow pH = -\log(\frac{۱۰^{-۱۴}}{۱۵}) = -(\log(۱۰^{-۱۴}) - \log ۵ - \log ۳) = -(-۱۴ - ۰/۷ - ۰/۵) = ۱۵/۲$$

۲۲۵- گزینه ۱ جرم مولی باز BOH، ۱۰ برابر جرم مولی اسید HA است؛ پس در نمونه‌هایی به جرم برابر از این دو ماده، شمار مول‌های اسید HA، ده برابر شمار مول‌های باز BOH می‌شود. از آن‌جا که اسید HA یک اسید قوی و باز BOH یک باز قوی است، غلظت یون‌های حاصل از این مواد در محلول آن‌ها با غلظت اسید یا باز حل‌شده در محلول برابر می‌شود. بر این اساس، می‌توان گفت غلظت یون هیدروژن در محلول اسید HA، ۱۰ برابر غلظت یون هیدروکسید در محلول باز BOH است. در این شرایط، اگر غلظت یون هیدروژن در محلول HA برابر ۱۰M مولار باشد، غلظت یون هیدروکسید در محلول BOH برابر M مولار می‌شود؛ پس داریم:

$$pH_{BOH} - pH_{HA} = ۹/۶ \Rightarrow -\log\frac{۱۰^{-۱۴}}{[OH^-_{BOH}]} - (-\log[H^+_{HA}]) = ۹/۶ \Rightarrow -\log(\frac{۱۰^{-۱۴}}{M}) + \log(۱۰M) = ۹/۶$$

$$\Rightarrow \log ۱۰M - \log(\frac{۱۰^{-۱۴}}{M}) = ۹/۶ \Rightarrow \log ۱۰ + \log M - (\log ۱۰^{-۱۴} - \log M) = ۹/۶ \Rightarrow ۱ + \log M + ۱۴ + \log M = ۹/۶$$

$$\Rightarrow ۲\log M = -۵/۴ \Rightarrow \log M = -۲/۷$$

حالا که مقدار $\log M$ را داریم، می‌توانیم pH محلول‌های اسیدی و بازی را به دست بیاوریم.

محلول اسید HA: $pH = -\log[H^+] \Rightarrow pH = -\log ۱۰M = -(\log ۱۰ + \log M) = -(۱ - ۲/۷) = ۱/۷$

محلول اسید BOH: $pH = -\log(\frac{۱۰^{-۱۴}}{[OH^-]}) \Rightarrow pH = -\log(\frac{۱۰^{-۱۴}}{M}) \Rightarrow pH = -(\log ۱۰^{-۱۴} - \log M) = -(-۱۴ + ۲/۷) = ۱۱/۳$

و بالأخره در مرحلهٔ آخر، غلظت باز را در محلول BOH محاسبه می‌کنیم.

$$[OH^-] = [BOH] = ۱۰^{pH-۱۴} \Rightarrow [BOH] = ۱۰^{۱۱/۳-۱۴} = ۱۰^{-۲/۷} = ۲\times۱۰^{-۳}\,mol.L^{-۱}$$

۲۲۶- گزینه ۳ باریم هیدروکسید مطابق معادلهٔ مقابل در آب حل می‌شود. $Ba(OH)_۲(s) \rightarrow Ba^{۲+}(aq) + ۲OH^-(aq)$

ابتدا غلظت یون هیدروکسید را در محلول این باز به دست می‌آوریم.

$$[OH^-] = ۱۰^{pH-۱۴} \Rightarrow [OH^-] = ۱۰^{۱۳/۳-۱۴} = ۱۰^{-۰/۷} = ۲\times۱۰^{-۱}\,mol.L^{-۱}$$

در محلول باریم هیدروکسید، به ازای هر دو یون هیدروکسید، یک یون باریم نیز وجود دارد؛ پس مجموع غلظت مولی یون‌های موجود در این محلول، ۱/۵ برابر غلظت مولی یون هیدروکسید حل‌شده در آن است؛ بنابراین مجموع غلظت مولی یون‌ها در محلول موردنظر برابر ۰/۳ مول بر لیتر می‌شود.

در محلول هیدروکلریک اسید نیز به ازای هر یون هیدروژن، یک یون کلرید وجود دارد؛ پس اگر مجموع غلظت مولی یون‌ها در این محلول برابر با ۰/۳ مول بر لیتر باشد، غلظت یون هیدروژن موجود در آن برابر ۰/۱۵ مول بر لیتر می‌شود. بر این اساس، pH محلول HCl را محاسبه می‌کنیم.

$$pH = -\log[H^+] \Rightarrow pH = -\log(۰/۱۵) = -(\log ۵ + \log ۳ - \log ۱۰^{-۲}) = -(۰/۷ + ۰/۵ - ۲) = ۰/۸$$

۲۲۷- گزینه ۴ واکنش میان آهن (II) اکسید و سدیم به صورت مقابل است: $Fe_۲O_۳(s) + ۶Na(s) \rightarrow ۳Na_۲O(s) + ۲Fe(s)$

با توجه به معادلهٔ واکنش انجام‌شده، تعداد مول‌های سدیم اکسید تولیدشده را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,mol\,Na_۲O = ۱۰۰\,g\,Fe_۲O_۳\,\text{ناخالص} \times \frac{۸۰\,g\,Fe_۲O_۳}{۱۰۰\,g\,Fe_۲O_۳\,\text{ناخالص}} \times \frac{۱\,mol\,Fe_۲O_۳}{۱۶۰\,g\,Fe_۲O_۳} \times \frac{۳\,mol\,Na_۲O}{۱\,mol\,Fe_۲O_۳} = ۱/۵\,mol$$

سدیم اکسید مطابق معادلهٔ مقابل با آب واکنش می‌دهد. $Na_۲O(s) + H_۲O(l) \rightarrow ۲NaOH(aq) \rightarrow ۲Na^+(aq) + ۲OH^-(aq)$

همان‌طور که مشخص است، طی انحلال هر مول از این ماده، دو مول یون هیدروکسید در محلول تولید می‌شود؛ پس از انحلال ۱/۵ مول از این ترکیب در آب، ۳ مول یون هیدروکسید تولید می‌شود. ابتدا غلظت این یون و پس از آن، pH محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$[OH^-]=\frac{\text{مول } OH^-}{\text{لیتر محلول}} \Rightarrow [OH^-]=\frac{۳\ mol}{۶۰\ L}=۰/۰۵\ mol.L^{-۱}$$

$$pH=-\log(\frac{۱۰^{-۱۴}}{[OH^-]}) \Rightarrow pH=-\log(\frac{۱۰^{-۱۴}}{۰/۰۵})=-(\log ۱۰^{-۱۴}-\log ۰/۰۵)=-(-۱۴-(-۱/۳))=۱۲/۷$$

۲۲۸- گزینه ۴ ابتدا غلظت مولی یون هیدروکسید را در محلول اولیهٔ سدیم هیدروکسید محاسبه می‌کنیم.

$$[OH^-]=۱۰^{pH-۱۴} \Rightarrow [OH^-]=۱۰^{۹-۱۴}=۱۰^{-۵}\ mol.L^{-۱}$$

با قراردادن غلظت مولی یون هیدروکسید در معادلهٔ مربوط به غلظت یون‌ها، حداکثر غلظت یون منیزیم را محاسبه می‌کنیم.

$$۱/۵\times۱۰^{-۱۱}=[Mg^{۲+}][OH^-]^۲ \Rightarrow ۱/۵\times۱۰^{-۱۱}=[Mg^{۲+}]\times(۱۰^{-۵})^۲ \Rightarrow [Mg^{۲+}]=۰/۱۵\ mol.L^{-۱}$$

از انحلال هر مول منیزیم سولفات ($MgSO_۴$) در آب، یک مول یون منیزیم در آب آزاد می‌شود؛ پس حداکثر غلظت منیزیم سولفات قابل حل در این محلول، برابر با حداکثر غلظت یون منیزیم در آن است.

۲۲۹- گزینه ۳ ابتدا pH محلول حاصل از انحلال سدیم هیدروکسید در آب را محاسبه می‌کنیم.

$$?\ mol\ NaOH=۴\ g\ NaOH\times\frac{۱\ mol\ NaOH}{۴۰\ g\ NaOH}=۰/۱\ mol$$

$$[NaOH]=[OH^-]=\frac{\text{مول NaOH}}{\text{لیتر محلول}}=\frac{۰/۱}{۱}=۰/۱\ mol.L^{-۱}$$

$$pH=-\log(\frac{۱۰^{-۱۴}}{[OH^-]}) \Rightarrow pH=-\log(\frac{۱۰^{-۱۴}}{۰/۱})=۱۳$$

pH محلول هیدروفلوئوریک اسید به اندازهٔ ۱۰/۷ واحد کم‌تر از محلول سدیم هیدروکسید و برابر با ۲/۳ است. ابتدا غلظت یون هیدروژن و غلظت اسید حل‌شده در محلول را به دست می‌آوریم و پس از آن، مقدار α برای این اسید را محاسبه می‌کنیم.

$$?\ mol\ HF=۴\ g\ HF\times\frac{۱\ mol\ HF}{۲۰\ g\ HF}=۰/۲\ mol \Rightarrow [HF]=\frac{\text{مول HF}}{\text{لیتر محلول}}=\frac{۰/۲}{۱}=۰/۲\ mol.L^{-۱}$$

$$[H^+]=۱۰^{-pH} \Rightarrow [H^+]=۱۰^{-۲/۳}=۱۰^{۰/۷}\times۱۰^{-۳}=۵\times۱۰^{-۳}\ mol.L^{-۱} \Rightarrow [H^+]=\alpha.M \Rightarrow ۰/۰۰۵=\alpha\times۰/۲ \Rightarrow \alpha=۰/۰۲۵$$

در مرحلهٔ آخر، با توجه به مقدار α و غلظت اسید حل‌شده در محلول، ثابت یونش اسید را محاسبه می‌کنیم.

$$K_a=\frac{\alpha^۲.M}{۱-\alpha} \xrightarrow{\alpha<۰/۰۵} K_a=\alpha^۲.M \Rightarrow K_a=(۰/۰۲۵)^۲\times۰/۲=۱/۲۵\times۱۰^{-۴}\ mol.L^{-۱}$$

۲۳۰- گزینه ۱ تأثیر هر یک از نمونه‌های داده‌شده را بر pH آب درون آکواریوم بررسی می‌کنیم.

بررسی چهار گزینه:

۱) ابتدا شمار مول‌های سدیم هیدروکسید را به دست آورده و سپس از آن pH محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$?\ mol\ NaOH=۲\ g\ NaOH\ \text{ناخالص}\times\frac{۴۰\ g\ NaOH}{۱۰۰\ g\ NaOH\ \text{ناخالص}}\times\frac{۱\ mol\ NaOH}{۴۰\ g\ NaOH}=۰/۰۲\ mol$$

$$[NaOH]=\frac{\text{مول NaOH}}{\text{لیتر محلول}} \Rightarrow [NaOH]=\frac{۰/۰۲}{۲۰}=۱۰^{-۳}\ mol.L^{-۱} \xrightarrow{\alpha=۱} [OH^-]=[NaOH]=۱۰^{-۳}\ mol.L^{-۱}$$

$$pH=-\log(\frac{۱۰^{-۱۴}}{[OH^-]}) \Rightarrow pH=-\log(\frac{۱۰^{-۱۴}}{۱۰^{-۳}})=۱۱ \Rightarrow$$ ماهی‌های درون آکواریوم می‌میرند.

۲) طی این فرایند، حجم محلول هیدروکلریک اسید از ۴ mL به ۲۰ لیتر (معادل با ۲۰۰۰۰ میلی‌لیتر) رسیده و ۵۰۰۰ برابر شده است؛ پس مقدار pH آن به اندازهٔ $\log ۵۰۰۰=۳/۷$ واحد به pH ناحیهٔ خنثی نزدیک‌تر شده و به ۶/۴ می‌رسد. در نتیجه ماهی‌ها زنده می‌مانند.

۳) پس از محاسبهٔ تعداد مول‌های نیتریک اسید، pH محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$?\ mol\ HNO_۳=۰/۶۳\ mg\ HNO_۳\times\frac{۱\ g\ HNO_۳}{۱۰۰۰\ mg\ HNO_۳}\times\frac{۱\ mol\ HNO_۳}{۶۳\ g\ HNO_۳}=۱۰^{-۵}\ mol$$

$$[HNO_۳]=\frac{\text{مول } HNO_۳}{\text{لیتر محلول}} \Rightarrow [HNO_۳]=\frac{۱۰^{-۵}}{۲۰}=۵\times۱۰^{-۷}\ mol.L^{-۱} \xrightarrow{\alpha=۱} [H^+]=[HNO_۳]=۵\times۱۰^{-۷}\ mol.L^{-۱}$$

$$pH=-\log[H^+]=pH=-\log(۵\times۱۰^{-۷})=۶/۳ \Rightarrow$$ ماهی‌ها زنده می‌مانند.

۴) طی این فرایند، حجم محلول سدیم هیدروکسید از ۲۰ mL به ۲۰ L (معادل با ۲۰۰۰۰ mL) رسیده و به اندازهٔ ۱۰۰۰ بار رقیق شده است؛ پس pH آن به اندازهٔ $\log ۱۰۰۰ = ۳$ واحد به pH ناحیهٔ خنثی نزدیک‌تر شده و از ۱۱ به ۸ می‌رسد. ⟸ ماهی‌ها زنده می‌مانند.

۲۳۱- گزینه۳ pH نهایی محلول برابر ۲ و pH اولیهٔ آن برابر ۱ است. به عبارت دیگر، محلول نهایی ۱۰ مرتبه رقیق‌تر از محلول نیتریک اسید اولیه است. اگر حجم محلول نیتریک اسید اولیه را برابر با $V\ mL$ در نظر بگیریم، برای آن‌که این محلول ۱۰ مرتبه رقیق‌تر شود، باید $۹V\ mL$ آب خالص به آن اضافه کنیم. این $۹V\ mL$ آب خالص، دقیقاً معادل با همان ۵۴۰ mL آب مطرح‌شده در صورت سؤال است.

$$\text{حجم محلول نیتریک اسید مورد نیاز} = ۶۰\ mL = V \Rightarrow \text{آب خالص}\ ۵۴۰\ mL = \text{آب خالص}\ ۹V\ mL$$

۲۳۲- گزینه۳ با افزودن ۵۰۰ mL آب خالص به ۱۰۰ mL از یک محلول اسیدی، محلول موردنظر به اندازهٔ ۶ مرتبه رقیق‌تر می‌شود و pH آن به اندازهٔ $\log ۶ = ۰/۸$ واحد به pH ناحیهٔ خنثی ($pH = ۷$) نزدیک‌تر شده و به ۲/۸ می‌رسد.

۲۳۳- گزینه۳ ابتدا جرم پتاسیم هیدروکسید موجود در محلولی از این ترکیب با $pH = ۹$ را محاسبه می‌کنیم.

$$[OH^-] = ۱۰^{pH-۱۴} \Rightarrow [OH^-] = ۱۰^{۹-۱۴} = ۱۰^{-۵}\ mol.L^{-۱} \xrightarrow{\alpha=۱} [KOH] = [OH^-] = ۱۰^{-۵}\ mol.L^{-۱}$$

$$?\ mg\ KOH = ۲\ L\ \text{محلول} \times \frac{۱۰^{-۵}\ mol\ KOH}{۱\ L\ \text{محلول}} \times \frac{۵۶\ g\ KOH}{۱\ mol\ KOH} \times \frac{۱۰۰۰\ mg\ KOH}{۱\ g\ KOH} = ۱/۱۲\ mg$$

برای آن‌که pH محلول موردنظر از ۹ به ۱۰ برسد، غلظت پتاسیم هیدروکسید موجود در این محلول باید ۱۰ برابر شود. جرم پتاسیم هیدروکسید مورد نیاز برای این منظور، ۹ برابر جرم پتاسیم هیدروکسید موجود در محلول اولیه است. $\text{جرم}\ KOH\ \text{مورد نیاز} = ۹ \times \text{جرم}\ KOH\ \text{اولیه} = ۹ \times ۱/۱۲\ mg = ۱۰/۰۸\ mg$

۲۳۴- گزینه۱ با اضافه‌کردن ۷۲۰ mL آب خالص به این محلول، حجم آن ۱۰ برابر شده و اسید موجود در آن ۱۰ مرتبه رقیق‌تر می‌شود؛ پس pH آن به اندازهٔ ۱ واحد به pH ناحیهٔ خنثی نزدیک‌تر می‌شود. از طرف مقابل، طی این فرایند غلظت یون هیدروژن موجود در این محلول ۰/۱ برابر می‌شود. براساس معادلهٔ $K_W = [OH^-][H^+]$، با ۰/۱ برابر شدن غلظت یون هیدروژن در یک محلول، غلظت یون هیدروکسید در آن ۱۰ برابر می‌شود.

۲۳۵- گزینه۴ برای آن‌که pH محلول ۱/۷ واحد کم‌تر شده و به ۱۱ برسد، باید این محلول را n مرتبه رقیق کنیم، مقدار n به صورت زیر قابل محاسبه است:

$$\log n = \Delta pH \Rightarrow \log n = ۱۲/۷ - ۱۱ = ۱/۷ \Rightarrow n = ۱۰^{۱/۷} \Rightarrow n = ۵۰$$

براساس محاسبات انجام‌شده، حجم محلول نهایی ۵۰ برابر حجم محلول اولیه است. در قدم بعد، مقدار مول‌های یون هیدروژن را در هر محلول محاسبه می‌کنیم.

$$\text{محلول اولیه:}\ [H^+] = ۱۰^{-pH} \Rightarrow [H^+] = ۲ \times ۱۰^{-۱۳}\ mol.L^{-۱} \Rightarrow ?\ mol\ H^+ = ۰/۱\ L\ \text{محلول} \times \frac{۲ \times ۱۰^{-۱۳}\ mol\ H^+}{۱\ L} = ۲ \times ۱۰^{-۱۴}$$

$$\text{محلول نهایی:}\ [H^+] = ۱۰^{-pH} \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۱۱}\ mol.L^{-۱} \xrightarrow{V=۵L} ?\ mol\ H^+ = ۵\ L\ \text{محلول} \times \frac{۱۰^{-۱۱}\ mol\ H^+}{۱\ L\ \text{محلول}} = ۵ \times ۱۰^{-۱۱}$$

$$\frac{\text{مقدار یون هیدروژن در محلول نهایی}}{\text{مقدار یون هیدروژن در محلول اولیه}} = \frac{۵ \times ۱۰^{-۱۱}\ mol}{۲ \times ۱۰^{-۱۴}\ mol} = ۲۵۰۰$$

همان‌طور که مشخص است، مقدار یون هیدروژن موجود در محلول ۲۵۰۰ برابر شده است.

۲۳۶- گزینه۲ عبارت‌های ب و پ درست هستند. غلظت یون هیدروژن در این محلول برابر با $۱۰^{-۱}$ مول بر لیتر و غلظت یون هیدروکسید در آن برابر با $۱۰^{-۱۳}$ مول بر لیتر است. از آن‌جا که غلظت یون هیدروژن در این محلول با غلظت اسید حل‌شده در آن برابر است؛ پس درجهٔ یونش این اسید در شرایط موردنظر برابر یک بوده و این اسید در دستهٔ اسیدهای قوی قرار می‌گیرد. با افزودن آب خالص به محلول اسیدهای قوی، تغییری در درجهٔ یونش آن‌ها ایجاد نشده و مقدار آن همواره برابر یک باقی می‌ماند.

اگر غلظت یون هیدروکسید در این محلول ۱۰۰ برابر شود، غلظت یون هیدروژن در آن ۰/۰۱ برابر شده و pH محلول به اندازهٔ ۲ واحد افزایش یافته و به pH ناحیهٔ خنثی نزدیک‌تر می‌شود.

با توجه به غلظت یون هیدروژن، pH محلول اولیه برابر ۱ است. با افزودن ۸۰۰ mL آب به این محلول، اسید حل‌شده در آن ۵ مرتبه رقیق‌تر می‌شود و مقدار pH آن به اندازهٔ $\log ۵ = ۰/۷$ واحد افزایش پیدا می‌کند؛ پس pH محلول نهایی برابر با ۱/۷ می‌شود.

۲۳۷- گزینه۱ جرم محلول اولیه را برابر با ۲۰۰ g و جرم هر یک از محلول‌های داده‌شده به بشرهای A و B را برابر ۱۰۰ g در نظر می‌گیریم.

هر یک از این محلول‌ها شامل ۲۰ g سدیم هیدروکسید و ۸۰ g آب می‌شود. با توجه به اطلاعات داده‌شده در سؤال، درصد جرمی هر محلول را پس از اعمال تغییر به دست می‌آوریم.

$$\text{درصد جرمی نهایی محلول A} = \frac{\text{جرم NaOH اولیه} + \text{جرم NaOH اضافه‌شده}}{\text{جرم اولیهٔ محلول} + \text{جرم NaOH اضافه‌شده}} \times ۱۰۰ = \frac{۲۰+۲۰}{۱۰۰+۲۰} \times ۱۰۰ = \frac{۱۰۰}{۳}$$

$$\text{درصد جرمی نهایی محلول B} = \frac{\text{جرم NaOH اولیه}}{\text{جرم اولیهٔ محلول} + \text{جرم آب اضافه‌شده}} \times ۱۰۰ = \frac{۲۰}{۱۰۰+۸۰} \times ۱۰۰ = \frac{۱۰۰}{۹}$$

در مرحلهٔ بعد، نسبت میان غلظت مولی هر یک از این محلول‌ها را با توجه به درصد جرمی آن‌ها مقایسه می‌کنیم.

$$\text{غلظت مولی (M)} = \frac{۱۰.a.d}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{M_A}{M_B} = \frac{\frac{۱۰.a_A.d_A}{\text{جرم مولی NaOH}}}{\frac{۱۰.a_B.d_B}{\text{جرم مولی NaOH}}} \xrightarrow{d_A = d_B} \frac{M_A}{M_B} = \frac{a_A}{a_B} = \frac{\frac{۱۰۰}{۳}}{\frac{۱۰۰}{۹}} = ۳$$

بر این اساس، غلظت مولی NaOH و به دنبال آن، غلظت مولی یون هیدروکسید در محلول A، ۳ برابر محلول B است؛ پس داریم.

$$pH_A - pH_B = -\log(\frac{۱۰^{-۱۴}}{[OH^-_A]}) - (-\log(\frac{۱۰^{-۱۴}}{[OH^-_B]})) \xrightarrow{[OH^-_A]=۳\times[OH^-_B]} -(\log ۱۰^{-۱۴} - \log ۳\times[OH^-_B]) + (\log ۱۰^{-۱۴} - \log[OH^-_B])$$

$$= \log ۳\times[OH^-_B] - \log[OH^-_B] = \log\frac{۳\times[OH^-_B]}{[OH^-_B]} = \log ۳ = ۰/۵$$

۲۳۸- گزینه۱ در محلول نقره هیدروکسید، غلظت یون‌های نقره و هیدروکسید با یکدیگر برابر هستند؛ پس داریم:

$$[Ag^+] = [OH^-] = ۱۰^{-۸} \xrightarrow{[Ag^+]=[OH^-]} [OH^-]^۲ = ۱۰^{-۸} \Rightarrow [OH^-] = ۱۰^{-۴}\ mol.L^{-۱}$$

با توجه به غلظت یون هیدروکسید، pH محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$pH = -\log\frac{۱۰^{-۱۴}}{[OH^-]} \Rightarrow pH = -\log\frac{۱۰^{-۱۴}}{۱۰^{-۴}} = ۱۰$$

برای به دست آوردن پاسخ قسمت دوم سؤال، ابتدا باید غلظت یون هیدروکسید را در محلول سدیم هیدروکسید با $pH = ۱۲$ به دست بیاوریم.

$$[OH^-] = ۱۰^{pH-۱۴} \Rightarrow [OH^-] = ۱۰^{۱۲-۱۴} = ۱۰^{-۲}\ mol.L^{-۱}$$

از آن‌جا که فقط مقدار کمی نقره هیدروکسید در این محلول حل می‌شود، از تأثیر یون‌های هیدروکسید آزادشده طی انحلال این ماده صرف‌نظر می‌کنیم و بر این اساس، حداکثر غلظت یون نقرهٔ قابل حل در این محلول را محاسبه می‌کنیم. در مرحلهٔ بعد نیز به کمک حداکثر غلظت یون نقره، حداکثر جرم نقره هیدروکسید قابل حل در محلول را به دست می‌آوریم.

$$[Ag^+][OH^-] = ۱۰^{-۸} \xrightarrow{[OH^-]=۱۰^{-۲}} [Ag^+]\times ۱۰^{-۲} = ۱۰^{-۸} \Rightarrow [Ag^+] = ۱۰^{-۶}\ mol.L^{-۱}$$

$$?\,mg\,AgOH = ۱۰\ L\ \text{محلول} \times \frac{۱۰^{-۶}\ mol\,Ag^+}{۱\ L\ \text{محلول}} \times \frac{۱\ mol\,AgOH}{۱\ mol\,Ag^+} \times \frac{۱۲۵\ g\,AgOH}{۱\ mol\,AgOH} \times \frac{۱۰۰۰\ mg\,AgOH}{۱\ g\,AgOH} = ۱/۲۵\ mg$$

۲۳۹- گزینه۱ ابتدا مقدار یون هیدروکسید موجود در هر یک از این محلول‌ها را به دست می‌آوریم.

محلول سود سوزآور:

$$[OH^-] = ۱۰^{pH-۱۴} \Rightarrow [OH^-] = ۱۰^{۱۳/۳-۱۴} = ۱۰^{-۰/۷} = ۲\times ۱۰^{-۱}\ mol.L^{-۱}$$

$$?\,mol\,OH^- = ۸۰\ mL\ \text{محلول} \times \frac{۱\ L\ \text{محلول}}{۱۰۰۰\ mL\ \text{محلول}} \times \frac{۰/۲\ mol\,OH^-}{۱\ L\ \text{محلول}} = ۰/۰۱۶\ mol$$

محلول پتاس سوزآور:

$$[OH^-] = ۱۰^{pH-۱۴} \Rightarrow [OH^-] = ۱۰^{۱۴/۸۵-۱۴} = ۱۰^{-۰/۱۵} = ۷\times ۱۰^{-۱}\ mol.L^{-۱}$$

$$?\,mol\,OH^- = ۱۲۰\ mL\ \text{محلول} \times \frac{۱\ L\ \text{محلول}}{۱۰۰۰\ mL\ \text{محلول}} \times \frac{۰/۷\ mol\,OH^-}{۱\ L\ \text{محلول}} = ۰/۰۸۴\ mol$$

در مرحلهٔ بعد، غلظت یون هیدروکسید را در محلول نهایی به دست می‌آوریم و پس از آن، pH این محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$[OH^-] = \frac{\text{مول } OH^- \text{ حاصل از محلول اول} + \text{مول } OH^- \text{ حاصل از محلول دوم}}{\text{حجم محلول اول} + \text{حجم محلول دوم}} \Rightarrow [OH^-] = \frac{۰/۰۸۴ + ۰/۰۱۶}{۰/۱۲ + ۰/۰۸} = ۰/۵\ mol.L^{-۱}$$

$$pH = -\log(\frac{۱۰^{-۱۴}}{[OH^-]}) \Rightarrow pH = -\log\frac{۱۰^{-۱۴}}{۰/۵} = -(\log ۱۰^{-۱۴} - \log ۰/۵) = ۱۳/۷$$

۲۴۰- گزینه۳ چون اسید موردنظر ضعیف است، با تغییر غلظت محلول (M) درجهٔ یونش آن تغییر می‌کند. با توجه به K_a اسید و pH محلول اولیه، غلظت اسید حل‌شده در این محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$[H^+] = ۱۰^{-pH} \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۳}\ mol.L^{-۱} \xrightarrow{\text{محاسبهٔ M}} [H^+] = \sqrt{K_a.M} \Rightarrow ۱۰^{-۳} = \sqrt{۱۰^{-۵}\times M} \Rightarrow M = ۰/۱\ mol.L^{-۱}$$

با اضافه‌کردن ۹۹۰ mL آب خالص به این محلول، حجم آن ۱۰۰ برابر شده و غلظت اسید موجود در آن نیز ۰/۰۱ برابر می‌شود؛ پس غلظت اسید (M) در محلول نهایی برابر با $۱۰^{-۳}$ مول بر لیتر است. با توجه به غلظت جدید اسید، pH محلول نهایی را محاسبه می‌کنیم.

$$[H^+] = \sqrt{K_a.M} \Rightarrow [H^+] = \sqrt{۱۰^{-۵}\times ۱۰^{-۳}} = ۱۰^{-۴}\ mol.L^{-۱} \Rightarrow pH = -\log[H^+] \Rightarrow pH = -\log ۱۰^{-۴} = ۴$$

۲۴۱- گزینه ۲ با توجه به غلظت نیتریک اسید در محلول نهایی، مقدار مول HNO_3 حل‌شده در این محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,mol\,HNO_3 = 5\,kg\,\text{محلول} \times \frac{1000\,g\,\text{محلول}}{1\,kg\,\text{محلول}} \times \frac{1260\,g\,HNO_3}{10^6\,g\,\text{محلول}} \times \frac{1\,mol\,HNO_3}{63\,g\,HNO_3} = 0/1\,mol$$

در محلول نیتریک اسید، غلظت اسید حل‌شده با غلظت یون هیدروژن برابر است. ابتدا غلظت محلول نیتریک اسید با $pH = 0/7$ را محاسبه می‌کنیم و پس از آن حجم مورد نیاز از این محلول، جهت تأمین ۰/۱ مول HNO_3 را به دست می‌آوریم.

$$[H^+] = 10^{-pH} \Rightarrow [H^+] = 10^{-0/7} = 0/2\,mol.L^{-1} \xrightarrow{\alpha=1} [HNO_3] = [H^+] = 0/2\,mol.L^{-1}$$

$$?\,mL\,\text{محلول نیتریک اسید} = 0/1\,mol\,HNO_3 \times \frac{1\,L\,\text{محلول نیتریک اسید}}{0/2\,mol\,HNO_3} \times \frac{1000\,mL\,\text{محلول نیتریک اسید}}{1\,L\,\text{محلول نیتریک اسید}} = 500\,mL$$

۲۴۲- گزینه ۳ با توجه به pH محلول پتاسیم هیدروکسید، غلظت مولی این محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$[OH^-] = 10^{pH-14} \Rightarrow [OH^-] = 10^{13-14} = 10^{-1}\,mol.L^{-1} \xrightarrow{\alpha=1} [KOH] = [OH^-] = 10^{-1}\,mol.L^{-1}$$

سولفوریک اسید (H_2SO_4) یک اسید دوظرفیتی ($n_a = 2$) است. با توجه به غلظت و حجم این محلول، حجم محلول پتاسیم هیدروکسید را محاسبه می‌کنیم.

$$M_a.V_a.n_a = M_b.V_b.n_b \Rightarrow 0/4 \times 25 \times 2 = 0/1 \times V_b \times 1 \Rightarrow V_b = 200\,mL$$

۲۴۳- گزینه ۴ ابتدا غلظت مولی محلول هیدروکلریک اسید را محاسبه کرده و پس از آن غلظت محلول سدیم هیدروکسید را به دست می‌آوریم.

$$[H^+] = 10^{-pH} \Rightarrow [H^+] = 10^{-2/3} = 10^{0/7} \times 10^{-3} = 5 \times 10^{-3}\,mol.L^{-1} \xrightarrow{\alpha=1} [HCl] = [H^+] = 5 \times 10^{-3}\,mol.L^{-1}$$

$$M_a.V_a.n_a = M_b.V_b.n_b \Rightarrow 5 \times 10^{-3} \times 50 \times 1 = M_b \times 1250 \times 1 \Rightarrow M_b = 2 \times 10^{-4}\,mol.L^{-1}$$

با توجه به غلظت مولی محلول سدیم هیدروکسید، pH این محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$pH = -\log\frac{10^{-14}}{[OH^-]} \Rightarrow pH = -\log\frac{10^{-14}}{2 \times 10^{-4}} = -\log(5 \times 10^{-11}) = -(\log 5 + \log 10^{-11}) = -(0/7 - 11) = 10/3$$

۲۴۴- گزینه ۲ ابتدا غلظت پتاسیم هیدروکسید را محاسبه می‌کنیم.

$$[OH^-] = 10^{pH-14} \Rightarrow [OH^-] = 10^{13/7-14} = 5 \times 10^{-1}\,mol.L^{-1} \xrightarrow{\alpha=1} [KOH] = 5 \times 10^{-1}\,mol.L^{-1}$$

پتاسیم هیدروکسید براساس معادلهٔ $KOH(aq) + HI(g) \rightarrow H_2O(l) + KI(aq)$ خنثی می‌شود؛ پس داریم:

$$?\,g\,HI\,\text{ناخالص} = 100\,mL\,\text{محلول} \times \frac{1\,L\,\text{محلول}}{1000\,mL\,\text{محلول}} \times \frac{0/5\,mol\,KOH}{1\,L\,\text{محلول}} \times \frac{1\,mol\,HI}{1\,mol\,KOH} \times \frac{128\,g\,HI}{1\,mol\,HI} \times \frac{100\,g\,HI\,\text{ناخالص}}{64\,g\,HI} = 10\,g$$

۲۴۵- گزینه ۳ ابتدا غلظت مولی محلول‌های سدیم هیدروکسید و هیدروکلریک اسید را محاسبه کرده و پس از آن، حجم محلول بازی مورد نیاز را محاسبه می‌کنیم.

محلول HCl: $[H^+] = 10^{-pH} \Rightarrow [H^+] = 10^{-3}\,mol.L^{-1} \xrightarrow{\alpha=1} [HCl] = [H^+] = 10^{-3}\,mol.L^{-1}$

محلول NaOH: $[OH^-] = 10^{pH-14} \Rightarrow [OH^-] = 10^{12-14} = 10^{-2}\,mol.L^{-1} \xrightarrow{\alpha=1} [NaOH] = [OH^-] = 10^{-2}\,mol.L^{-1}$

$$M_a.V_a.n_a = M_b.V_b.n_b \Rightarrow 10^{-3} \times 200 \times 1 = 10^{-2} \times V_b \times 1 \Rightarrow V_b = 2000\,mL$$

در ابتدای کار، ۲۰۰ mL محلول هیدروکلریک اسید با $pH = 3$ در اختیار داشته‌ایم. با افزودن ۲۰۰۰ mL محلول سدیم هیدروکسید به محلول اولیه، ۲۲۰۰ mL محلول خنثی با $pH = 7$ به دست می‌آید. توجه داریم که غلظت یون هیدرونیوم در محلول نهایی برابر با 10^{-7} مول بر لیتر می‌شود.

$$\frac{\text{مول } H^+ \text{ در محلول نهایی}}{\text{مول } H^+ \text{ در محلول اولیه}} = \frac{2/2\,L\,\text{محلول} \times \frac{10^{-7}\,mol\,H^+}{1\,L\,\text{محلول}}}{0/2\,L\,\text{محلول} \times \frac{10^{-3}\,mol\,H^+}{1\,L\,\text{محلول}}} = \frac{2/2 \times 10^{-7}}{0/2 \times 10^{-3}} = 1/1 \times 10^{-3}\ \text{برابر}$$

۲۴۶- گزینه ۱ هر لیتر محلول کلسیم هیدروکسید با $pH = 10$ و چگالی $1\,g.mL^{-1}$، شامل 10^{-4} مول یون هیدروکسید می‌شود و جرم آن نیز برابر با ۱۰۰۰ گرم است. بر این اساس، غلظت یون هیدروکسید را برحسب ppm محاسبه می‌کنیم.

$$?\,g\,OH^- = 1\,L\,\text{محلول} \times \frac{10^{-4}\,mol\,OH^-}{1\,L\,\text{محلول}} \times \frac{17\,g\,OH^-}{1\,mol\,OH^-} = 1/7 \times 10^{-3}\,g$$

$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم حلال}} \times 10^6 \Rightarrow ppm = \frac{1/7 \times 10^{-3}}{1000} \times 10^6 = 1/7$$

کلسیم هیدروکسید ($Ca(OH)_2$) یک باز قوی و دوظرفیتی است. غلظت کلسیم هیدروکسید حل‌شده در محلولی که غلظت یون هیدروکسید در آن برابر با 10^{-4} مول بر لیتر است، برابر با $0/5 \times 10^{-4}$ مول بر لیتر می‌شود. بر این اساس، داریم:

$$M_a.V_a.n_a = M_b.V_b.n_b \Rightarrow 10^{-2} \times V_a \times 1 = 0/5 \times 10^{-4} \times 1 \times 2 \Rightarrow V_a = 0/01\,L \sim 10\,mL$$ حجم محلول اسیدی

۲۴۷- گزینه۲ در صورت خنثی‌شدن کل سدیم هیدروکسید حل‌شده در این محلول، pH آن ۵ واحد کاهش پیدا کرده و به ۷ می‌رسد. واکنش انجام‌شده طی این فرایند به صورت مقابل است:

$$HCl(aq) + NaOH(aq) \rightarrow H_2O(l) + NaCl(aq)$$

ابتدا غلظت سدیم هیدروکسید را در این محلول محاسبه می‌کنیم و پس از آن، حجم گاز HCl مورد نیاز را به دست می‌آوریم.

$$[OH^-] = ۱۰^{pH-۱۴} \Rightarrow [OH^-] = ۱۰^{۱۲-۱۴} = ۱۰^{-۲}\ mol.L^{-۱} \xrightarrow{\alpha=۱} [NaOH] = [OH^-] = ۱۰^{-۲}\ mol.L^{-۱}$$

$$?\ mL\ HCl = ۵۰۰\ mL\ محلول \times \frac{۱\ L\ محلول}{۱۰۰۰\ mL\ محلول} \times \frac{۱۰^{-۲}\ mol\ NaOH}{۱\ L\ محلول} \times \frac{۱\ mol\ HCl}{۱\ mol\ NaOH} \times \frac{۲۲۴۰۰\ mL\ HCl}{۱\ mol\ HCl} = ۱۱۲\ mL$$

۲۴۸- گزینه۴ برای محاسبهٔ pH محلول داریم:

$$?\ mol\ NaOH = ۸۰\ mg\ NaOH \times \frac{۱\ g\ NaOH}{۱۰۰۰\ mg\ NaOH} \times \frac{۱\ mol\ NaOH}{۴۰\ g\ NaOH} = ۲ \times ۱۰^{-۳}\ mol$$

$$[NaOH] = \frac{\text{مول NaOH}}{\text{لیتر محلول}} \Rightarrow [NaOH] = \frac{۲ \times ۱۰^{-۳}}{۰/۲} = ۱۰^{-۲}\ mol.L^{-۱} \xrightarrow{\alpha=۱} [OH^-] = [NaOH] = ۱۰^{-۲}\ mol.L^{-۱}$$

$$pH = -\log\frac{۱۰^{-۱۴}}{[OH^-]} \Rightarrow pH = -\log\frac{۱۰^{-۱۴}}{۱۰^{-۲}} = -\log ۱۰^{-۱۲} = ۱۲$$

در مرحلهٔ بعد، نسبت میان غلظت یون هیدروژن به یون هیدروکسید را به دست می‌آوریم.

$$[H^+] = ۱۰^{-pH} \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۱۲} \Rightarrow \frac{[OH^-]}{[H^+]} = \frac{۱۰^{-۲}}{۱۰^{-۱۲}} = ۱۰^{۱۰}$$

در نهایت نیز حجم محلول هیدروکلریک اسید مورد نیاز برای خنثی‌کردن ۱۰ mL از این محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$M_a.V_a.n_a = M_b.V_b.n_b \Rightarrow ۰/۰۰۲ \times V_a \times ۱ = ۰/۰۱ \times ۱۰ \times ۱ \Rightarrow V_a = ۵۰\ mL$$

۲۴۹- گزینه۴ هر چند که مقدار $\frac{K_a}{M}$ برای این اسید بزرگ‌تر از ۰/۰۰۲۵ می‌شود، اما با توجه به دوربودن اعداد داده‌شده در گزینه‌های سؤال، می‌توانیم از مقدار $(۱-\alpha)$ در گزینه‌ها صرف‌نظر کنیم. بر این اساس داریم:

$$[H^+] = \sqrt{K_a.M} \Rightarrow [H^+] = \sqrt{۵ \times ۱۰^{-۳} \times ۰/۵} = ۰/۰۵\ mol.L^{-۱}$$

$$pH = -\log[H^+] \Rightarrow pH = -\log(۰/۰۵) = -\log ۵ \times ۱۰^{-۲} = -(\log ۵ + \log ۱۰^{-۲}) = -(۰/۷ - ۲) = ۱/۳$$

محلول اسید HA براساس معادلهٔ مقابل با محلول سدیم هیدروکسید واکنش می‌دهد:

$$HA(aq) + NaOH(aq) \rightarrow H_2O(l) + NaA(aq)$$

$$?\ g\ NaOH = ۱۰۰۰ mL\ محلول \times \frac{۱\ L\ محلول}{۱۰۰۰ mL\ محلول} \times \frac{۰/۵\ mol\ HA}{۱\ L\ محلول} \times \frac{۱\ mol\ NaOH}{۱\ mol\ HA} \times \frac{۴۰\ g\ NaOH}{۱\ mol\ NaOH} = ۲\ g$$

یه راه دیگه: برای محاسبهٔ جرم سدیم هیدروکسید مورد نیاز به روش تناسب، مطابق راه‌حل زیر عمل می‌کنیم.

$$\frac{\text{گرم NaOH}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{میلی‌لیتر محلول} \times \text{غلظت مولی}}{۱۰۰۰ \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{x}{۱ \times ۴۰} = \frac{۰/۵ \times ۱۰۰}{۱ \times ۱۰۰۰} \Rightarrow x = ۲\ g\ NaOH$$

۲۵۰- گزینه۱ معادلهٔ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است:

$$HCl(g) + NaOH(aq) \rightarrow H_2O(l) + NaCl(aq)$$

غلظت هر یک از یون‌های هیدروژن و کلرید در محلول اولیه برابر با ۰/۵ مول بر لیتر و مقدار هر یک از این یون‌ها برابر با ۰/۲۵ مول است. با اضافه‌کردن ۰/۱ مول سدیم هیدروکسید به این محلول، ۰/۱ مول از یون‌های هیدروژن موجود در آن با یون‌های هیدروکسید واکنش داده و به مولکول‌های آب تبدیل می‌شود و ۰/۱۵ مول یون هیدروژن در محلول باقی می‌ماند. علاوه بر این، ۰/۱ مول یون سدیم نیز به محلول موردنظر اضافه می‌شود و جای یون‌های هیدروژن خارج‌شده از محلول را می‌گیرد. از آن‌جا که طی این فرایند، مجموع غلظت مولی یون‌های موجود در محلول ثابت می‌ماند، رسانایی الکتریکی محلول موردنظر تغییر محسوسی نمی‌کند. روند تغییر غلظت مولی یون‌ها در این محلول به صورت زیراست.

محلول اولیه: $[Cl^-] = ۰/۵ , [H^+] = ۰/۵ \xrightarrow{+۰/۱\ mol\ NaOH}$ محلول نهایی: $[Cl^-] = ۰/۵ , [H^+] = ۰/۳ , [Na^+] = ۰/۲$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ هر چند که pH محلول افزایش پیدا می‌کند، اما چون مقدار مول‌های NaOH اضافه‌شده به محلول کم‌تر از مقدار مول‌های اسید موجود در محلول است، pH این محلول همواره کم‌تر از ۷ باقی می‌ماند.

۳ طی این واکنش، هیچ فراورده‌ای به حالت گازی تولید نمی‌شود.

۴ طی این فرایند، غلظت یون هیدروژن در محلول ۰/۶ برابر شده و از $۰/۵\ mol.L^{-۱}$ به $۰/۳\ mol.L^{-۱}$ می‌رسد؛ پس با توجه به معادلهٔ مربوط به K_W، غلظت یون هیدروکسید در این محلول باید ۱/۶۶ برابر شود.

۲۵۱- گزینه۲ ابتدا باید غلظت یون هیدروکسید موجود در این محلول را محاسبه کنیم.

$$[OH^-][H^+] = ۱۰^{-۱۴} \xrightarrow{۴ \times ۱۰^{۸} \times [H^+] = [OH^-]} ۴ \times ۱۰^{۸} \times [H^+]^۲ = ۱۰^{-۱۴} \Rightarrow [H^+] = ۰/۵ \times ۱۰^{-۱۱} \Rightarrow [OH^-] = ۲ \times ۱۰^{-۳}\ mol.L^{-۱}$$

واکنش میان یون هیدروکسید موجود در این محلول با هیدروژن کلرید به صورت مقابل است: $HCl(g) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l) + Cl^-(aq)$

با توجه به معادلهٔ این واکنش، حجم گاز هیدروژن کلرید مورد نیاز را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,mL\,HCl = ۲\,L\,\text{باز} \times \frac{۲\times۱۰^{-۳}\,mol\,OH^-}{۱\,L\,\text{باز}} \times \frac{۱\,mol\,HCl}{۱\,mol\,OH^-} \times \frac{۲۲/۴\,L\,HCl}{۱\,mol\,HCl} \times \frac{۱۰۰۰\,mL\,HCl}{۱\,L\,HCl} = ۸۹/۶\,L$$

۲۵۲- گزینه ۱ فقط عبارت پ درست است.

بررسی چهار عبارت:

أ در رابطه با این محلول داریم: $pH = -\log\frac{۱۰^{-۱۴}}{[OH^-]} \Rightarrow pH = -\log\frac{۱۰^{-۱۴}}{۲\times۱۰^{-۴}} = -\log(۵\times۱۰^{-۱۱}) = ۱۰/۳$

ب با دو برابر شدن حجم محلول یک اسید قوی، این محلول به اندازهٔ ۲ مرتبه رقیق شده و pH آن به اندازهٔ $\log ۲ = ۰/۳$ واحد افزایش پیدا می‌کند.

پ مقدار K_W (ثابت تعادل مربوط به معادلهٔ یونش آب) معادل با حاصل‌ضرب غلظت یون‌های هیدروکسید و هیدرونیوم بوده و با تغییر حجم محلول، تغییری در مقدار آن به وجود نمی‌آید. توجه داریم که مقدار K_W فقط و فقط تابع دما است.

ت عصارهٔ گوجه‌فرنگی خاصیت اسیدی دارد. البته چون pH این محلول از pH محتویات معده بیشتر است، با واردشدن آن به معده، pH محتویات معده افزایش پیدا می‌کند.

۲۵۳- گزینه ۲ سدیم هیدروکسید براساس معادلهٔ مقابل با HCl واکنش می‌دهد: $NaOH(aq) + HCl(aq) \rightarrow NaCl(aq) + H_2O(l)$

ابتدا جرم سدیم هیدروکسید مورد نیاز برای خنثی‌کردن ۲۰۰ mL از محلول هیدروکلریک اسید با $pH = ۲$ ($[H^+] = ۰/۰۱\,mol.L^{-۱}$) را به دست می‌آوریم.

$$?\,mg\,NaOH = ۲۰۰\,mL\,\text{محلول} \times \frac{۱\,L\,\text{محلول}}{۱۰۰۰\,mL\,\text{محلول}} \times \frac{۰/۰۱\,mol\,HCl}{۱\,L\,\text{محلول}} \times \frac{۱\,mol\,NaOH}{۱\,mol\,HCl} \times \frac{۴۰\,g\,NaOH}{۱\,mol\,NaOH} \times \frac{۱۰۰۰\,mg\,NaOH}{۱\,g\,NaOH} = ۸۰\,mg$$

با انحلال ۸۰ میلی‌گرم سدیم هیدروکسید در این محلول، کل اسید موجود در آن خنثی شده و یک محلول با $pH = ۷$ به دست می‌آید که نه خاصیت بازی دارد و نه خاصیت اسیدی. در صورتی که جرم سدیم هیدروکسید حل‌شده در محلول از این مقدار کم‌تر باشد، کل اسید موجود در محلول خنثی نمی‌شود و محلول حاصل نیز خاصیت اسیدی خواهد داشت. در نقطهٔ مقابل، اگر جرم سدیم هیدروکسید حل‌شده در محلول از این مقدار بیشتر باشد، محلول حاصل خاصیت بازی پیدا می‌کند.

۲۵۴- گزینه ۲ ابتدا تعداد مول‌های یون هیدروژن موجود در این محلول را به دست می‌آوریم.

محلول HCl: $[H^+] = ۱۰^{-pH} \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۲/۳} = ۵\times۱۰^{-۳}\,mol.L^{-۱}$

$$?\,mol\,H^+ = ۰/۳\,L\,\text{محلول} \times \frac{۵\times۱۰^{-۳}\,mol\,H^+}{۱\,L\,\text{محلول}} = ۱/۵\times۱۰^{-۳}\,mol$$

محلول HNO_3: $[H^+] = ۱۰^{-pH} \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۳}\,mol.L^{-۱}$

$$?\,mol\,H^+ = ۰/۵\,L\,\text{محلول} \times \frac{۱۰^{-۳}\,mol\,H^+}{۱\,L\,\text{محلول}} = ۰/۵\times۱۰^{-۳}\,mol$$

در مرحلهٔ بعد، غلظت یون هیدروژن را در محلول حاصل از این فرایند حساب کرده و pH این محلول را به دست می‌آوریم.

$$[H^+] = \frac{\text{مول یون هیدروژن}}{\text{لیتر محلول}} = \frac{\text{مول یون } H^+ \text{ در محلول } HCl + \text{مول یون } H^+ \text{ در محلول } HNO_3}{\text{لیتر محلول } HCl + \text{لیتر محلول } HNO_3} = \frac{۱/۵\times۱۰^{-۳} + ۰/۵\times۱۰^{-۳}}{۰/۳ + ۰/۵} = ۲/۵\times۱۰^{-۳}$$

$$pH = -\log[H^+] \Rightarrow pH = -\log(۲/۵\times۱۰^{-۳}) = -\log(۲۵\times۱۰^{-۴}) = -(\log ۵^۲ + \log ۱۰^{-۴}) = -(۲\times۰/۷ - ۴) = ۲/۶$$

به راه دیگه: برای محاسبهٔ غلظت یون هیدروژن در محلول نهایی، از رابطهٔ زیر هم می‌توانیم استفاده کنیم.

$$[H^+]\text{در محلول نهایی} = \frac{\text{حجم محلول اول} \times [H^+]\text{در محلول اول} + \text{حجم محلول دوم} \times [H^+]\text{در محلول دوم}}{\text{حجم محلول اول} + \text{حجم محلول دوم}}$$

$$\xrightarrow{\text{جاگذاری اعداد}} [H^+]\text{در محلول نهایی} = \frac{۰/۰۰۱\times۵۰۰ + ۰/۰۰۵\times۳۰۰}{۵۰۰ + ۳۰۰} = ۲/۵\times۱۰^{-۳}\,mol.L^{-۱}$$

۲۵۵- گزینه ۴ ابتدا pH اولیهٔ این محلول را قبل از اضافه‌کردن کلسیم هیدروکسید محاسبه می‌کنیم.

$$pH = -\log[H^+] \Rightarrow pH = -\log ۱۰^{-۴} = ۴$$

$$[H^+] = \sqrt{K_a.M} \Rightarrow [H^+] = \sqrt{۱۰^{-۷}\times۰/۱} = ۱۰^{-۴}\,mol.L^{-۱}$$

با خنثی‌شدن نیمی از اسید حل‌شده در این محلول، غلظت اسید به ۰/۰۵ مول بر لیتر می‌رسد. برای محاسبهٔ pH این محلول داریم:

$$[H^+] = \sqrt{K_a.M} \Rightarrow [H^+] = \sqrt{۱۰^{-۷}\times۰/۰۵} = \sqrt{\frac{۱}{۲}}\times۱۰^{-۴} \xrightarrow{\text{گویا کردن}} \frac{\sqrt{۲}}{۲}\times۱۰^{-۴} \xrightarrow{\sqrt{۲}=۱/۴} [H^+] = ۰/۷\times۱۰^{-۴}\,mol.L^{-۱}$$

$$pH = -\log[H^+] \Rightarrow pH = -\log(۰/۷\times۱۰^{-۴}) = -(\log ۷ + \log ۱۰^{-۵}) = -(۰/۸۵ - ۵) = ۴/۱۵$$

بر این اساس، pH محلول به اندازهٔ ۰/۱۵ واحد افزایش پیدا کرده و از ۴ به ۴/۱۵ رسیده است.

۲۵۶- گزینه۲ غلظت یون هیدرونیوم در محلول A برابر با 10^{-1} مول بر لیتر است (پس pH این محلول برابر ۱ است) و غلظت یون هیدرونیوم در محلول B برابر با 10^{-10} مول است (پس pH این محلول برابر ۱۰ بوده و $[OH^-]$ در آن برابر 10^{-4} مول بر لیتر است). بر این اساس، عبارت‌های أ و پ نادرست هستند.

بررسی پنج عبارت:

أ در این رابطه داریم:

$$M_A.V_A.n_A = M_B.V_B.n_B \Rightarrow 0/1 \times V_A \times 1 = 0/0001 \times 1 \times 1 \Rightarrow V_A = 0/001\,mL$$

پس برای خنثی‌کردن هر میلی‌لیتر از محلول B، به $0/001\,mL$ از محلول اسیدی A نیاز داریم.

ب در محلول A غلظت یون هیدروژن برابر 10^{-1} مول بر لیتر است؛ پس غلظت یون هیدروکسید در آن برابر 10^{-13} مول بر لیتر می‌شود.

پ در محلول B، غلظت یون هیدرونیوم کم‌تر از 10^{-7} مول بر لیتر است؛ پس این محلول خاصیت بازی داشته و pH آن بیشتر از ۷ است.

ت در این رابطه داریم:

$$?\,H^+ \text{ یون} = 1\,mL \text{ محلول} \times \frac{1\,L \text{ محلول}}{1000\,mL \text{ محلول}} \times \frac{0/1\,mol\,H^+}{1\,L \text{ محلول}} \times \frac{6/02\times10^{23}\ H^+ \text{ یون}}{1\,mol\,H^+} = 6/02\times10^{19} \text{ یون}$$

ث با اضافه‌کردن آب مقطر به محلول A، اسید موجود در آن رقیق‌تر شده و غلظت یون هیدروژن در آن کاهش پیدا می‌کند. در محلول B نیز با اضافه‌کردن آب مقطر به محلول، غلظت باز و به دنبال آن، غلظت یون هیدروکسید کاهش پیدا می‌کند. کاهش غلظت یون هیدروکسید در این محلول، باعث افزایش غلظت یون هیدروژن می‌شود. با کاهش غلظت یون هیدروژن در محلول A و افزایش غلظت یون هیدروژن در محلول B، تفاوت غلظت این یون در محلول‌ها کاهش پیدا می‌کند.

۲۵۷- گزینه۱ *دیگه بعد این همه تمرین‌کردن، احتمالاً می‌دونید که* برای خنثی‌شدن ۱ لیتر محلول اسیدی با $pH = 1$، به ۱۰ لیتر محلول سدیم هیدروکسید با $pH = 12$ نیاز داریم؛ پس حجم نهایی محلول موردنظر برابر با ۱۱ لیتر می‌شود. از طرفی، چون چگالی محلول موردنظر برابر با $1\,g.mL^{-1}$ است، پس جرم این محلول برابر با ۱۱۰۰۰ گرم می‌شود. بر این اساس، داریم:

$$?\,g\,MgSO_4 = 0/55\,mol\,MgSO_4 \times \frac{1\,mol\,Mg^{2+}}{1\,mol\,MgSO_4} \times \frac{24\,g\,Mg^{2+}}{1\,mol\,Mg^{2+}} = 13/2\,g$$

$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow ppm = \frac{13/2\,g}{11000\,g + 13/2\,g} \times 10^6 \simeq 1200$$

۲۵۸- گزینه۲ با اضافه‌کردن ۹۰ mL آب خالص به ۱۰ mL از محلول اسید HA، این محلول ۱۰ مرتبه رقیق‌تر شده و pH آن به اندازهٔ $\log 10 = 1$ واحد افزایش پیدا می‌کند؛ پس pH اولیهٔ این محلول برابر با ۱ بوده است. واکنش انجام‌شده به هنگام خنثی‌شدن این اسید به صورت $NaOH(aq) + HA(aq) \rightarrow H_2O(l) + NaA(aq)$ است.

$$[H^+] = 10^{-pH} \Rightarrow [H^+] = 10^{-1}\,mol.L^{-1} \xrightarrow{\alpha=1} [HA] = [H^+] = 0/1\,mol.L^{-1}$$

$$?\,g\,NaOH = 1\,L \text{ محلول} \times \frac{0/1\,mol\,HA}{1\,L \text{ محلول}} \times \frac{1\,mol\,NaOH}{1\,mol\,HA} \times \frac{40\,g\,NaOH}{1\,mol\,NaOH} = 4\,g$$

۲۵۹- گزینه۳ عبارت‌های أ، ب و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ در رابطه با این محلول داریم:

$$[H^+] = 10^{-pH} \Rightarrow [H^+] = 10^{-11/3} = 10^{0/7} \times 10^{-12} = 5\times10^{-12}\,mol.L^{-1}$$

$$K_W = [OH^-][H^+] \Rightarrow 10^{-14} = [OH^-] = 5\times10^{-12} \Rightarrow [OH^-] = 2\times10^{-3}\,mol.L^{-1} \Rightarrow \frac{[OH^-]}{[H^+]} = \frac{2\times10^{-3}}{5\times10^{-12}} = 4\times10^8$$

ب در هر لیتر از محلول هیدروکلریک اسید با $pH = 2$، 0/01 مول هیدروکلریک اسید حل شده است؛ پس داریم:

$$?\,mol\,NaOH = 10\,L \text{ محلول} \times \frac{0/01\,mol\,HCl}{1\,L \text{ محلول}} \times \frac{1\,mol\,NaOH}{1\,mol\,HCl} = 0/1\,mol$$

پ خاک‌های اسیدی، pH کوچک‌تر از ۷ داشته و گل‌های ادریسی در آن‌ها به رنگ آبی می‌رویند.

ت برای محاسبهٔ pH این محلول داریم:

$$[H^+] = \sqrt{K_a.M} \Rightarrow [H^+] = \sqrt{10^{-5}\times0/4} = 2\times10^{-3}\,mol.L^{-1}$$

$$pH = -\log[H^+] \Rightarrow pH = -\log(2\times10^{-3}) = -(\log 2 + \log 10^{-3}) = -(0/3 - 3) = 2/7$$

۲۶۰- گزینه۱ با توجه به pH فاضلاب، غلظت یون هیدروژن را به دست می‌آوریم.

$$[H^+] = 10^{-pH} \Rightarrow [H^+] = 10^{-2/7} = 10^{0/3} \times 10^{-3} = 2\times10^{-3}\,mol.L^{-1}$$

با توجه به چگالی داده‌شده، حجم هر تن (۱۰۰۰ کیلوگرم) از این محلول برابر با ۸۰۰ لیتر بوده و برای خنثی‌کردن هر مول از یون هیدروژن موجود در آن، به یک مول سدیم هیدروکسید نیاز است.

$$?\,g\,NaOH \text{ ناخالص} = 800\,L \text{ محلول} \times \frac{2\times10^{-3}\,mol\,H^+}{1\,L \text{ محلول}} \times \frac{1\,mol\,NaOH}{1\,mol\,H^+} \times \frac{40\,g\,NaOH}{1\,mol\,NaOH} \times \frac{100\,g\,NaOH \text{ ناخالص}}{40\,g\,NaOH} = 160\,g$$

۲۶۱- گزینه۳ از آن‌جا که هر میلی‌لیتر از محلول اسید HA توسط ۵ میلی‌لیتر از محلول باز BOH خنثی می‌شود، در نتیجه می‌توان گفت غلظت یون هیدروژن در محلول اسید HA، پنج برابر غلظت مولی یون هیدروکسید در محلول BOH است؛ پس داریم: $[H^+_{HA}] = ۵ \times [OH^-_{BOH}]$

در مرحلهٔ بعد، رابطهٔ مربوط به K_W را برای محلول باز BOH نوشته و به کمک تساوی بالا، حاصل‌ضرب غلظت یون هیدروژن موجود در این محلول‌ها را به دست می‌آوریم.

$$K_W = [OH^-].[H^+] \Rightarrow ۱۰^{-۱۴}[OH^-_{BOH}][H^+_{BOH}] \xrightarrow{[OH^-_{BOH}] = ۰/۲ \times [H^+_{HA}]} ۱۰^{-۱۴} = ۰/۲ \times [H^+_{HA}] \times [H^+_{BOH}]$$

$$\Rightarrow ۵ \times ۱۰^{-۱۴} = [H^+_{HA}][H^+_{BOH}]$$

از طرفی، طبق داده‌های سؤال، غلظت یون هیدرونیوم در محلول HA، ۸×۱۰^{۹} برابر غلظت یون هیدرونیوم در محلول باز BOH است، پس داریم:

$$۵ \times ۱۰^{-۱۴} = [H^+_{HA}][H^+_{BOH}] \xrightarrow{[H^+_{HA}] = ۸ \times ۱۰^{۹} \times [H^+_{BOH}]} ۵ \times ۱۰^{-۱۴} = ۸ \times ۱۰^{۹} \times [H^+_{BOH}] \times [H^+_{BOH}]$$

$$\Rightarrow [H^+_{BOH}] = ۲/۵ \times ۱۰^{-۱۲}\ mol.L^{-۱}$$

با توجه به غلظت به دست آمده از یون هیدروژن در محلول باز BOH، غلظت یون هیدروژن در محلول اسید HA و pH این محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$۵ \times ۱۰^{-۱۴} = [H^+_{HA}][H^+_{BOH}] \Rightarrow ۵ \times ۱۰^{-۱۴} = [H^+_{HA}] \times ۲/۵ \times ۱۰^{-۱۲} \Rightarrow [H^+_{HA}] = ۰/۰۲\ mol.L^{-۱}$$

$$pH = -\log[H^+] \Rightarrow pH = -\log(۲ \times ۱۰^{-۲}) = -(\log ۲ + \log ۱۰^{-۲}) = -(۰/۳ - ۲) = ۱/۷$$

۲۶۲- گزینه۳ در طول بازه‌ای که pH محلول از ۲ به ۷ می‌رسد، هر چه‌قدر که به ناحیهٔ خنثی نزدیک‌تر می‌شویم، برای افزایش pH محلول به اندازهٔ یک واحد، به جرم کم‌تری از سدیم هیدروکسید نیاز داریم. به عنوان مثال، اگر مدت‌زمان لازم برای رسیدن pH محلول از ۲ تا ۳ برابر با n ثانیه باشد، مدت‌زمان لازم برای رسیدن pH محلول از ۳ تا ۴ برابر با ۰/۱n ثانیه می‌شود. بر این اساس، ظاهر نمودار برای تغییر pH از ۲ تا ۷ به صورت ⌒ می‌شود. در نقطهٔ مقابل، در طول بازه‌ای که pH محلول از ۷ به ۱۲می‌رسد، هر چه‌قدر که از ناحیهٔ خنثی دورتر می‌شویم، برای افزایش pH محلول به اندازهٔ یک واحد، به جرم بیشتری از سدیم هیدروکسید نیاز داریم. بر این اساس، ظاهر نمودار برای تغییر pH از ۷ تا ۱۲ به صورت ⌒ می‌شود.

۲۶۳- گزینه۴ **گام اول:** pH محلول‌های اولیه و نهایی را محاسبه می‌کنیم.

$$pH = -\log[H^+] \Rightarrow pH_۱ = -\log ۱۰^{-۲} = ۲ \Rightarrow pH_۲ = ۴$$

گام دوم: غلظت یون هیدروژن را در محلول نهایی به دست آورده و تفاوت غلظت یون هیدروژن در این محلول با محلول اولیه را محاسبه می‌کنیم.

$$[H^+] = ۱۰^{-pH_۲} \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۴}\ mol.L^{-۱}$$

$$\text{تغییر غلظت اسید} = \text{غلظت اولیهٔ اسید} - \text{غلظت نهایی اسید} = ۰/۰۱ - ۰/۰۰۰۱ = ۰/۰۰۹۹\ mol.L^{-۱}$$

با توجه به محاسبات انجام‌شده، برای رساندن pH محلول از ۲ به ۴، باید ۰/۰۰۹۹ مول از یون هیدروژن موجود در هر لیتر از محلول خنثی شود.

گام سوم: واکنش بین پتاسیم هیدروکسید و محلول هیدروکلریک اسید به صورت $HCl(aq) + KOH(aq) \rightarrow H_۲O(l) + KCl(aq)$ است. با توجه به معادلهٔ این واکنش، جرم پتاسیم هیدروکسید مورد نیاز را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\,KOH = ۲\,L\ \text{محلول} \times \frac{۰/۰۰۹۹\ mol\,HCl}{۱\,L\ \text{محلول}} \times \frac{۱\,mol\,KOH}{۱\,mol\,HCl} \times \frac{۵۶\,g\,KOH}{۱\,mol\,KOH} \simeq ۱/۱۱\,g$$

یه راه دیگه: برای محاسبهٔ جرم پتاسیم هیدروکسید مورد نیاز به کمک تناسب، به روش زیر عمل می‌کنیم:

$$\frac{\text{گرم KOH}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{لیتر محلول} \times \text{غلظت مولی محلول}}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{x}{۱ \times ۵۶} = \frac{۰/۰۰۹۹ \times ۲}{۱} \Rightarrow x = ۱/۱۱\,g$$

۲۶۴- گزینه۴ *مستقل از انجام هر محاسبه‌ای*، چون مقداری از یک اسید آرنیوس در محلول موردنظر حل شده است، پس قطعاً pH این محلول کاهش پیدا کرده و به زیر ۷ می‌رسد. *برای این‌که دقیق‌تر متوجه بشین که چی به چی می‌شه*، ابتدا مقدار مول گاز HBr را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\,HBr = ۲/۲۴ \times ۱۰^{-۳}\ mL\,HBr \times \frac{۱\,L\,HBr}{۱۰۰۰\,mL\,HBr} \times \frac{۱\,mol\,HBr}{۲۲/۴\,L\,HBr} = ۱۰^{-۷}\ mol \xrightarrow{\text{حجم محلول} = ۱۰\,\text{لیتر}} [HBr] = ۱۰^{-۸}\ mol.L^{-۱}$$

قبل از انحلال گاز HBr در این محلول، غلظت یون هیدروژن در آن برابر با $۱۰^{-۷}$ مول بر لیتر بوده است. با انحلال گاز HBr در این محلول، غلظت یون هیدروژن تقریباً به اندازهٔ $۱۰^{-۸}$ مول بر لیتر افزایش پیدا کرده و به دنبال آن، pH محلول به مقدار کمی کاهش پیدا می‌کند و به زیر ۷ می‌رسد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در محلولی با $pH = ۸$، غلظت مولی یون هیدروژن برابر با $۱۰^{-۸}$ مول بر لیتر و غلظت مولی یون هیدروکسید برابر $۱۰^{-۶}$ مول بر لیتر است، در حالی که در یک محلول خنثی با $pH = ۷$، غلظت هر یک از این یون‌ها برابر $۱۰^{-۷}$ مول بر لیتر است.

$$\frac{\text{مجموع غلظت مولی یون‌ها در محلولی با } pH = ۸}{\text{مجموع غلظت مولی یون‌ها در محلولی با } pH = ۷} = \frac{۱۰^{-۸} + ۱۰^{-۶}}{۲ \times ۱۰^{-۷}} = ۵/۰۵$$

۲) غلظت این نمونه از محلول هیدروکلریک اسید برابر $۱۰^{-۲}$ مول بر لیتر و غلظت محلول سدیم هیدروکسید برابر با ۰/۰۲ مول بر لیتر است.

$$M_a.V_a.n_a = M_b.V_b.n_b \Rightarrow ۱۰^{-۲} \times ۱ \times ۱ = ۰/۰۲ \times V_b \times ۱ \Rightarrow V_b = ۰/۵\,L$$

۳) ساده‌ترین عضو از خانوادهٔ کربوکسیلیک اسیدها، فورمیک اسید با فرمول HCOOH است.

۲۶۵- گزینه ۲ ابتدا باید با توجه به pH و غلظت محلول، مقدار K_a را برای اسید موردنظر محاسبه کنیم.

$$[H^+]=10^{-pH} \Rightarrow [H^+]=10^{-4}\ mol.L^{-1} \xrightarrow{[H^+]=\alpha.M} \alpha\times10^{-2}=10^{-4} \Rightarrow \alpha=0/01$$

$$K_a=\frac{\alpha^2.M}{1-\alpha} \xrightarrow{\alpha<0/05} K_a=\alpha^2.M \Rightarrow K_a=(0/01)^2\times0/01=10^{-6}\ mol.L^{-1}$$

با اضافه‌شدن محلول سدیم هیدروکسید، pH محلول ۳ / ۰ واحد افزایش پیدا کرده و به ۴ / ۳ می‌رسد. با توجه به pH و K_a، غلظت محلول نهایی را محاسبه می‌کنیم.

$$[H^+]=10^{-pH} \Rightarrow [H^+]=10^{-4/3}=10^{0/7}\times10^{-5}=5\times10^{-5}\ mol.L^{-1}$$

غلظت اسید در محلول نهایی: $[H^+]=\sqrt{K_a.M} \Rightarrow 5\times10^{-5}=\sqrt{10^{-6}\times M} \Rightarrow 25\times10^{-10}=10^{-6}\times M \Rightarrow M=2/5\times10^{-3}\ mol.L^{-1}$

افزودن محلول سدیم هیدروکسید، از دو طریق سبب کاهش غلظت اسید در محلول می‌شود: ۱ افزایش حجم محلول ۲ خنثی‌شدن اسید

تعداد مول‌های اسید موجود در محلول اولیه را به صورت مقابل به دست می‌آوریم: $?\ mol\,HA=0/2\ L\ محلول\times\frac{0/01\ mol\,HA}{1\ L\ محلول}=2\times10^{-3}\ mol$

اگر حجم محلول سدیم هیدروکسید اضافه‌شده را برابر با V لیتر در نظر بگیریم، در آن $0/005\ V\ mol$ مول سدیم هیدروکسید وجود دارد که پس از واکنش با محلول اسید HA، $0/005\ V\ mol$ از اسید موجود در این محلول را خنثی کرده و حجم محلول را نیز به اندازهٔ V لیتر افزایش می‌دهد. در این شرایط داریم:

$$\text{غلظت اسید در محلول نهایی}=\frac{\text{تعداد مول‌های خنثی‌شده از اسید}-\text{تعداد مول‌های اسید موجود در محلول اولیه}}{\text{حجم محلول اضافه‌شده}+\text{حجم اولیهٔ محلول}}$$

$$\Rightarrow 2/5\times10^{-3}=\frac{(2\times10^{-3})-0/005\ V}{0/2+V} \Rightarrow V=0/2\ L$$

بسی رنج بردیم در راه‌حل این سؤال اما بالأخره متوجه شدیم که حجم محلول سدیم هیدروکسید اضافه‌شده برابر ۲۰۰ mL است.

۲۶۶- گزینه ۲ عبارت‌های پ و ت درست است.

بررسی چهار عبارت:

أ با تغییر غلظت یون‌های موجود در یک محلول، مقدار $[H^+][OH^-]$ تغییری نمی‌کند. در واقع، مقدار این کمیت فقط وابسته به دما است.

ب یک صابون جامد که گروه R سیرشدهٔ آن دارای ۱۷ اتم کربن است، با فرمول مولکولی $C_{17}H_{35}COONa$ نشان داده می‌شود.

پ در محلول‌های اسیدی، با نزدیک‌ترشدن به pH ناحیهٔ خنثی، مقدار اسید مورد نیاز برای کاهش pH محلول به اندازهٔ یک واحد کاهش پیدا می‌کند.

ت چون جرم مولی سدیم هیدروکسید کم‌تر از پتاسیم هیدروکسید است، پس شمار مول‌های سدیم هیدروکسید در یک گرم از این ماده، بیشتر از شمار مول‌های پتاسیم هیدروکسید در یک گرم از آن است. بر این اساس، هر گرم سدیم هیدروکسید، در مقایسه با هر گرم پتاسیم هیدروکسید، مقدار بیشتری از اسید را خنثی کرده و تأثیر بیشتری بر افزایش pH یک محلول اسیدی خاص دارد.

۲۶۷- گزینه ۳ در گروه هیدروهالیک اسیدها (اسیدهای حاصل از واکنش میان هیدروژن و هالوژن‌ها)، با افزایش عدد اتمی هالوژن، قدرت اسیدی ترکیب موردنظر افزایش می‌یابد. بر این اساس، اگر عناصر A و B هالوژن باشند، عنصر A در مقایسه با عنصر B در جدول تناوبی در موقعیت بالاتری وجود داشته و خاصیت نافلزی آن بیشتر است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ با افزودن مول‌های برابر از هر ماده به محلول خودش، غلظت این محلول‌ها افزایش می‌یابد اما مقدار K_a آن‌ها تغییری نمی‌کند.

۲ چون غلظت مولی محلول‌های موردنظر با هم برابر است، پس جرم NaOH مورد نیاز برای خنثی‌کردن آن‌ها نیز با یکدیگر برابر خواهد بود.

۴ چون HB قدرت اسیدی بیشتری دارد، در محلول این ماده غلظت یون هیدروژن بیشتر بوده و در نتیجه، pH این محلول کم‌تر از pH محلول HA می‌شود. بر این اساس، می‌توان گفت pH محلول اسید HA در مقایسه با pH محلول HB به pH یک نمونهٔ خالص از آب نزدیک‌تر است.

۲۶۸- گزینه ۳ ابتدا مقدار اسید موجود در محلول نهایی را با توجه به pH و حجم آن محاسبه می‌کنیم.

$$[H^+]=10^{-pH} \Rightarrow [H^+]=10^{-2}\ mol.L^{-1} \xrightarrow{\alpha=1} [HA]=[H^+]=10\ mol.L^{-1}$$

$$?\ mol\,HA=100\ mL\ محلول\times\frac{1\ L\ محلول}{1000\ mL\ محلول}\times\frac{10^{-2}\ mol\,H^+}{1\ L\ محلول}=10^{-3}\ mol$$

سدیم هیدروکسید براساس معادلهٔ مقابل با محلول اولیه واکنش می‌دهد: $NaOH(aq)+HA(aq) \rightarrow NaA(aq)+H_2O(l)$

با توجه به معادلهٔ این واکنش، مقدار مول اسید خنثی‌شده توسط سدیم هیدروکسید را محاسبه می‌کنیم.

$$?\ mol\,HA=0/16\ g\,NaOH\times\frac{1\ mol\,NaOH}{40\ g\,NaOH}\times\frac{1\ mol\,HA}{1\ mol\,NaOH}=4\times10^{-3}\ mol$$

بر این اساس، پس از خنثی‌شدن $4\times10^{-3}\ mol$ از اسید موردنظر توسط سدیم هیدروکسید، هنوز هم $10^{-3}\ mol$ اسید در محلول باقی مانده است؛ پس در محلول اولیه $5\times10^{-3}\ mol$ اسید وجود داشته است.

$$10^{-3}=m-4\times10^{-3} \Rightarrow m=5\times10^{-3}\ mol$$ مول اسید موجود در محلول اولیه = مول اسید خنثی‌شده - مول اسید موجود در محلول نهایی

با توجه به شمار مول‌های اسید موجود در محلول اولیه، درصد جرمی اسید را در این محلول محاسبه می‌کنیم.

$$?\,g\,HA = ۵\times۱۰^{-۳}\,mol\,HA \times \frac{۱۵۰\,g\,HA}{۱\,mol\,HA} = ۰/۷۵\,g$$

$$\text{جرم محلول} = \text{حجم محلول} \times \text{چگالی} = ۱\,mL \times ۲/۵\,g.mL^{-۱} = ۲/۵\,g$$

$$\text{درصد جرمی اسید} = \frac{\text{گرم اسید}}{\text{گرم محلول}} \times ۱۰۰ = \frac{۰/۷۵}{۲/۵} \times ۱۰۰ = ۳۰$$

۲۶۹- گزینه ۱ محلولی با $pH = ۱۲$ را محلول A و محلولی با $pH = ۱۲/۷$ را محلول B نامیده و غلظت OH^- را در هر محلول محاسبه می‌کنیم.

$$\text{محلول A}: [OH^-] = ۱۰^{pH-۱۴} \Rightarrow [OH^-] = ۱۰^{۱۲-۱۴} = ۱۰^{-۲}\,mol.L^{-۱}$$

$$\text{محلول B}: [OH^-] = ۱۰^{pH-۱۴} \Rightarrow [OH^-] = ۱۰^{۱۲/۷-۱۴} = ۵\times۱۰^{-۲}\,mol.L^{-۱}$$

غلظت یون هیدروکسید در محلول B، ۵ برابر محلول دیگر است اما حجم هیدروکلریک اسید مورد نیاز برای خنثی‌کردن این محلول‌ها برابر با یکدیگر است؛ پس می‌توان گفت حجم محلول A، ۵ برابر حجم محلول B خواهد بود. بر این اساس، حجم محلول‌های A و B را به ترتیب برابر با $۵V$ و V لیتر در نظر گرفته و غلظت مولی محلول حاصل از مخلوط‌کردن این محلول‌ها را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{غلظت نهایی} = \frac{\text{حجم محلول A} \times \text{غلظت محلول A} + \text{حجم محلول B} \times \text{غلظت محلول B}}{\text{حجم محلول A} + \text{حجم محلول B}} = \frac{۱۰^{-۲}\times ۵V + ۵\times۱۰^{-۲}\times V}{۵V + V} = \frac{۱}{۶}\times۱۰^{-۱}\,mol.L^{-۱}$$

بر این اساس، غلظت OH^- در محلول موردنظر برابر با $\frac{۱}{۳}\times۱۰^{-۱}$ است. با توجه به غلظت یون هیدروکسید، pH محلول موردنظر را محاسبه می‌کنیم.

$$pH = \log\frac{[OH^-]}{۱۰^{-۱۴}} = \log\frac{\frac{۱}{۶}\times۱۰^{-۱}}{۱۰^{-۱۴}} = \log\frac{۱}{۶}\times۱۰^{۱۳} = -\log۶ + \log۱۰^{۱۳} = -\log۲ - \log۳ + \log۱۰^{۱۳} = -۰/۳ - ۰/۵ + ۱۳ = ۱۲/۲$$

۲۷۰- گزینه ۳ معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش موردنظر به صورت مقابل است: $MnO_۲(s) + ۴HCl(aq) \rightarrow Cl_۲(g) + MnCl_۲(aq) + ۲H_۲O(l)$

ابتدا غلظت محلول هیدروکلریک اسید را به دست می‌آوریم و پس از آن، جرم منگنز (IV) اکسید را محاسبه می‌کنیم.

$$[H^+] = ۱۰^{-pH} \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۰/۷} = ۱۰^{۰/۳}\times۱۰^{-۱} = ۲\times۱۰^{-۱}\,mol.L^{-۱} \xrightarrow{\alpha=۱} [HCl] = [H^+] = ۰/۲\,mol.L^{-۱}$$

$$?\,g\,MnO_۲ = ۱۶\,L\,\text{محلول} \times \frac{۰/۲\,mol\,HCl}{۱\,L\,\text{محلول}} \times \frac{۱\,mol\,MnO_۲}{۴\,mol\,HCl} \times \frac{۸۷\,g\,MnO_۲}{۱\,mol\,MnO_۲} = ۶۹/۶\,g$$

۲۷۱- گزینه ۱ معادلهٔ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است: $HCl(aq) + AgNO_۳(aq) \rightarrow AgCl(s) + HNO_۳(aq)$

با توجه به pH محلول هیدروکلریک اسید، غلظت اسید حل‌شده در این محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$[H^+] = ۱۰^{-pH} \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۱/۷} = ۱۰^{۰/۳}\times۱۰^{-۲} = ۲\times۱۰^{-۲}\,mol.L^{-۱} \xrightarrow{\alpha=۱} [HCl] = [H^+] = ۲\times۱۰^{-۲}\,mol.L^{-۱}$$

در مرحلهٔ بعد، جرم رسوب تولیدشده و حجم محلول نقره نیترات مصرف‌شده را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,g\,AgCl = ۲\,mL\,HCl\,\text{محلول} \times \frac{۲\times۱۰^{-۲}\,mol\,HCl}{۱\,L\,\text{محلول}} \times \frac{۱\,mol\,AgCl}{۱\,mol\,HCl} \times \frac{۱۴۳/۵\,g\,AgCl}{۱\,mol\,AgCl} = ۵/۷۴\,g$$

$$?\,L\,AgNO_۳\,\text{محلول} = ۲\,L\,HCl\,\text{محلول} \times \frac{۲\times۱۰^{-۲}\,mol\,HCl}{۱\,L\,HCl\,\text{محلول}} \times \frac{۱\,mol\,AgNO_۳}{۱\,mol\,HCl} \times \frac{۱\,L\,AgNO_۳\,\text{محلول}}{۰/۵\,mol\,AgNO_۳} = ۰/۰۸\,L \sim ۸۰\,mL$$

۲۷۲- گزینه ۳ با رسیدن حجم محلول HCl به یک لیتر، اسید حل‌شده در این محلول ۱۰۰ مرتبه رقیق‌تر شده و غلظت آن به ۰/۰۲ مول بر لیتر می‌رسد.

معادلهٔ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است: $۲HCl(aq) + CaCO_۳(s) \rightarrow H_۲O(l) + CO_۲(g) + CaCl_۲(aq)$

$$?\,mg\,CaCO_۳ = ۱۰۰\,mL\,\text{محلول} \times \frac{۱\,L\,\text{محلول}}{۱۰۰۰\,mL\,\text{محلول}} \times \frac{۰/۰۲\,mol\,HCl}{۱\,L\,\text{محلول}} \times \frac{۱\,mol\,CaCO_۳}{۲\,mol\,HCl} \times \frac{۱۰۰\,g\,CaCO_۳}{۱\,mol\,CaCO_۳} \times \frac{۱۰۰۰\,mg\,CaCO_۳}{۱\,g\,CaCO_۳} = ۱۰۰\,mg$$

۲۷۳- گزینه ۲ خاصیت اسیدی باران‌های اسیدی بیشتر از خاصیت اسیدی باران‌های معمولی است؛ پس باران‌های اسیدی با سرعت و شدت بیشتری با عناصر فلزی واکنش می‌دهند. از آن‌جا که سرعت واکنش انجام‌شده در ظرف B بیشتر است، پس محلول موجود در این ظرف باران اسیدی و محلول موجود در ظرف A نیز باران معمولی است. بر این اساس، عبارت‌های ب و ث درست هستند.

بررسی پنج عبارت:

آ) واکنش انجام‌شده به صورت $Mg(s) + ۲H^+(aq) \rightarrow Mg^{۲+}(aq) + H_۲(g)$ است. همان‌طور که مشخص است، طی این واکنش گاز $H_۲$ آزاد می‌شود.

ب) چون غلظت یون هیدروژن در باران‌های اسیدی بیشتر است، این محلول با سرعت بیشتری با فلز منیزیم واکنش می‌دهد.

پ ظرف B محتوی باران اسیدی است. از آن‌جا که اسیدهای موجود در این نوع باران قدرت اسیدی بیشتر و K_a بزرگ‌تری نسبت به اسید موجود در باران معمولی دارند، غلظت مولی یون‌ها در این نوع باران بیشتر است و محلول آن، رسانایی الکتریکی بیشتری دارد.

ت واکنش انجام‌شده در ظرف A به صورت $Mg + H_2CO_3 \rightarrow H_2 + MgCO_3$ است. رسوب تولیدشده در این محلول، منیزیم کربنات است؛ در حالی که از منیزیم اکسید برای به دام انداختن گاز CO_2 در نیروگاه‌ها استفاده می‌شود.

ث باران‌های اسیدی بر اثر انحلال اکسیدهای گوگرد و نیتروژن که طی سوختن سوخت‌های فسیلی و فعالیت‌های آتشفشانی تولید می‌شوند، در آب تولید می‌شوند و محتوی نیتریک اسید و سولفوریک اسید هستند.

۲۷۴- گزینه ۴ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است: $HCl(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow AgCl(s) + HNO_3(aq)$

افزودن محلول نقره نیترات به این محلول، تأثیری در مقدار یون هیدروژن موجود در آن ندارد؛ چرا که یون‌های هیدروژن در واکنش انجام‌شده شرکت نمی‌کنند.

با افزودن محلول نقره نیترات به محلول هیدروکلریک اسید، حجم این محلول ۲ برابر شده و غلظت یون هیدروژن موجود در آن نیز نصف می‌شود؛ غلظت یون هیدروژن در محلول نهایی، نصف غلظت آن در محلول اولیه و برابر با ۰/۰۱ مول بر لیتر است. $pH = -\log[H^+] \Rightarrow pH = -\log(0/01) = 2$

یون‌های هیدروژن موجود در محلول نهایی براساس معادلهٔ $OH^-(aq) + H^+(aq) \rightarrow H_2O(l)$ با یون‌های هیدروکسید حاصل از سدیم هیدروکسید خنثی می‌شوند، پس داریم:

$$?\,g\ NaOH = 50\ mL\ محلول \times \frac{1\ L\ محلول}{1000\ mL\ محلول} \times \frac{10^{-2}\ mol\,H^+}{1\ L\ محلول} \times \frac{1\ mol\,OH^-}{1\ mol\,H^+} \times \frac{1\ mol\,NaOH}{1\ mol\,OH^-} \times \frac{40\ g\ NaOH}{1\ mol\,NaOH} = 0/02\ g \sim 20\ mg$$

۲۷۵- گزینه ۱ ابتدا شمار مول‌های گاز HCl را به دست می‌آوریم:

$$?\,mL\,HCl = 11/2\ mL\,HCl \times \frac{1\ L\,HCl}{1000\ mL\,HCl} \times \frac{1\ mol\,HCl}{22/4\ L\,HCl} = 5 \times 10^{-4}\ mol$$

در مرحلهٔ بعد، غلظت محلول حاصل از انحلال این گاز در آب و pH این محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$[HCl] = \frac{\text{مول HCl}}{\text{لیتر محلول}} \Rightarrow [HCl] = \frac{5 \times 10^{-4}\ mol}{0/025\ L} = 0/02\ mol.L^{-1} \xrightarrow{\alpha=1} [H^+] = [HCl] = 0/02\ mol.L^{-1}$$

$$pH = -\log[H^+] \Rightarrow pH = -\log(0/02) = -(\log 2 + \log 10^{-2}) = 1/7$$

واکنش انجام‌شده بین این محلول و کلسیم‌کربنات به صورت مقابل است: $2HCl(aq) + CaCO_3(s) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(l) + CaCl_2(aq)$

$$?\,g\ CaCO_3 = 1\ mL\ محلول \times \frac{1\ L\ محلول}{1000\ mL\ محلول} \times \frac{0/02\ mol\,HCl}{1\ L\ محلول} \times \frac{1\ mol\,CaCO_3}{2\ mol\,HCl} \times \frac{100\ g\,CaCO_3}{1\ mol\,CaCO_3} = 10^{-3}\ g \sim 1\ mg$$

۲۷۶- گزینه ۱ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است: $2HCl(aq) + CaCO_3(s) \rightarrow H_2O(l) + CO_2(g) + CaCl_2(aq)$

ابتدا غلظت محلول هیدروکلریک اسید را به دست آورده و پس از آن سایر محاسبات استوکیومتری را انجام می‌دهیم:

$$[H^+] = 10^{-pH} \Rightarrow [H^+] = 10^{-2}\ mol.L^{-1} \xrightarrow{\alpha=1} [HCl] = [H^+] = 10^{-2}\ mol.L^{-1}$$

$$?\,g\ CaCO_3\ ناخالص = 0/2\ L\ محلول \times \frac{10^{-2}\ mol\,HCl}{1\ L\ محلول} \times \frac{1\ mol\,CaCO_3}{2\ mol\,HCl} \times \frac{100\ g\,CaCO_3}{1\ mol\,CaCO_3} \times \frac{100\ g\,CaCO_3\ ناخالص}{25\ g\,CaCO_3} = 0/4\ g$$

مقدار نظری: $?\,mL\ CO_2 = 0/2\ L\ محلول \times \frac{10^{-2}\ mol\,HCl}{1\ L\ محلول} \times \frac{1\ mol\,CO_2}{2\ mol\,HCl} \times \frac{22/4\ L\,CO_2}{1\ mol\,CO_2} \times \frac{1000\ ml\,CO_2}{1\ L\,CO_2} = 22/4\ mL$

با توجه به بازده واکنش، مقدار عملی گاز CO_2 را به دست می‌آوریم: $\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 \Rightarrow 25 = \frac{x}{22/4} \times 100 \Rightarrow x = 5/6\ mL$

۲۷۷- گزینه ۳ واکنش انجام‌شده به صورت $HCl(aq) + CaCO_3(g) \rightarrow CaCl_2(aq) + H_2O(g) + CO_2(g)$ است. براساس صورت سؤال و معادلهٔ این واکنش، حجم گاز CO_2 تولیدشده، تابع مقدار مول HCl حل‌شده در محلول است. تعداد مول‌های HCl موجود در هر محلول به شرح زیر است:

I محلول) ۰/۰۱ mol II محلول) ۰/۰۱ mol III محلول) ۰/۰۲ mol IV محلول) ۰/۰۱ mol

چون مقدار مول‌های یون هیدروژن موجود در محلول III بیشتر از سایر محلول‌ها است، پس طی واکنش این محلول حجم بیشتری از گاز کربن دی‌اکسید نسبت به سایر محلول‌ها آزاد می‌شود. در نتیجه، نمودار A مربوط به واکنش کلسیم‌کربنات با محلول III است.

برای مقایسهٔ بین سایر محلول‌ها، باید به غلظت یون هیدروژن موجود در آن‌ها (که با pH محلول رابطهٔ عکس دارد) و دمای محلول‌ها توجه کنیم. هر محلولی که pH کم‌تر و دمای بالاتری داشته باشد، با سرعت بیشتری نسبت به سایر محلول‌ها با کلسیم‌کربنات واکنش می‌دهد. چون محلول I از میان محلول‌های I، II و IV دارای بیشترین دما و کم‌ترین pH است، پس این محلول با سرعت بیشتری نسبت به سایر محلول‌ها با کلسیم‌کربنات واکنش داده و نمودار B متعلق به این محلول است.

از میان محلول‌های II و IV نیز که دمای برابری دارند، محلول IV با سرعت بیشتری با کلسیم‌کربنات واکنش می‌دهد؛ چرا که pH کم‌تری دارد؛ پس نمودار C متعلق به این محلول و نمودار D نیز متعلق به محلول II است.

۲۷۸- گزینه۱ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است: $2HI(aq)+CaCO_3(s)\rightarrow CO_2(g)+H_2O(l)+CaI_2(aq)$

بنابر pH ابتدایی و نهایی محلول هیدرویدیک اسید، مقدار مول‌های یون هیدروژن موجود در این محلول را در هر حالت محاسبه می‌کنیم.

$$[H_1^+]=10^{-pH_1}\Rightarrow [H_1^+]=10^{-1}\ mol.L^{-1}\xrightarrow{[HI]=[H^+]}?\ mol\,HI=0/5\ L\ \text{محلول}\times\frac{0/1\ mol\,HI}{1\ L\ \text{محلول}}=0/05\ mol$$

$$[H_2^+]=10^{-pH_2}\Rightarrow [H_2^+]=10^{-3}\ mol.L^{-1}\xrightarrow{[HI]=[H^+]}?\ mol\,HI=0/5\ L\ \text{محلول}\times\frac{0/001\ mol\,HI}{1\ L\ \text{محلول}}=0/0005\ mol$$

در طول بازهٔ ۱۳۵ ثانیه (معادل با ۲/۲۵ دقیقه)، ۰/۰۴۹۵ مول هیدرویدیک اسید مصرف شده است. بر این اساس، مقدار مول‌های گاز کربن دی‌اکسید تولیدشده را محاسبه کرده و پس از آن سرعت متوسط تولید این گاز را به دست می‌آوریم.

$$?\ mol\,CO_2=0/0495\ mol\,HI\times\frac{1\ mol\,CO_2}{2\ mol\,HI}=\frac{99}{4000}\ mol$$

$$\bar{R}_{CO_2}=\frac{\Delta n_{CO_2}}{\Delta t}\Rightarrow \bar{R}_{CO_2}=\frac{\frac{99}{4000}\ mol}{2/25\ min}=0/011\ mol.min^{-1}$$

۲۷۹- گزینه۳ در لحظهٔ $t=0\ (s)$، غلظت یون هیدروژن در محلول موردنظر برابر $1\ mol.L^{-1}$ است؛ پس pH محلول در لحظهٔ $t=0\ (s)$ باید برابر با صفر باشد. *با دونستن این قضیه، هیچ‌کدوم از گزینه‌ها حذف نمی‌شن؛ چون pH اولیه در هر چهار نمودار برابر صفره.*

تا لحظهٔ $t=100\ (s)$، غلظت مادهٔ A به اندازهٔ ۰/۶ مول بر لیتر تغییر کرده و به ۰/۴ مول بر لیتر می‌رسد. از آن‌جا که ضریب استوکیومتری یون هیدروژن با ضریب استوکیومتری مادهٔ A برابر است، پس در این لحظه غلظت یون هیدروژن هم برابر ۰/۴ مول بر لیتر است. بر این اساس، pH محلول را در لحظهٔ $t=100\ (s)$ محاسبه می‌کنیم.

$$pH=-\log[H^+]\Rightarrow pH=-\log 0/4=-(\log 4-\log 10^{-1})=-(0/6-1)=0/4$$

کار همین‌جا تمومه. چون تنها نموداری که در لحظهٔ $t=100\ (s)$، pH محلول را در بازهٔ صفر و یک نشان می‌دهد، نمودار موجود در ۳ است. البته، به کمک تعیین pH در لحظهٔ $t=200\ (s)$ هم می‌توانیم نمودار درست را پیدا کنیم. در این لحظه غلظت یون هیدروژن در محلول برابر ۰/۲ مول بر لیتر بوده و pH محلول برابر ۰/۷ است که این مقدار مجدداً فقط در نمودار موجود در ۳ نشان داده شده است.

۲۸۰- گزینه۴ مقدار HCl موجود در این محلول را در حالت اولیه $(pH=1)$ و نهایی $(pH=2)$ محاسبه می‌کنیم.

$$[H^+]=10^{-pH}\Rightarrow [H_1^+]=10^{-1}\ mol.L^{-1}\xrightarrow{[HCl]=[H^+]}?\ mol\,HCl=4\ L\ \text{محلول}\times\frac{0/1\ mol\,HCl}{1\ L\ \text{محلول}}=0/4\ mol$$

$$[H^+]=10^{-pH}\Rightarrow [H_2^+]=10^{-2}\ mol.L^{-1}\xrightarrow{[HCl]=[H^+]}?\ mol\,HCl=4\ L\ \text{محلول}\times\frac{0/01\ mol\,HCl}{1\ L\ \text{محلول}}=0/04\ mol$$

واکنش انجام‌شده به صورت: $2HCl(aq)+Ca(s)\rightarrow CaCl_2(aq)+H_2(g)$ است. همان‌طور که مشخص است، با انجام‌شدن این واکنش، مقدار هیدروکلریک اسید موجود در محلول از ۰/۴ به ۰/۰۴ مول رسیده و به اندازهٔ ۰/۳۶ مول کاهش پیدا کرده است. بر این اساس، جرم کلسیم مصرف‌شده را محاسبه می‌کنیم:

$$?\ g\,Ca=0/36\ mol\,HCl\times\frac{1\ mol\,Ca}{2\ mol\,HCl}\times\frac{40\ g\,Ca}{1\ mol\,Ca}=7/2\ g$$

$$\text{درصد جرم کلسیم مصرف‌شده}=\frac{\text{جرم کلسیم مصرف‌شده}}{\text{جرم اولیهٔ کلسیم}}\times 100=\frac{7/2}{40}\times 100=18\ \text{درصد}$$

در مرحلهٔ آخر نیز، حجم گاز هیدروژن تولیدشده را محاسبه می‌کنیم.

$$?\ L\,H_2=0/36\ mol\,HCl\times\frac{1\ mol\,H_2}{2\ mol\,HCl}\times\frac{2\ g\,H_2}{1\ mol\,H_2}\times\frac{1\ L\,H_2}{0/08\ g\,H_2}=4/5\ L$$

۲۸۱- گزینه۲ معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش به صورت مقابل است: $2KMnO_4+16HCl\rightarrow 2KCl+2MnCl_2+8H_2O+5Cl_2$

ابتدا مقدار HCl موجود در این محلول را در حالت اولیه $(pH=1)$ و نهایی $(pH=1/7)$ به دست می‌آوریم:

$$[H^+]=10^{-pH}\Rightarrow [H_1^+]=10^{-1}\ mol.L^{-1}\xrightarrow{[HCl]=[H^+]}?\ mol\,HCl=2\ L\ \text{محلول}\times\frac{0/1\ mol\,HCl}{1\ L\ \text{محلول}}=0/2\ mol$$

$$[H^+]=10^{-pH}\Rightarrow [H_2^+]=10^{-1/7}=0/02\ mol.L^{-1}\xrightarrow{[HCl]=[H^+]}?\ mol\,HCl=2\ L\ \text{محلول}\times\frac{0/02\ mol\,HCl}{1\ L\ \text{محلول}}=0/04\ mol$$

همان‌طور که مشخص است، طی این فرایند ۰/۱۶ مول از HCl موجود در محلول مصرف شده و pH محلول به ۱/۷ رسیده است. ابتدا شمار مول‌های گاز کلر (Cl_2) تولیدشده را محاسبه می‌کنیم و پس از آن، سرعت متوسط تولید این گاز را به دست می‌آوریم.

$$?\ mol\,Cl_2=0/16\ mol\,HCl\times\frac{5\ mol\,Cl_2}{16\ mol\,HCl}=0/05\ mol\xrightarrow{\Delta t=0/5\ min}\bar{R}_{Cl_2}=\frac{\Delta n_{Cl_2}}{\Delta t}\Rightarrow \bar{R}_{Cl_2}=\frac{0/05\ mol}{0/5\ min}=0/1\ mol.min^{-1}$$

۲۸۲- گزینه ۴ معادلهٔ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است: $2Al(s)+6H_2O(l)+2OH^-(aq) \rightarrow 2Al(OH)_4(aq)+3H_2(g)$

ابتدا مقدار اولیه و نهایی یون هیدروکسید موجود در این محلول را محاسبه می‌کنیم:

$$[OH_1^-]=1\ mol.L^{-1} \Rightarrow ?\ mol\ OH^- = 2\ L\ محلول \times \frac{1\ mol\ OH^-}{1\ L\ محلول} = 2\ mol$$

$$[OH_2^-]=10^{pH-14} \Rightarrow [OH_2^-]=10^{13-14}=0/1\ mol.L^{-1} \Rightarrow ?\ mol\ OH^- = 2\ L\ محلول \times \frac{0/1\ mol\ OH^-}{1\ L\ محلول} = 0/2\ mol$$

براساس محاسبات انجام‌شده، برای آن‌که pH محلول به ۱۳ برسد، باید ۱/۸ مول از یون هیدروکسید موجود در محلول مصرف شود با توجه به معادلهٔ واکنش، حجم گاز هیدروژن تولیدشده طی این فرایند را محاسبه می‌کنیم.

$$?\ mL\ H_2 = 1/8\ mol\ OH^- \times \frac{3\ mol\ H_2}{2\ mol\ OH^-} \times \frac{25\ L\ H_2}{1\ mol\ H_2} \times \frac{1000\ ml\ H_2}{1\ L\ H_2} = 67500\ mL$$

از طرفی، سرعت متوسط تولید گاز هیدروژن طی این واکنش برابر با ۵۰ میلی‌لیتر بر ثانیه است، پس داریم:

$$\bar{R}_{H_2} = \frac{\Delta V(H_2)}{\Delta t} \Rightarrow 50\ mL.s^{-1} = \frac{67500\ mL}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 1350\ (s)$$

۲۸۳- گزینه ۴ آمونیاک یک باز ضعیف با K_b کوچک است در حالی که پتاس سوزآور (KOH) یک باز قوی با K_b بسیار بزرگ است. از آن‌جا که K_b محلول پتاس سوزآور بیشتر است، در شرایط یکسان مجموع غلظت مولی یون‌ها در محلول این ماده بیشتر بوده و این محلول رسانایی الکتریکی بیشتری دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) برای زدودن اسیدهای چرب رسوب‌کرده در لوله‌ها، باید از پاک‌کننده‌های خورنده با خاصیت بازی، مثل محلول سود سوزآور استفاده کنیم.

۲) طی واکنش محلول هیدروکلریک اسید با محلول سدیم هیدروکسید، هیچ فراوردهٔ گازی تولید نمی‌شود.

۳) pH محلول شیشه‌پاک‌کن حدوداً برابر ۱۰/۷ و pH محلول لوله‌بازکن تقریباً برابر ۱۳/۴ است؛ پس محلول لوله‌بازکن خاصیت بازی بیشتری دارد.

۲۸۴- گزینه ۴ عبارت‌های آ، ب و پ درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ هیدروسیانیک اسید (HCN) یک اسید ضعیف بوده و در محلول آن شمار اندکی از یون‌های آب‌پوشیده با شمار زیادی از مولکول‌های HCN در تعادل قرار می‌گیرند.

ب پتاس سوزآور یک پاک‌کنندهٔ خورندهٔ بازی است و از آن برای زدودن آلودگی‌هایی با خاصیت اسیدی استفاده می‌شود.

پ گل‌های ادریسی در خاک‌های بازی ($pH > 7$) به رنگ قرمز می‌رویند.

ت برخی از بازهای آرنیوس مثل آمونیاک و اکسیدهای فلزی، در ساختار خود یون هیدروکسید (OH^-) ندارند.

۲۸۵- گزینه ۲ در واکنش موردنظر، کربنیک اسید ($H_2CO_3(aq)$) تولید می‌شود. این اسید ناپایدار بوده و به آب و کربن دی‌اکسید تجزیه می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) غلظت یون هیدروکسید در محلولی با $pH=9$، برابر 10^{-5} مول بر لیتر است، پس داریم:

$$?\ mol\ OH^- = 1\ mL\ محلول \times \frac{1\ L\ محلول}{1000\ mL\ محلول} \times \frac{10^{-5}\ mol\ OH^-}{1\ L\ محلول} = 10^{-8}\ mol$$

۳) کاغذ pH در محلول‌های اسیدی به رنگ قرمز و در محلول‌های بازی به رنگ آبی درمی‌آید.

۴) از واکنش میان اسیدهای چرب و محلول‌های بازی، پاک‌کننده‌های صابونی با فرمول RCOONa تولید می‌شوند.

۲۸۶- گزینه ۴ ابتدا مقدار یون هیدروژن موجود در محلول اسیدی و مقدار یون هیدروکسید موجود در محلول بازی را محاسبه می‌کنیم.

محلول اسیدی: $[H^+]=10^{-pH} \Rightarrow [H^+]=10^{-2}\ mol.L^{-1} \Rightarrow ?\ mol\ H^+ = 0/8\ L\ محلول \times \frac{10^{-2}\ mol\ H^+}{1\ L\ محلول} = 8\times10^{-3}\ mol$

محلول بازی: $?\ mol\ OH^- = 0/2\ L\ محلول \times \frac{0/015\ mol\ OH^-}{1\ L\ محلول} = 3\times10^{-3}\ mol$

از آن‌جا که مقدار یون هیدروژن بیشتر از مقدار یون هیدروکسید است، پس محلول حاصل از مخلوط‌کردن این دو محلول، خاصیت اسیدی خواهد داشت. در واقع، با اضافه‌کردن محلول سدیم هیدروکسید به محلول هیدروکلریک اسید، ۰/۰۰۳ مول از یون‌های هیدروژن موجود در این محلول خنثی می‌شوند و ۰/۰۰۵ مول از آن‌ها در محلول باقی می‌ماند. حجم محلول حاصل نیز برابر با مجموع حجم محلول‌های سازندهٔ آن و برابر ۱ لیتر می‌شود. ابتدا غلظت یون هیدروژن و پس از آن، غلظت یون هیدروکسید موجود در محلول نهایی را محاسبه می‌کنیم:

$$\left.\begin{array}{l} [H^+]=\frac{\text{مول } H^+}{\text{لیتر محلول}} \Rightarrow [H_2^+]=\frac{0/005}{1}=5\times10^{-3}\ mol.L^{-1} \\ K_W=[OH^-].[H^+] \Rightarrow 10^{-14}=[OH_2^-]\times5\times10^{-3} \Rightarrow [OH_2^-]=2\times10^{-12}\ mol.L^{-1} \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{[H_2^+]}{[OH_2^-]}=\frac{5\times10^{-3}}{2\times10^{-12}}=2/5\times10^9$$

در محلول هیدروکلریک اسید اولیه نیز غلظت یون هیدروژن برابر با ۰/۰۱ مول بر لیتر بوده است؛ پس داریم:

$$K_W = [OH^-].[H^+] \Rightarrow ۱۰^{-۱۴} = [OH^-_۱] \times ۰/۰۱ \Rightarrow [OH^-_۱] = ۱۰^{-۱۲} \Rightarrow \frac{[H^+_۱]}{[OH^-_۱]} = \frac{۱۰^{-۲}}{۱۰^{-۱۲}} = ۱۰^{۱۰}$$

پس:

$$\frac{\text{نسبت غلظت یون هیدروژن به هیدروکسید در محلول نهایی}}{\text{نسبت غلظت یون هیدروژن به هیدروکسید در محلول اسید اولیه}} = \frac{۲/۵ \times ۱۰^{۹}}{۱۰^{۱۰}} = ۰/۲۵$$

۲۸۷- گزینه ۲ دی‌نیتروژن پنتااکسید با مولکول‌های آب واکنش داده و نیتریک اسید تولید می‌کند. از آن‌جا که طی انحلال این ماده در آب، یون هیدروژن در محلول تولید می‌شود، دی‌نیتروژن پنتااکسید را می‌توان یک اسید آرنیوس به حساب آورد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) غلظت یون هیدروکسید در محلولی از سدیم هیدروکسید با $pH = ۱۱$، برابر با $۱۰^{-۳}$ مول بر لیتر است. علاوه بر یون هیدروکسید، غلظت مولی یون سدیم نیز در این محلول برابر $۱۰^{-۳}$ مول بر لیتر است؛ پس مجموع غلظت مولی یون‌ها در محلول موردنظر برابر با ۲×۱۰^{-۱۱} مول بر لیتر می‌باشد.
از طرف مقابل، در محلول هیدروکلریک اسید غلظت یون‌های هیدروژن و کلرید برابر با یکدیگر و معادل با $۱۰^{-۲}$ مول بر لیتر بوده و مجموع غلظت مولی یون‌ها برابر با ۲×۱۰^{-۲} مول بر لیتر می‌شود. با توجه به بیشتربودن غلظت مولی یون‌ها در محلول هیدروکلریک اسید، این محلول رسانایی الکتریکی بیشتری دارد.

۳) حاصل‌ضرب غلظت مولی یون‌های هیدروژن و هیدروکسید در یک محلول در دمای ۲۵ °C برابر با $۱۰^{-۱۴}\ mol^۲.L^{-۲}$ می‌شود.

۴) برخی از شوینده‌های خورنده از جمله محلول جوهرنمک، خاصیت اسیدی دارند.

۲۸۸- گزینه ۱ همهٔ عبارت‌های داده‌شده درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ) واکنش خنثی‌شدن اسیدها و بازها را می‌توان به صورت: $H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_۲O(l)$ نشان داد، چرا که سایر یون‌های موجود در محلول در واکنش موردنظر شرکت نمی‌کنند و دست‌نخورده باقی‌می‌مانند.

ب) از واکنش میان سدیم هیدروکسید و اسیدهای چرب جامد $(RCOOH)$ پاک‌کننده‌های صابونی $(RCOONa)$ حاصل می‌شوند. این پاک‌کننده‌ها همانند محلول سدیم هیدروکسید خاصیت بازی دارند.

پ) از صابون‌های گوگرددار برای از بین بردن جوش‌های پوستی و مقابله با قارچ‌های پوستی استفاده می‌شود.

ت) رسوب تشکیل‌شده بر روی دیوارهٔ کتری‌ها و دیگ‌های بخار، آن‌چنان به این سطوح می‌چسبند که برای زدودن آن‌ها باید از مواد خورنده استفاده کرد.

۲۸۹- گزینه ۴ فرمول شیمیایی اسید چرب موردنظر به صورت $C_{۱۶}H_{۳۲}O_۲$ و جرم مولی آن برابر با ۲۵۶ گرم بر مول است. این ماده براساس معادلهٔ زیر با سدیم هیدروکسید واکنش می‌دهد:

$$C_{۱۵}H_{۳۱}COOH(s) + NaOH(aq) \rightarrow C_{۱۵}H_{۳۱}COONa(aq) + H_۲O(l)$$

با توجه به معادلهٔ این واکنش، حجم محلول سدیم‌هیدروکسید مورد نیاز برای حل‌کردن رسوب ایجادشده را محاسبه می‌کنیم.

$$?\ g\ NaOH = ۶۴۰\ g\ C_{۱۶}H_{۳۲}O_۲ \times \frac{۱\ mol\ C_{۱۶}H_{۳۲}O_۲}{۲۵۶\ g\ C_{۱۶}H_{۳۲}O_۲} \times \frac{۱\ mol\ NaOH}{۱\ mol\ C_{۱۶}H_{۳۲}O_۲} \times \frac{۴۰\ g\ NaOH}{۱\ mol\ NaOH} = ۱۰۰\ g$$

$$?\ mL\ NaOH\ \text{محلول} = ۱۰۰\ g\ NaOH \times \frac{۱۰۰\ g\ NaOH\ \text{محلول}}{۲۰\ g\ NaOH} \times \frac{۱\ mL\ NaOH\ \text{محلول}}{۱/۲۵\ g\ NaOH\ \text{محلول}} = ۴۰۰\ mL$$

فرمول شیمیایی پاک‌کنندهٔ حاصل از این فرایند به صورت $C_{۱۵}H_{۳۱}COONa$ و جرم مولی آن برابر ۲۷۸ گرم بر مول است.

$$?\ g\ \text{پاک‌کنندهٔ صابونی} = ۶۴۰\ g\ C_{۱۶}H_{۳۲}O_۲ \times \frac{۱\ mol\ C_{۱۶}H_{۳۲}O_۲}{۲۵۶\ g\ C_{۱۶}H_{۳۲}O_۲} \times \frac{۱\ mol\ \text{پاک‌کنندهٔ صابونی}}{۱\ mol\ C_{۱۶}H_{۳۲}O_۲} \times \frac{۲۷۸\ g\ \text{پاک‌کنندهٔ صابونی}}{۱\ mol\ \text{پاک‌کنندهٔ صابونی}} = ۶۹۵\ g$$

۲۹۰- گزینه ۲ سلول‌های پوششی موجود در دیوارهٔ معده، علاوه بر قدرت ترشح یون‌های هیدروژن، توانایی جذب این یون‌ها را نیز دارند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) با افزودن سدیم‌هیدروکسید به مخلوط ناهمگن آب و اسیدهای چرب، ذرات این ماده با اسیدهای چرب واکنش داده و موجب تولید صابون می‌شوند. مولکول‌های صابون حاصل از این فرایند، در آب حل می‌شوند و یک مخلوط همگن را ایجاد می‌کنند.

۳) با افزودن جوش شیرین به پاک‌کننده‌ها، خاصیت بازی آن‌ها بیشتر شده و قدرت پاک‌کنندگی آن‌ها افزایش پیدا می‌کند.

۴) با افزایش مقدار اسید موجود در معده، مقدار یون‌های هیدروژن جذب‌شده توسط سلول‌های پوششی دیوارهٔ معده بیشتر شده و مقدار بیشتری از این سلول‌ها می‌میرند. با افزایش میزان مرگ‌ومیر این سلول‌ها، التهاب و خونریزی در معده ایجاد می‌شود.

۲۹۱- گزینه ۲ عبارت‌های أ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ) حجم اسید تولیدشده توسط غدد دیوارهٔ معده در طول یک روز بین ۲ تا ۳ لیتر است.

ب) محلول لوله‌بازکن pH بیشتری داشته و مجموع غلظت مولی یون‌های موجود در آن بیشتر است؛ پس این محلول رسانایی الکتریکی بیشتری نسبت به محلول شیشه‌پاک‌کن دارد و توجه داریم که محلول شیشه‌پاک‌کن حاوی آمونیاک و محلول لوله‌بازکن حاوی سدیم هیدروکسید است.

پ) غلظت یون‌هیدروژن در اسید تولیدشده در معده برابر با ۰/۰۳ مول بر لیتر بوده و pH این اسید تقریباً برابر ۱/۵ است.

ت) واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است: $NaHCO_3(aq) + HCl(aq) \rightarrow H_2O(l) + CO_2(g) + NaCl(aq)$

۲۹۲- گزینه۱ در زمان غذاخوردن، pH اسید تولیدشده توسط غده‌های دیوارهٔ معده برابر ۱/۵ است، در حالی که در زمان استراحت از میزان اسیدی‌بودن محتویات معده کاسته می‌شود و pH این محتویات به ۳/۷ می‌رسد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) مواد گفته‌شده خاصیت بازی دارند و با خنثی‌کردن اسید معده، سبب افزایش pH محتویات معده می‌شوند.

۳) جوش شیرین یا سدیم هیدروژن کربنات با فرمول $NaHCO_3$، یک ترکیب بازی بوده و pH محلول آن بزرگ‌تر از ۷ است.

۴) pH شیرهٔ معده در بدن انسان‌های بالغ تقریباً برابر ۱/۵ بوده و غلظت یون هیدروژن در آن برابر ۰/۰۳ مول بر لیتر است. با مصرف هر مادهٔ غذایی که pH آن بزرگ‌تر از pH اسید معده باشد، اسید معده رقیق‌تر شده و pH آن افزایش پیدا می‌کند.

۲۹۳- گزینه۳ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است: $HCl(aq) + NaHCO_3(aq) \rightarrow H_2O(l) + CO_2(g) + NaCl(aq)$

ابتدا شمار مول‌های سدیم هیدروژن کربنات موجود در محلول سدیم هیدروژن کربنات را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,mol\,NaHCO_3 = 1\,L\,\text{محلول} \times \frac{1000\,mL\,\text{محلول}}{1\,L\,\text{محلول}} \times \frac{1\,g\,\text{محلول}}{1\,mL\,\text{محلول}} \times \frac{460\,g\,Na^+}{10^6\,g\,\text{محلول}} \times \frac{1\,mol\,Na^+}{23\,g\,Na^+} \times \frac{1\,mol\,NaHCO_3}{1\,mol\,Na^+} = 0/02\,mol$$

در مرحلهٔ بعد، غلظت هیدروکلریک اسید را در محلول این ماده به دست می‌آوریم:

$$[H^+] = 10^{-pH} \Rightarrow [H^+] = 10^{-1}\,mol.L^{-1} \xrightarrow{\alpha=1} [HCl] = [H^+] = 0/1\,mol.L^{-1}$$

با توجه به غلظت محلول هیدروکلریک اسید، حجم محلول مورد نیاز و حجم گاز تولید شده را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,mL\,HCl\,\text{محلول} = 0/02\,mol\,NaHCO_3 \times \frac{1\,mol\,HCl}{1\,mol\,NaHCO_3} \times \frac{1\,L\,HCl\,\text{محلول}}{0/1\,mol\,HCl} \times \frac{1000\,mL\,HCl\,\text{محلول}}{1\,L\,HCl\,\text{محلول}} = 200\,mL$$

$$?\,mL\,CO_2 = 0/02\,mol\,NaHCO_3 \times \frac{1\,mol\,CO_2}{1\,mol\,NaHCO_3} \times \frac{22/4\,L\,CO_2}{1\,mol\,CO_2} \times \frac{1000\,mL\,CO_2}{1\,L\,CO_2} = 448\,mL$$

۲۹۴- گزینه۲ معادلهٔ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است: $3HCl(aq) + Al(OH)_3 \rightarrow 3H_2O(l) + AlCl_3(aq)$

ابتدا شمار مول‌های آلومینیم هیدروکسید موجود در هر میلی‌لیتر از این ضداسید را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,mol\,Al(OH)_3 = 1\,mL\,\text{ضداسید} \times \frac{1/5\,g\,\text{ضداسید}}{1\,mL\,\text{ضداسید}} \times \frac{39\,g\,Al(OH)_3}{100\,g\,\text{ضداسید}} \times \frac{1\,mol\,Al(OH)_3}{78\,g\,Al(OH)_3} = 7/5 \times 10^{-3}\,mol$$

در مرحلهٔ بعد، غلظت هیدروکلریک اسید موجود در شیرهٔ معده را محاسبه می‌کنیم.

$$[H^+] = 10^{-pH} \Rightarrow [H^+] = 10^{-1/5} = 3 \times 10^{-2}\,mol.L^{-1} \xrightarrow{\alpha=1} [HCl] = [H^+] = 3 \times 10^{-2}\,mol.L^{-1}$$

در انتها نیز حجم شیرهٔ معدهٔ مورد نیاز برای واکنش با ضداسید را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,mL\,\text{اسید معده} = 7/5 \times 10^{-3}\,mol\,Al(OH)_3 \times \frac{3\,mol\,HCl}{1\,mol\,Al(OH)_3} \times \frac{1\,L\,\text{اسید معده}}{3 \times 10^{-2}\,mol\,HCl} \times \frac{1000\,mL}{1\,L\,\text{اسید معده}} = 750\,mL$$

۲۹۵- گزینه۴ با توجه به pH محلول، ابتدا غلظت یون هیدروژن و پس از آن غلظت آسپرین حل‌شده در محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$[H^+] = 10^{-pH} \Rightarrow [H^+] = 10^{-4}\,mol.L^{-1} \xrightarrow{[H^+]=\alpha.M} \alpha.M = [H^+] = 10^{-4}$$

$$[H^+] = \sqrt{K_a.M(1-\alpha)} \Rightarrow 10^{-4} = \sqrt{K_a.M - K_a.M.\alpha} \xrightarrow{\alpha.M=10^{-4}} 10^{-4} = \sqrt{4 \times 10^{-4} \times M - 4 \times 10^{-4} \times 10^{-4}}$$

$$\xrightarrow{\text{طرفین را به توان ۲ می‌رسانیم.}} 10^{-8} = 4 \times 10^{-4} \times M - 4 \times 10^{-8} \Rightarrow 5 \times 10^{-8} = 4 \times 10^{-4} \times M \Rightarrow M = 1/25 \times 10^{-4}\,mol.L^{-1}$$

با توجه به غلظت آسپرین، جرم آسپرین حل‌شده در هر لیتر از محلول را به دست می‌آوریم:

$$?\,mg\,C_9H_8O_4 = 1\,L\,\text{محلول} \times \frac{1/25 \times 10^{-4}\,mol\,\text{آسپرین}}{1\,L\,\text{محلول}} \times \frac{180\,g\,\text{آسپرین}}{1\,mol\,\text{آسپرین}} \times \frac{1000\,mg\,\text{آسپرین}}{1\,g\,\text{آسپرین}} = 22/5\,mg$$

۲۹۶- گزینه۱ با مصرف این ضداسید، حجم محتویات معده از ۰/۸ L به ۱ L و pH آن‌ها نیز از ۲/۳ به ۲/۷ رسیده است. مقدار یون هیدروژن موجود در محتویات معده را در هر حالت محاسبه می‌کنیم.

اولیه: $[H^+] = 10^{-pH} \Rightarrow [H^+] = 10^{-2/3} = 5 \times 10^{-3}\,mol.L^{-1} \Rightarrow ?\,mol\,H^+ = 0/8\,L\,\text{محلول} \times \frac{5 \times 10^{-3}\,mol\,H^+}{1\,L\,\text{محلول}} = 4 \times 10^{-3}\,mol$

نهایی: $[H^+] = 10^{-pH} \Rightarrow [H^+] = 10^{-2/7} = 2 \times 10^{-3}\,mol.L^{-1} \Rightarrow ?\,mol\,H^+ = 1\,L\,\text{محلول} \times \frac{2 \times 10^{-3}\,mol\,H^+}{1\,L\,\text{محلول}} = 2 \times 10^{-3}\,mol$

معادلهٔ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است: $Mg(OH)_2(aq) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq) + 2H_2O(l)$

طی این واکنش، 2×10^{-3} مول از اسید موجود در معده خنثی شده است. با توجه به شمار مول‌های اسید خنثی‌شده، جرم $Mg(OH)_2$ موجود در این ضداسید را به دست آورده و پس از آن، غلظت این ماده را برحسب ppm محاسبه می‌کنیم.

$$?\,g\,Mg(OH)_2 = 2\times10^{-3}\ mol\,HCl \times \frac{1\ mol\,Mg(OH)_2}{2\ mol\,HCl} \times \frac{58\ g\,Mg(OH)_2}{1\ mol\,Mg(OH)_2} = 0/058\ g$$

$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow ppm = \frac{0/058}{200} \times 10^6 = 290$$

۲۹۷- گزینه ۳ معادلهٔ واکنش‌های انجام‌شده به صورت مقابل است: $Al(OH)_3(aq) + 3HCl(aq) \rightarrow 3H_2O(l) + AlCl_3(aq)$

$$Mg(OH)_2(aq) + 2HCl(aq) \rightarrow 2H_2O(l) + MgCl_2(aq)$$

ابتدا مجموع جرم منیزیم هیدروکسید و آلومینیم هیدروکسید موجود در این نمونهٔ ۲۰ میلی‌لیتری از ضداسید را محاسبه می‌کنیم.

$$?\ g\ \text{جرم مواد موثر} = 20\ mL\ \text{ضداسید} \times \frac{1/2\ g\ \text{ضداسید}}{1\ mL\ \text{ضداسید}} \times \frac{30\ g\ \text{جرم مواد موثر}}{100\ g\ \text{ضداسید}} = 7/2\ g$$

شمار مول‌های منیزیم هیدروکسید موجود در این نمونه را برابر با m مول و شمار مول‌های آلومینیم هیدروکسید موجود در آن را برابر n مول در نظر می‌گیریم. با توجه به جرم مواد مؤثر موجود در این نمونه از ضداسید، داریم:

$$\text{مجموع جرم مواد مؤثر} = \text{جرم } Mg(OH)_2 + \text{جرم } Al(OH)_3 \Rightarrow 7/2\ g = m\ mol \times 58\frac{g}{mol} + n\ mol \times 78\frac{g}{mol}$$

$$\Rightarrow 7/2 = 58m + 78n$$

در مرحلهٔ بعد، شمار مول‌های یون هیدروژن موجود در اسید معده را محاسبه می‌کنیم.

$$[H^+] = 10^{-pH} \Rightarrow [H^+] = 10^{-1/15} = 7\times10^{-2}\ mol.L^{-1} \xrightarrow{[HCl]=[H^+]} ?\,mol\,HCl = 3/6\ L\ \text{اسید معده} \times \frac{7\times10^{-2}\ mol\,H^+}{1\ L\ \text{اسید معده}}$$

$$= 0/252\ mol$$

هر مول منیزیم هیدروکسید، ۲ مول HCl را خنثی می‌کند؛ پس m مول از این ماده، 2m مول HCl را خنثی می‌کند. هر مول آلومینیم هیدروکسید نیز ۳ مول HCl را خنثی می‌کند؛ پس n مول از این ماده، 3n مول HCl را خنثی می‌کند. با استفاده از این ضداسید معده‌ای، ۰/۲۵۲ مول هیدروکلریک اسید خنثی شده است؛ پس داریم:

$$0/252\ mol = 3n\ mol + 2m\ mol \Rightarrow 0/252 = 3n + 2m$$

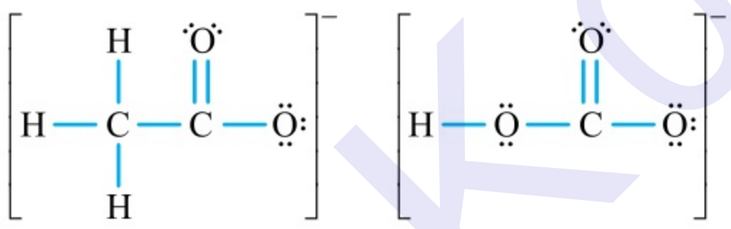
دو معادله داریم و دو مجهول! با قراردادن این معادله‌ها در یک دستگاه دو معادله و دو مجهول، مقدار m و n را به دست می‌آوریم.

$$\begin{cases} 58m + 78n = 7/2 \\ 2m + 3n = 0/252 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} m = 0/108 \\ n = 0/012 \end{cases} \Rightarrow \frac{m}{n} = 9$$

۲۹۸- گزینه ۲ عبارت‌های ب و ت درست هستند.

بررسی پنج عبارت:

أ ساختار لوویس این یون‌ها به صورت مقابل است:



همان‌طور که مشخص است، در یون استات ۷ پیوند اشتراکی و در یون هیدروژن کربنات، ۵ پیوند اشتراکی وجود دارد.

ب با استفاده از ضداسیدها، می‌توان از عوارض جانبی ایجادشده توسط داروهای اسیدی جلوگیری کرد.

پ محلول‌های شیشه‌پاک‌کن، pH کم‌تری نسبت به محلول‌های لوله‌بازکن دارند. از آن‌جا که غلظت یون هیدروژن در یک محلول با pH آن محلول رابطهٔ عکس دارد، پس می‌توان گفت غلظت یون هیدروژن در محلول شیشه‌پاک‌کن بیشتر از محلول دیگر است.

ت شیر ترش‌شده خاصیت اسیدی داشته و pH آن کم‌تر از ۷ است. با افزودن آب خالص به این ماده، محلول رقیق‌تر شده و غلظت یون هیدروژن در آن کاهش پیدا می‌کند. به دنبال کاهش غلظت یون هیدروژن در یک محلول، غلظت یون هیدروکسید افزایش پیدا می‌کند.

ث محلول سدیم هیدروژن کربنات، همانند محلول لوله‌بازکن و محلول آمونیاک، خاصیت بازی داشته و pH آن بیشتر از ۷ است.

۲۹۹- گزینه ۲ دو رکن اساسی برای تحقق فناوری‌های مختلف، دستیابی به مواد مناسب و تأمین انرژی است. پرکاربردترین شکل انرژی در به‌کارگیری فناوری‌های مختلف نیز انرژی الکتریکی است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ در هنگام وقوع آذرخش و تندر، بخشی از انرژی تولیدشده در قالب انرژی الکتریکی میان سامانهٔ واکنش و محیط پیرامون جاری می‌شود.

۳ تولید انرژی الکتریکی پاک و ارزان، دستاوردی از دانش الکتروشیمی است که در سایهٔ فناوری‌های پیشرفته، افزایش سطح رفاه و آسایش را در جهان به دنبال داشته است.

۴ تأمین روشنایی، گرمایش و سرمایش آسان‌تر، حمل‌ونقل سریع‌تر و ایمن‌تر و انتقال ایمن آب آشامیدنی، نیم‌رخ‌هایی از افزایش سطح رفاه هستند.

۳۰۰- گزینه۴ عبارت‌های آ، ب، پ و ت درست هستند.

بررسی پنج عبارت:

آ تندر و آذرخش، از جمله پدیده‌های طبیعی هستند که از ماهیت الکتریکی مواد سرچشمه می‌گیرند.

ب به کمک دانش الکتروشیمی، ظروف و لوازمی تولید می‌شوند که در برابر خوردگی مقاوم بوده و مانع از آلودگی آب و مواد غذایی می‌شوند.

پ الکتروشیمی علاوه بر تهیهٔ مواد جدید به کمک انرژی الکتریکی، می‌تواند در راستای پیاده‌کردن اصول شیمی سبز گام بردارد.

ت یکی از قلمروهای علم الکتروشیمی، تأمین انرژی است که به واسطهٔ انواع باتری‌ها و سلول‌های سوختی پوشش داده می‌شود.

ث تأمین انرژی الکتریکی مورد نیاز برای تنظیم‌کننده‌های ضربان قلب، به کمک باتری‌ها تأمین می‌شود.

۳۰۱- گزینه۴ الکتروشیمی شاخه‌ای از علم شیمی است که از سه قلمرو مختلف تشکیل می‌شود. این قلمروها عبارت‌اند از:

۱ تأمین انرژی ۲ تولید مواد جدید ۳ اندازه‌گیری و کنترل کیفیت فراورده‌ها.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ علم الکتروشیمی با کمک انرژی الکتریکی، که پرکاربردترین شکل انرژی در به‌کارگیری فناوری‌ها است، در راستای تهیهٔ مواد جدید گام برمی‌دارد.

۲ الکتروشیمی شاخه‌ای از علم شیمی است که از آن در زمینهٔ تأمین انرژی و بهبود خواص مواد استفاده می‌شود.

۳ در علم الکتروشیمی به کمک فرایندهای آبکاری و برقکافت، مواد جدیدی تولید شده و خواص برخی از انواع مواد بهبود پیدا می‌کند.

۳۰۲- گزینه۱ روند تغییر آرایش الکترونی آلومینیم به صورت روبه‌رو است: $Al: 1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^1 \xrightarrow{-3e^-} Al^{3+}: 1s^2\,2s^2\,2p^6$

همان‌طور که مشخص است، اتم‌های آلومینیم طی این واکنش اکسایش پیدا کرده‌اند، پس نقش کاهندگی دارند.

۳۰۳- گزینه۲ عبارت‌های آ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ کسب اطمینان از کیفیت تولید فراورده‌های دارویی، بهداشتی و غذایی، چهره‌هایی از افزایش سطح رفاه و آسایش در جامعه هستند.

ب اکسیژن یک نافلز فعال است که با اغلب عناصر فلزی واکنش داده و این عناصر را اکسید می‌کند در حالی که با برخی از انواع عناصر فلزی مثل طلا و پلاتین وارد واکنش نمی‌شود.

پ در واکنش‌های اکسایش ـ کاهش، گونهٔ اکسنده الکترون می‌گیرد و کاهش پیدا می‌کند.

ت باتری یکی از فراورده‌های مهم صنعتی است که در محل مورد نیاز با انجام واکنش‌های شیمیایی الکتریسیته تولید می‌کند.

۳۰۴- گزینه۳ در واکنش تبدیل کلسیم اکسید به کلسیم کربنات، بار الکتریکی یون‌های کلسیم ثابت می‌ماند و این‌گونه اکسید نمی‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ نیم‌واکنش اکسایش، فرایند از دست دادن الکترون توسط گونهٔ کاهنده را نشان می‌دهد.

۲ اتم‌های روی در واکنش با یک مادهٔ اکسنده مثل اکسیژن، اکسایش پیدا می‌کنند. طی این فرایند، شمار لایه‌های الکترونی اشغال‌شده در اتم‌های روی کاهش پیدا کرده و شعاع این اتم‌ها کم‌تر می‌شود.

۴ نیم‌واکنش انجام‌شده به صورت $Fe^{3+}(aq) + e^- \rightarrow Fe^{2+}(aq)$ است. طی این فرایند هر یون Fe^{3+} یک الکترون گرفته و کاهش پیدا می‌کند.

۳۰۵- گزینه۱ فقط عبارت پ درست است.

بررسی چهار عبارت:

آ معادلهٔ نیم‌واکنش کاهش به صورت مقابل است: گونهٔ کاهنده $\rightarrow$ گونهٔ اکسنده $+ e^-$

ب نیم‌واکنش کاهش مولکول‌های اکسیژن در فرایند موردنظر به صورت مقابل است: $O_2(g) + 4e^- \rightarrow 2O^{2-}(s)$

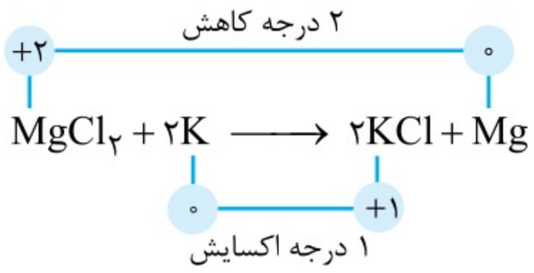
همان‌طور که مشخص است، طی این فرایند هر مولکول اکسیژن ۴ الکترون می‌گیرد و کاهش پیدا می‌کند.

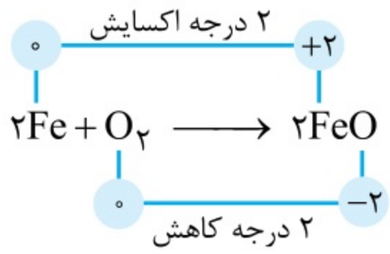
پ در واکنش موردنظر، هر اتم کلسیم (Ca) دو الکترون از دست داده و به یون کلسیم (Ca^{2+}) تبدیل می‌شود.

ت روند تغییر آرایش الکترونی اتم‌های روی در واکنش موردنظر به صورت زیر است:

$$Zn: 1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^6\,3d^{10}\,4s^2 \xrightarrow{-2e^-} Zn^{2+}: 1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^6\,3d^{10}$$

۳۰۶- گزینه۴ روند تغییر بار الکتریکی گونه‌های شرکت‌کننده در این واکنش‌ها به صورت زیر است:

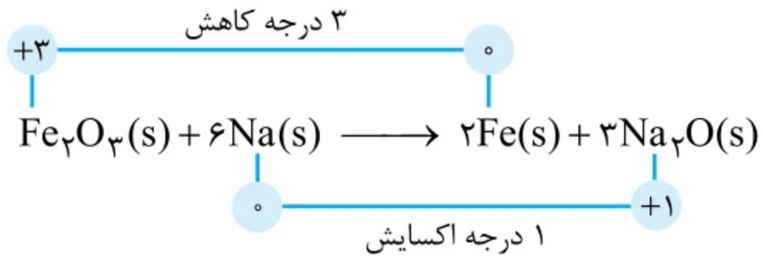


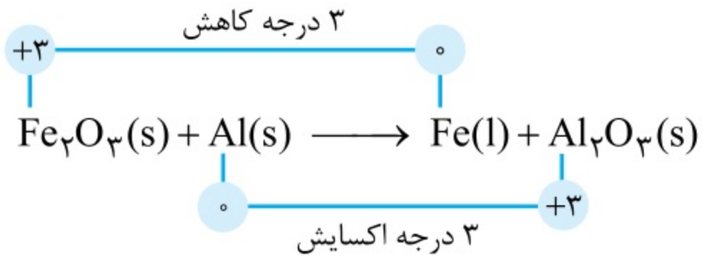


همان‌طور که مشخص است، بار گونه‌های شرکت‌کننده در این واکنش‌ها در حال تغییرکردن بوده و این واکنش‌ها از نوع اکسایش ـ کاهش هستند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) معادلهٔ واکنش‌های انجام‌شده به صورت زیر است:





۲) نیم‌واکنش‌های سازندهٔ واکنش اکسایش روی در حضور اکسیژن را در نظر بگیرید:

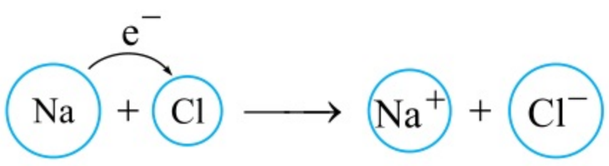
نیم‌واکنش اکسایش : $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(s) + 2e^-$

نیم‌واکنش کاهش : $O_2(g) + 4e^- \rightarrow 2O^{2-}(s)$

همان‌طور که مشخص است، تعداد الکترون‌های تولیدشده در نیم‌واکنش اکسایش با تعداد الکترون‌های مصرف‌شده در نیم‌واکنش کاهش برابر نیست.

۳) در واکنش‌های اکسایش ـ کاهش، گونهٔ اکسنده کاهش پیدا می‌کند و از گونهٔ کاهنده الکترون می‌گیرد.

۳۰۷- گزینه۳ عبارت‌های آ ، ب و ت درست هستند.



بررسی پنج عبارت:

آ اندازهٔ نسبی گونه‌های شرکت‌کننده در این واکنش به صورت مقابل است:

همان‌طور که مشخص است، فراوردهٔ نیم‌واکنش کاهش (یون کلرید) شعاع بزرگ‌تری نسبت به فراورده‌های نیم‌واکنش اکسایش (یون سدیم) دارد.

ب هر اتم سدیم، دارای ۱۱ الکترون است. طی فرایند اکسایش، هر اتم سدیم یک الکترون از دست داده و به آرایش الکترونی گاز نجیب نئون می‌رسد.

پ فراوردهٔ حاصل از این واکنش، سدیم کلرید است. هر یون کلرید دارای ۱۸ الکترون و هر یون سدیم دارای ۱۰ الکترون است.

$_{11}Na^+ : 1s^2\ 2s^2\ 2p^6$ $\qquad$ $_{17}Cl^- : 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$

ت سدیم کلرید، برخلاف آمونیوم نیترات، فقط از دو عنصر تشکیل شده است؛ پس در دستهٔ ترکیبات یونی دوتایی قرار می‌گیرد.

ث نیم‌واکنش‌های انجام‌شده به صورت زیر هستند:

نیم‌واکنش کاهش : $Cl_2(g) + 2e^- \rightarrow 2Cl^-(s)$

نیم‌واکنش اکسایش : $Na(s) \rightarrow Na^+(s) + e^-$

۳۰۸- گزینه۴ واکنش موردنظر با آزادشدن انرژی همراه بوده و پایداری فراورده‌های تولیدشده در آن (اتم‌های مس و یون‌های روی) بیشتر از واکنش‌دهنده‌های مصرف‌شده (اتم‌های روی و یون‌های مس (II)) است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) طی نیم‌واکنش کاهش، یون‌های مس (II) دو الکترون گرفته و شعاع آن‌ها افزایش پیدا می‌کند.

۲) با مصرف‌شدن یون‌های مس (II)، از شدت رنگ محلول موردنظر کاسته می‌شود.

۳) در هر دو واکنش داده‌شده، اتم‌های روی الکترون از دست داده و به یون‌های روی تبدیل می‌شوند.

۳۰۹- گزینه۲ عبارت‌های ب و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ در واکنش میان اتم‌های روی با محلول مس (II) سولفات، اتم‌های روی الکترون از دست داده و به عنوان گونهٔ کاهنده، اکسایش پیدا می‌کنند.

ب بار الکتریکی یک گونهٔ شیمیایی هنگامی مثبت‌تر می‌شود که آن گونه الکترون از دست داده و اکسایش پیدا کند.

پ نیم‌واکنش موردنظر به صورت مقابل است: $O_2(g) + 4e^- \rightarrow 2O^{2-}(s)$

ت واکنش بین گونهٔ فلزی M و محلول‌های اسیدی به صورت مقابل است: $M(s) + nH^+(aq) \rightarrow M^{n+}(aq) + \frac{n}{2}H_2(g)$

به‌جز عناصر طلا، پلاتین، جیوه، نقره و مس، سایر عناصر فلزی براساس معادلهٔ بالا با محلول‌های اسیدی واکنش می‌دهند.

۳۱۰- گزینه۲ نیم‌واکنش اکسایش آلومینیم به صورت $Al \rightarrow Al^{3+} + 3e^-$ است؛ پس داریم:

$$?\,mol\,e^- = 50\,g\,Al_{\text{ناخالص}} \times \frac{81\,g\,Al}{100\,g\,Al_{\text{ناخالص}}} \times \frac{1\,mol\,Al}{27\,g\,Al} \times \frac{3\,mol\,e^-}{1\,mol\,Al} = 4/5\,mol$$

نیم‌واکنش کاهش اکسیژن نیز به صورت $O_2 + 4e^- \rightarrow 2O^{2-}$ است. با توجه به شمار الکترون‌های حاصل از اکسایش آلومینیم، داریم:

$$?\,L\,O_2 = 4/5\,mol\,e^- \times \frac{1\,mol\,O_2}{4\,mol\,e^-} \times \frac{22/4\,L\,O_2}{1\,mol\,O_2} = 25/2\,L$$

۳۱۱- گزینه۳ طی این فرایند، یون‌های هیدروژن موجود در محلول کاهش یافته و مولکول‌های هیدروژن را تولید می‌کنند. نیم‌واکنش‌های انجام‌شده به صورت مقابل هستند:

نیم‌واکنش کاهش : $2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow H_2(g)$

نیم‌واکنش اکسایش : $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$

Konkor
@K_otob

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) چون واکنش‌پذیری فلز آلومینیم بیشتر از واکنش‌پذیری روی است، اتم‌های آلومینیم با شدت بیشتری نسبت به اتم‌های روی با محلول‌های اسیدی واکنش می‌دهند.

۲) طی این واکنش، اتم‌های روی به عنوان عامل کاهنده الکترون از دست داده و به یون‌های روی تبدیل می‌شوند.

۴) یون‌های روی بار مثبت دارند و سر منفی مولکول‌های آب که از اتم اکسیژن تشکیل شده است را به سمت خود جذب می‌کنند.

۳۱۲- گزینه۲ در قدم اول، با توجه به غلظت یون روی در محلول، جرم یون‌های روی تولیدشده را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,g\,Zn^{2+} = 2\,L\,\text{محلول} \times \frac{1000\,mL\,\text{محلول}}{1\,L\,\text{محلول}} \times \frac{1/25\,g\,\text{محلول}}{1\,mL\,\text{محلول}} \times \frac{195\,g\,Zn^{2+}}{10^6\,g\,\text{محلول}} = \frac{39}{80}\,g$$

معادلهٔ نیم‌واکنش اکسایش اتم‌های روی، به صورت: $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$ است. براساس معادلهٔ این نیم‌واکنش و جرم یون‌های روی تولیدشده، شمار الکترون‌های مبادله‌شده را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,e^-\ \text{تعداد} = \frac{39}{80}\,g\,Zn^{2+} \times \frac{1\,mol\,Zn^{2+}}{65\,g\,Zn^{2+}} \times \frac{2\,mol\,e^-}{1\,mol\,Zn^{2+}} \times \frac{6/02\times10^{23}\,e^-\ \text{تعداد}}{1\,mol\,e^-} = 9/03\times10^{21}$$

۳۱۳- گزینه۲ فقط عبارت پ نادرست است.

بررسی چهار عبارت:

أ در زمان‌های گذشته، از واکنش سوختن منیزیم به عنوان منبع نور در هنگام عکاسی استفاده می‌شده است.

ب اغلب فلزها در واکنش با نافلزها تمایل دارند یک یا چند الکترون خود را به نافلزها داده و ضمن اکسایش‌یافتن، به کاتیون تبدیل شوند. طی این فرایند، نافلزها نیز یک یا چند الکترون می‌گیرند و به آنیون تبدیل می‌شوند.

پ پلاتین در مجاورت با اکسیژن، اکسایش پیدا نمی‌کند و اتم‌های آن در نیم‌واکنش اکسایش شرکت نمی‌کنند.

ت با ورود تیغهٔ روی به محلول مس (II) سولفات، یون‌های مس (II) کاهش پیدا می‌کنند و به اتم‌های مس تبدیل می‌شوند. اتم‌های مس تولیدشده بر روی تیغهٔ روی می‌نشینند و یک رسوب قهوه‌ای مایل به قرمزرنگ را ایجاد می‌کنند.

۳۱۴- گزینه۴ واکنش انجام‌شده در ظرف موردنظر به صورت $Fe(s) + 2HCl(aq) \rightarrow FeCl_2(aq) + H_2(g)$ است. *مشخصه که* کاهش جرم مخلوط واکنش، به خاطر تولید گاز H_2 و خروج آن از ظرف است؛ پس در طول این بازهٔ زمانی ۶ گرم گاز H_2 (معادل با ۳ مول گاز H_2) تولید شده است. گاز H_2 تولیدشده نیز براساس معادلهٔ $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g)$ با ۱/۵ مول گاز اکسیژن (معادل با ۴۸ گرم گاز اکسیژن) واکنش می‌دهد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) با توجه به مقدار H_2 تولیدشده، در طول این بازهٔ زمانی ۳ مول آهن (معادل با ۱۶۸ گرم آهن) اکسایش یافته و موجب کاهش جرم تیغهٔ فلزی می‌شود.

۲) ۳ مول هیدروژن در طول مدت‌زمان ۵ دقیقه تولید شده است؛ پس سرعت متوسط تولید این گاز برابر با ۰/۶ مول بر دقیقه می‌شود.

۳) در این بازهٔ زمانی، ۶ مول یون $H^+(aq)$ با جذب ۶ مول الکترون (معادل با $3/612\times10^{24}$ الکترون)، به ۳ مول گاز H_2 تبدیل شده است.

۳۱۵- گزینه۲ نیم‌واکنش‌های انجام‌شده به صورت مقابل هستند:

نیم‌واکنش کاهش : $2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow H_2(g)$

نیم‌واکنش اکسایش : $Mg(s) \rightarrow Mg^{2+}(aq) + 2e^-$

با توجه به شمار الکترون‌های مبادله‌شده، جرم منیزیم مصرف‌شده را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\,Mg = 1/204\times10^{23}\,e^- \times \frac{1\,mol\,e^-}{6/02\times10^{23}\,e^-} \times \frac{1\,mol\,Mg}{2\,mol\,e^-} \times \frac{24\,g\,Mg}{1\,mol\,Mg} = 2/4\,g$$

جرم اولیهٔ تیغهٔ منیزیم برابر با ۴۸ گرم بوده است؛ پس با مصرف‌شدن ۲/۴ g از آن، جرم تیغه به ۴۵/۶ g می‌رسد. در مرحلهٔ بعد، مقدار اولیهٔ یون هیدروژن موجود در محلول و مقدار مصرف‌شده از این یون را محاسبه می‌کنیم.

مقدار اولیهٔ یون هیدروژن در محلول : $?\,mol\,H^+ = 4\,L\,\text{محلول} \times \frac{0/1\,mol\,H^+}{1\,L\,\text{محلول}} = 0/4\,mol$

مقدار یون هیدروژن مصرف‌شده : $?\,mol\,H^+ = 1/204\times10^{23}\,e^- \times \frac{1\,mol\,e^-}{6/02\times10^{23}\,e^-} \times \frac{1\,mol\,H^+}{1\,mol\,e^-} = 0/2\,mol$

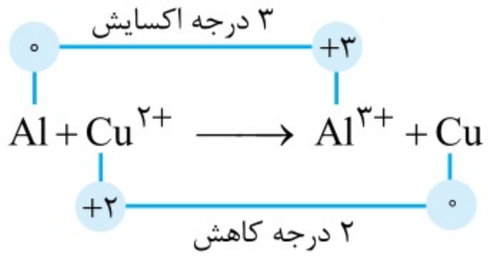
در محلول اولیه، ۰/۴ مول یون هیدروژن وجود داشته است؛ پس با مصرف‌شدن ۰/۲ مول از این یون، مقدار یون هیدروژن باقی‌مانده در محلول به ۰/۲ مول می‌رسد. ابتدا غلظت یون هیدروژن را به دست آورده و پس از آن pH محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$[H^+] = \frac{\text{مول یون هیدروژن}}{\text{لیتر محلول}} \Rightarrow [H^+] = \frac{0/2\,mol}{4\,L} = 0/05\,mol.L^{-1}$$

$$pH = -\log[H^+] \Rightarrow pH = -\log(5\times10^{-2}) = -(\log5 + \log10^{-2}) = -(0/7 - 2) = 1/3$$

۳۱۶- گزینهٔ ۴ طی این واکنش، اتم‌های آلومینیم در نقش گونهٔ کاهنده، الکترون‌های خود را به یون‌های مس (II) داده و موجب کاهش این یون‌ها به اتم‌های مس می‌شوند.

چون تعداد اتم‌های هر یک از گونه‌های اکسنده و کاهنده در دو سمت معادلهٔ واکنش موازنه‌نشده برابر است؛ پس مراحل موازنهٔ این واکنش را به کمک تغییر بار الکتریکی هر یک از گونه‌های شرکت‌کننده در آن انجام می‌دهیم.



$\Rightarrow$ به مرحلهٔ (۲) نیاز ندارد. $\Rightarrow 2Al + 3Cu^{2+} \Rightarrow 2Al^{3+} + 3Cu$

۳۱۷- گزینهٔ ۱ معادلهٔ نیم‌واکنش‌های کاهش و اکسایش به صورت زیر است:

نیم‌واکنش اکسایش : $Sn^{2+} \rightarrow Sn^{4+} + 2e^-$

نیم‌واکنش کاهش : $Fe^{3+} + e^- \rightarrow Fe^{2+}$

همان‌طور که مشخص است، ضریب الکترون در معادلهٔ نیم‌واکنش اکسایش، دو برابر ضریب آن در معادلهٔ نیم‌واکنش کاهش است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش موردنظر به صورت: $2Fe^{3+} + Sn^{2+} \rightarrow 2Fe^{2+} + Sn^{4+}$ و معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش سوختن متان نیز به صورت: $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$ است. مجموع ضرایب گونه‌های شرکت‌کننده در هر دو واکنش برابر ۶ می‌شود.

۳ با توجه به معادلهٔ نیم‌واکنش اکسایش، به ازای تولید هر مول یون قلع (IV)، ۲ مول الکترون بین گونه‌ها مبادله می‌شود.

۴ پس از موازنهٔ معادلهٔ این واکنش، ضریب گونهٔ اکسنده (یون آهن (III))، ۲ برابر ضریب گونهٔ کاهنده (یون قلع (IV)) می‌شود.

۳۱۸- گزینهٔ ۴ عبارت‌های آ، ب، پ و ث درست هستند.

بررسی پنج عبارت:

آ نیم‌واکنش‌های انجام‌شده به صورت زیر هستند:

کاهش یون‌های مس (I) : $Cu^+(aq) + e^- \rightarrow Cu(s)$

اکسایش اتم‌های روی : $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$

از آن‌جا که ضریب الکترون در نیم‌واکنش اکسایش روی دو برابر ضریب آن در نیم‌واکنش کاهش یون‌های مس (I) است، پس با الکترون‌های حاصل از اکسایش هر مول روی، دو مول یون مس (I) را می‌توان کاهش داد.

ب طی این واکنش، اتم‌های منیزیم دو الکترون از دست داده و به عنوان گونهٔ کاهنده اکسید می‌شوند.

پ هر نیم‌واکنش باید از نظر بار الکتریکی گونه‌های شرکت‌کننده و مجموع جرم اتمی گونه‌های شرکت‌کننده موازنه باشد.

ت معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش موردنظر به صورت مقابل است: $2Al^{3+}(aq) + 3Ca(s) \rightarrow 2Al(s) + 3Ca^{2+}(aq)$

ث معادلهٔ نیم‌واکنش کاهش یون‌های استرانسیم به صورت مقابل است: $Sr^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Sr(s)$

۳۱۹- گزینهٔ ۱ جرم نمونه‌ای از این آلیاژ که شامل ۱ مول سدیم (۲۳ گرم سدیم) و ۱ مول آلومینیم (۲۷ گرم آلومینیم) می‌شود، برابر با ۵۰ گرم است. بر این اساس، شمار مول‌های هر عنصر را در یک نمونهٔ ۷/۵ گرمی از این آلیاژ به دست می‌آوریم:

$$?\,mol\,Al = 7/5\,g\,\text{آلیاژ} \times \frac{27\,g\,Al}{50\,g\,\text{آلیاژ}} \times \frac{1\,mol\,Al}{27\,g\,Al} = 0/15\,mol$$

$$?\,mol\,Na = 7/5\,g\,\text{آلیاژ} \times \frac{23\,g\,Na}{50\,g\,\text{آلیاژ}} \times \frac{1\,mol\,Na}{23\,g\,Na} = 0/15\,mol$$

معادلهٔ واکنش‌های انجام‌شده به صورت زیر است:

$$2Na(s) + 2H^+(aq) \rightarrow 2Na^+(aq) + H_2(g)$$

$$2Al(s) + 6H^+(aq) \rightarrow 2Al^{3+}(aq) + 3H_2(g)$$

با توجه به معادلهٔ این واکنش‌ها، شمار مول‌های یون هیدروژن مصرف‌شده طی اکسایش کامل آلیاژ موردنظر را محاسبه می‌کنیم.

$$\left.\begin{array}{l} \text{اکسایش Al}: ?\,mol\,H^+ = 0/15\,mol\,Al \times \frac{6\,mol\,H^+}{2\,mol\,Al} = 0/45\,mol \\ \text{اکسایش Na}: ?\,mol\,H^+ = 0/15\,mol\,Na \times \frac{2\,mol\,H^+}{2\,mol\,Na} = 0/15\,mol \end{array}\right\} \Rightarrow \text{مجموع مول‌های } H^+ = 0/45 + 0/15 = 0/6\,mol$$

در مرحلهٔ بعد، غلظت یون هیدروژن را در محلول هیدروکلریک اسید محاسبه می‌کنیم و پس از آن، با توجه به شمار مول‌های یون هیدروژن مصرف‌شده، حجم محلول اسیدی مورد نیاز را به دست می‌آوریم.

$$[H^+] = 10^{-pH} \Rightarrow [H^+] = 10^{-1/5} = 3 \times 10^{-2}\,mol.L^{-1}$$

$$?\,L\,\text{محلول} = 0/6\,mol\,H^+ \times \frac{1\,L\,\text{محلول}}{0/03\,mol\,H^+} = 20\,L$$ حجم محلول هیدروکلریک اسید مورد نیاز

طی این واکنش، ۰/۶ مول یون هیدروژن کاهش یافته و به مولکول هیدروژن تبدیل می‌شود. با توجه به بازدهی واکنش، حجم گاز هیدروژن تولیدشده را به دست می‌آوریم.

$$?\,L\,H_2 = 0/6\,mol\,H^+ \times \frac{1\,mol\,H_2}{2\,mol\,H^+} \times \frac{22/4\,L\,H_2}{1\,mol\,H_2} \times \frac{\text{مقدار عملی } 50}{\text{مقدار نظری } 100} = 3/36\,L$$

۳۲۰- گزینه۳ قدرت کاهندگی (تمایل به از دست دادن الکترون) فلز روی بیش از فلز مس است؛ پس یک قطعه از فلز روی با محلول مس (II) سولفات واکنش داده و سبب افزایش دمای این محلول می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) همهٔ واکنش‌های اکسایش ـ کاهش، همراه با انتقال الکترون بین گونه‌های اکسنده و کاهنده هستند اما فقط برخی از این واکنش‌ها در هنگام انجام‌شدن انرژی آزاد می‌کنند.

۲) اگر قدرت کاهندگی اتم‌های X کم‌تر از روی باشد، تمایل اتم‌های این عنصر به از دست دادن الکترون نسبت به اتم‌های روی کم‌تر خواهد بود و در نتیجه، به کمک یک قطعه از این فلز نمی‌توانیم فلز روی را از محلول روی سولفات استخراج کنیم.

۴) چون قدرت کاهندگی (تمایل به از دست دادن الکترون) اتم‌های پتاسیم بیشتر از اتم‌های سدیم است، واکنش $Na(s) + KCl(aq) \rightarrow K(s) + NaCl(aq)$ به طور طبیعی انجام نمی‌شود و واکنش‌دهنده‌های این فرایند، پایداری بیشتری نسبت به فراورده‌های آن دارند.

۳۲۱- گزینه۲ عبارت‌های آ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ چون تمایل اتم‌های آلومینیم به از دست دادن الکترون بیشتر از تمایل اتم‌های مس به از دست دادن الکترون است، با ورود یک تیغهٔ آلومینیمی به محلول مس (II)، اتم‌های آلومینیم شروع به اکسیدشدن می‌کنند و در قالب یون‌های آلومینیم وارد محلول می‌شوند. چون این واکنش به صورت طبیعی انجام می‌شود، با انجام‌شدن آن، مقداری انرژی آزاد شده و دمای محلول افزایش پیدا می‌کند.

ب معادلهٔ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است: $2Al(s) + 3Cu^{2+}(aq) \rightarrow 2Al^{3+}(aq) + 3Cu(s)$

همان‌طور که مشخص است، به ازای اکسایش هر دو اتم آلومینیم، سه یون مس (II) کاهش پیدا می‌کنند.

پ آهن نیز همانند آلومینیم نسبت به مس تمایل بیشتری به از دست دادن الکترون دارد؛ پس با ورود یک تیغهٔ آهنی به محلول مس (II) سولفات، دمای این محلول افزایش پیدا می‌کند.

ت با انجام‌شدن این واکنش، برخی از اتم‌های مس تولیدشده، در قالب یک رسوب قهوه‌ای‌رنگ در کف ظرف ته‌نشین می‌شوند.

۳۲۲- گزینه۳ یون‌های روی، نسبت به یون‌های آلومینیم، تمایل بیشتری به جذب الکترون دارند؛ پس در واکنش با اتم‌های آلومینیم از آن‌ها الکترون گرفته و کاهش پیدا می‌کنند. در نقطهٔ مقابل، یون‌های سدیم نسبت به یون‌های آلومینیم تمایل کم‌تری به جذب الکترون دارند و در مجاورت با اتم‌های آلومینیم، با این اتم‌ها واکنش نمی‌دهند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) چون تمایل اتم‌های آلومینیم برای از دست دادن الکترون از اتم‌های روی بیشتر است، فلز روی با محلول آلومینیم سولفات واکنش نمی‌دهد.

۲) ترتیب قدرت اکسندگی (تمایل برای به دست آوردن الکترون) برای این یون‌ها به صورت مقابل است: $Zn^{2+} > Al^{3+} > Na^{+}$

۴) قدرت اکسندگی یون آلومینیم از قدرت اکسندگی یون سدیم بیشتر است؛ پس قدرت اکسندگی یون منگنز (II) نیز از قدرت اکسندگی یون سدیم بیشتر خواهد بود و در نتیجهٔ آن، یک قطعه فلز منگنز با محلول سدیم کلرید واکنش نمی‌دهد.

۳۲۳- گزینه۴ با توجه به معادلهٔ هر واکنش، قدرت اکسندگی گونه‌های اکسندهٔ شرکت‌کننده در آن واکنش را مقایسه می‌کنیم:

I) $Sn^{4+}(aq) + H_2(g) \rightarrow Sn^{2+}(aq) + 2H^{+}(aq) \Rightarrow$ قدرت اکسندگی: $Sn^{4+} > H^{+}$

II) $2H^{+}(aq) + Sn(s) \rightarrow H_2(g) + Sn^{2+}(aq) \Rightarrow$ قدرت اکسندگی: $H^{+} > Sn^{2+}$

III) $2Fe^{3+}(aq) + Sn^{2+}(aq) \rightarrow 2Fe^{2+}(aq) + Sn^{4+}(aq) \Rightarrow$ قدرت اکسندگی: $Fe^{3+} > Sn^{4+}$

با توجه به مقایسه‌های انجام‌شده، ترتیب قدرت اکسندگی این گونه‌ها به صورت مقابل است: $Fe^{3+} > Sn^{4+} > H^{+} > Sn^{2+}$

ترتیب قدرت کاهندگی گونه‌های کاهندهٔ موجود در این واکنش‌ها نیز به صورت مقابل است: $Fe^{2+} < Sn^{2+} < H_2 < Sn$

همان‌طور که مشخص است، یون قلع (II) هم به عنوان گونهٔ کاهنده و هم به عنوان گونهٔ اکسنده در این واکنش‌ها شرکت می‌کند.

۳۲۴- گزینه۳ واکنش‌های انجام‌شده به صورت زیر هستند:

$Mg(s) + ZnSO_4(aq) \rightarrow MgSO_4(aq) + Zn(s) \Rightarrow$ قدرت اکسندگی: $Zn^{2+} > Mg^{2+}$

$Zn(s) + CuSO_4(aq) \rightarrow ZnSO_4(aq) + Cu(s) \Rightarrow$ قدرت اکسندگی: $Cu^{2+} > Zn^{2+}$

بر این اساس، مقایسهٔ قدرت اکسندگی یون‌ها به صورت: $Cu^{2+} > Zn^{2+} > Mg^{2+}$ و مقایسهٔ قدرت کاهندگی این عناصر فلزی نیز به صورت $Cu < Zn < Mg$ است.

بررسی چهار گزینه:

۱) چون قدرت کاهندگی منیزیم بیشتر از مس است، با قراردادن یک تیغهٔ منیزیمی در محلول مس (II) سولفات، دمای این محلول افزایش می‌یابد.

۲) اگر فلز M بتواند روی را از محلول روی سولفات خارج کند، قدرت کاهندگی اتم‌های آن از قدرت کاهندگی اتم‌های روی بیشتر است. از طرف مقابل، قدرت کاهندگی مس کم‌تر از قدرت کاهندگی روی است؛ پس قدرت کاهندگی فلز M بیشتر از قدرت کاهندگی مس خواهد بود.

۳) قدرت اکسندگی یون‌های منیزیم نسبت به قدرت اکسندگی یون‌های مس (II) کم‌تر است.

۴) قدرت کاهندگی (تمایل به از دست دادن الکترون) اتم‌های مس کم‌تر از اتم‌های روی است.

۳۲۵- گزینهٔ ۲ عبارت‌های آ و ث درست هستند.

بررسی پنج عبارت:

آ اگر قدرت کاهندگی (تمایل به اکسیدشدن یا از دست دادن الکترون) فلز Y کم‌تر آلومینیم باشد، اتم‌های این عنصر در مجاورت با محلول حاوی نمک‌های آلومینیم به صورت دست‌نخورده باقی می‌مانند و با این محلول‌ها وارد واکنش نمی‌شوند.

ب اگر قدرت اکسندگی (تمایل به جذب الکترون) یون روی کم‌تر از یون آهن (III) باشد، به کمک فلز روی می‌توان آهن را از محلول آهن (III) کلرید خارج کنیم؛ اما از شیمی یازدهم به یاد داریم که محلول آهن (III) کلرید زردرنگ است!

پ فلز روی کاهنده‌تر از مس است؛ پس با قراردادن فلز مس در محلول روی سولفات، واکنشی انجام نشده و رنگ محلول تغییری نمی‌کند.

ت با توجه به واکنش‌دادن فلز روی با محلول‌های اسیدی، پی می‌بریم که اتم‌های Zn قدرت کاهندگی بیشتری نسبت به مولکول‌های هیدروژن دارند؛ پس می‌توان گفت قدرت اکسندگی یون هیدروژن بیشتر از قدرت اکسندگی یون روی است.

ث در واکنش‌های اکسایش ـ کاهش، فلزی که قدرت کاهندگی بیشتری دارد و راحت‌تر از سایر عناصر اکسایش پیدا می‌کند، با سایر کاتیون‌ها واکنش داده و آن‌ها را به اتم‌های خنثی می‌کاهد.

۳۲۶- گزینهٔ ۳ عبارت‌های آ، پ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ هر سلول گالوانی از دو نیم‌سلول مجزا تشکیل شده است که توسط یک سیم رابط به یکدیگر متصل شده‌اند.

ب در سلول گالوانی روی ـ مس، نیم‌سلول مس در نقش کاتد است و نیم‌واکنش کاهش در آن انجام می‌شود. طی این فرایند، هر یون مس (II) با جذب دو الکترون کاهش یافته و به اتم مس تبدیل می‌شود.

پ واکنش‌های انجام‌شده، در سلول‌های گالوانی در جهت طبیعی خود به پیش می‌روند و فراورده‌های حاصل از آن‌ها پایداری بیشتری دارند.

ت به کمک سلول‌های گالوانی، بخشی از انرژی شیمیایی ذخیره‌شده در فلزها در قالب انرژی الکتریکی آزاد می‌شود.

۳۲۷- گزینهٔ ۳ گونهٔ کاهنده (گونه‌ای که اکسایش پیدا کرده و موجب کاهش گونهٔ دیگر می‌شود.) در این سلول گالوانی، معادل با فلز روی و گونهٔ اکسندهٔ موجود در آن نیز معادل با فلز مس است. با کارکرد این سلول،الکترون‌های تولیدشده در تیغهٔ روی به سمت تیغهٔ مس رفته و موجب کاهش یون‌های مس (II) می‌شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ در نیم‌سلول روی، اتم‌های Zn اکسایش یافته و یون‌های روی تولید می‌شوند؛ پس غلظت این یون‌ها افزایش پیدا می‌کند.

۲ با واردکردن یک تیغهٔ مسی به محلول روی سولفات، هیچ واکنشی انجام نمی‌شود؛ چرا که قدرت کاهندگی روی بیشتر از مس است.

۴ قدرت کاهندگی مس کم‌تر از روی است و با گذشتن زمان و کاهش یون‌های مس (II)، به جرم تیغهٔ مسی افزوده می‌شود.

۳۲۸- گزینهٔ ۲ از آن‌جا که پس از ورود تیغهٔ روی به محلول آلومینیم سولفات، هیچ واکنشی در محلول اتفاق نمی‌افتد، پس قدرت کاهندگی (تمایل به از دست دادن الکترون) آلومینیم بیشتر از قدرت کاهندگی روی است و در سلول گالوانی آلومینیم ـ روی نیز واکنش الکتروشیمیایی: $2Al(s) + 3Zn^{2+}(aq) \rightarrow 2Al^{3+}(aq) + 3Zn(s)$ انجام می‌شود. همان‌طور که مشخص است، طی این فرایند، اتم‌های آلومینیم اکسید می‌شوند و به مرور زمان از جرم تیغهٔ آلومینیمی کاسته می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ در واکنش انجام‌شده، یون‌های روی به عنوان گونهٔ اکسنده (گونه‌ای که کاهش پیدا می‌کند) و اتم‌های آلومینیم نیز به عنوان گونهٔ کاهنده (گونه‌ای که اکسایش پیدا می‌کند) شرکت می‌کنند. توجه داریم که *اتم‌های فلزی هیچ‌وقت نمی‌تونن نقش اکسندگی داشته باشن و به یون منفی تبدیل بشن.*

۳ در مدار خارجی این سلول، الکترون‌ها از سمت گونهٔ کاهنده (آلومینیم) به سمت گونهٔ اکسنده حرکت می‌کنند.

۴ با توجه به معادلهٔ واکنش موردنظر، تعداد یون‌های روی مصرف‌شده ۱/۵ برابر تعداد یون‌های آلومینیم تولیدشده است.

۳۲۹- گزینهٔ ۴ با توجه به بیشتربودن قدرت کاهندگی (تمایل به از دست دادن الکترون) آلومینیم، واکنش انجام‌شده به صورت زیر است:

در سلول گالوانی موردنظر، آلومینیم مصرف شده و نقره تولید می‌شود. $Al(s) + 3Ag^{+}(aq) \rightarrow Al^{3+}(aq) + 3Ag(s) \Rightarrow$ معادلهٔ واکنش :

حجم محلول موجود در نیم‌سلول آلومینیم را برابر با V لیتر و حجم محلول موجود در نیم‌سلول نقره را برابر با ۱/۵V لیتر در نظر می‌گیریم و با توجه به حجم این محلول‌ها، مقدار یون نقرهٔ مصرف‌شده را به دست می‌آوریم:

$$?\,mol\,Ag^{+} = 1/5V\ L\ \text{محلول} \times \frac{0/3\ mol\,Ag^{+}}{1\ L\ \text{محلول}} = 0/45V\ mol \quad :\text{مقدار } Ag^{+} \text{ مصرف‌شده}$$

در مرحلهٔ بعد، ابتدا مقدار مول‌های یون آلومینیم تولیدشده را محاسبه می‌کنیم و پس از آن میزان تغییر غلظت این یون را به دست می‌آوریم:

$$?\,mol\,Al^{3+} = 0/45V\ mol\,Ag^{+} \times \frac{1\ mol\,Al^{3+}}{3\ mol\,Ag^{+}} = 0/15V\ mol \quad :\text{مقدار } Al^{3+} \text{ تولیدشده}$$

$$\text{میزان تغییر غلظت } Al^{3+} = \frac{\text{تغییر مول آلومینیم}}{\text{لیتر محلول}} = \frac{0/15V}{V} = 0/15\ mol.L^{-1}$$

بر این اساس، اگر غلظت یون نقره به اندازهٔ ۰/۳ مول بر لیتر کاهش پیدا کند، غلظت یون آلومینیم به اندازهٔ ۰/۱۵ مول بر لیتر افزایش می‌یابد.

۳۳۰- گزینه۱ فقط عبارت [أ] درست است.

بررسی چهار عبارت:

[أ] یکی از نقش‌های دیوارهٔ متخلخل در سلول‌های گالوانی، جلوگیری از مخلوط‌شدن سریع محلول‌های الکترولیت است.

[ب] در یک سلول گالوانی، در سطح الکترودی که از گونهٔ کاهنده (گونه‌ای که با اکسایش خود سبب کاهش دیگر گونه‌ها می‌شود) تشکیل شده است، نیم‌واکنش اکسایش انجام شده و در نتیجه، این الکترود آند نام دارد.

[پ] در سلول‌های گالوانی، الکترون‌ها در مدار خارجی از سمت آند به طرف کاتد حرکت می‌کنند. در این سلول‌ها، کاتیون‌های موجود در محلول آندی نیز با گذشتن زمان به سمت محلول کاتدی حرکت می‌کنند.

[ت] در سمت آند سلول گالوانی روی ـ مس، اتم‌های روی اکسایش یافته و طی این فرایند شعاع اتمی آن‌ها کاهش پیدا می‌کند.

۳۳۱- گزینه۴ در سلول‌های گالوانی، کاتیون‌های موجود در محلول‌ها به سمت کاتد و آنیون‌ها به سمت آند حرکت می‌کنند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) روی در نقش آند است و با گذشتن زمان، از جرم آن کاسته می‌شود. مس نیز در نقش کاتد بوده و به مرور جرم آن افزایش می‌یابد.

۲) در قطب منفی (آند) این سلول گالوانی، نیم‌واکنش اکسایش روی اتفاق افتاده و یون‌های روی تولید می‌شوند.

۳) معادلهٔ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است: $Zn(s)+Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq)+Cu(s)$

به ازای مصرف یک مول اتم روی (۶۵ گرم روی) در این واکنش، یک مول اتم مس (۶۴ گرم مس) بر روی تیغهٔ کاتد می‌نشیند؛ پس میزان تغییر جرم تیغهٔ به کار رفته در کاتد، کم‌تر از تیغهٔ آند خواهد بود.

۳۳۲- گزینه۳ اگر دیوارهٔ متخلخل موجود در این سلول گالوانی فقط به آنیون‌ها اجازهٔ عبور بدهد، با گذشت زمان و کارکرد سلول، آنیون‌ها از محلول کاتدی (محلول موجود در نیم‌سلول مس) به سمت محلول آندی حرکت کرده و در این محلول تجمع پیدا می‌کنند. از طرف مقابل با انجام‌شدن نیم‌واکنش اکسایش در محلول آندی، غلظت کاتیون‌های موجود در این محلول نیز افزایش پیدا می‌کند. با افزایش غلظت آنیون‌ها و کاتیون‌ها در محلول آندی، رسانایی الکتریکی این محلول افزایش پیدا می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) با گذشت زمان، رسانایی الکتریکی محلول موجود در قطب مثبت این سلول کاهش پیدا می‌کند.

۲) نیم‌سلول روی در نقش آند است و با گذشتن زمان، آنیون‌های موجود در نیم‌سلول مس را به سمت خود جذب می‌کند.

۴) در یک سلول گالوانی، جهت حرکت الکترون‌ها در مدار خارجی مخالف جهت حرکت آنیون‌ها در محلول‌های الکترولیت می‌کند.

۳۳۳- گزینه۲ در سلول‌های گالوانی، عنصری با قدرت کاهندگی کم‌تر (تمایل کم‌تر به اکسیدشدن) در نقش کاتد سلول و عنصری با قدرت کاهندگی بیشتر، در نقش آند سلول ظاهر می‌شود؛ پس در سلول موردنظر تیغهٔ نیکل در نقش کاتد و تیغهٔ آلومینیم در نقش آند است و می‌دانیم که در سلول‌های گالوانی تیغه کاتد معادل با قطب مثبت و تیغهٔ آند معادل با قطب منفی است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) تیغهٔ نیکل، در نقش کاتد این سلول بوده و به مرور زمان جرم آن افزایش پیدا می‌کند.

۳) کاتیون موجود در الکترولیت آندی با گذشت زمان به سمت تیغهٔ کاتد (تیغهٔ نیکل) حرکت می‌کنند.

۴) آلومینیم در نقش آند و نیکل در نقش کاتد این سلول گالوانی است.

۳۳۴- گزینه۴ با توجه به جهت حرکت الکترون در مدار خارجی این سلول، تیغهٔ نیکل در نقش کاتد و تیغهٔ آلومینیم در نقش آند بوده و واکنش کلی انجام‌شده در این سلول به صورت: $2Al(s)+3Ni^{2+}(aq) \rightarrow 2Al^{3+}(aq)+3Ni(s)$ است. بر این اساس، همهٔ عبارت‌های مطرح‌شده درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

[أ] با توجه به معادلهٔ واکنش، شمار یون‌های نیکل (II) مصرف‌شده، ۱/۵ برابر شمار یون‌های آلومینیم تولیدشده است.

[ب] با قطع‌کردن سیم رابط بین دو نیم‌سلول، الکترون‌ها بین این نیم‌سلول‌ها مبادله نمی‌شوند و واکنش انجام‌شده متوقف می‌شود.

[پ] نیم‌سلول نیکل در نقش کاتد این سلول است و با گذشت زمان، کاتیون‌ها به سمت این نیم‌سلول حرکت می‌کنند.

[ت] با توجه به واکنش انجام‌شده در سلول، اتم‌های نیکل قدرت کاهندگی کم‌تری نسبت به اتم‌های آلومینیم داشته و یون‌های نیکل نیز قدرت اکسندگی بیشتری نسبت به یون‌های آلومینیم دارند.

۳۳۵- گزینه۴ با توجه به بیشتربودن قدرت کاهندگی (تمایل به از دست دادن الکترون) آهن، تیغهٔ آهنی، آند این سلول و تیغهٔ نقره‌ای، کاتد این سلول را تشکیل می‌دهد و واکنش انجام‌شده در آن به صورت: $Fe(s)+3Ag^{+}(aq) \rightarrow Fe^{3+}(aq)+3Ag(s)$ است. با توجه به معادلهٔ این واکنش، اگر در طول بازهٔ زمانی Δt، m مول یون آهن (III) وارد محلول شود، در طول همین بازهٔ زمانی $3m$ مول یون نقره در محلول کاتدی مصرف می‌شود. از طرف دیگر، اگر حجم محلول کاتدی (محلول نقره نیترات) را برابر با $3V$ لیتر در نظر بگیریم، حجم محلول آندی برابر با V لیتر می‌شود.

با توجه به این مؤلفه‌ها، سرعت متوسط تولید یون آهن (III) را با سرعت متوسط مصرف یون نقره مقایسه می‌کنیم:

$$\frac{\text{سرعت متوسط مصرف یون نقره}}{\text{سرعت متوسط تولید یون آهن } (III)} = \frac{\frac{\text{مقدار یون نقرهٔ مصرف‌شده}}{\text{حجم محلول} \times \Delta t}}{\frac{\text{مقدار یون آهن } (III) \text{ تولیدشده}}{\text{حجم محلول} \times \Delta t}} = \frac{\frac{۳m}{۳V \times \Delta t}}{\frac{m}{V \times \Delta t}} = ۱$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) چون نقره کلرید نامحلول در آب است، با افزودن آن به محلول آندی، هیچ یون نقره‌ای در محلول تولید نشده و هیچ واکنشی رخ نمی‌دهد.

۲) چون قدرت کاهندگی آهن بیشتر از نقره است، با ورود تیغهٔ آهنی به محلول نقره نیترات، اتم‌های آهن الکترون‌های خود را به یون‌های نقره می‌دهند و سبب کاهش این یون‌ها می‌شوند.

۳) به ازای اکسایش یک مول اتم آهن، ۵۶ گرم از جرم تیغهٔ آندی کاسته شده و ۳ مول یون نقره که جرمی معادل با ۳۲۴ گرم دارند، کاهش پیدا کرده و بر روی تیغهٔ نقره رسوب می‌کنند؛ پس میزان تغییر جرم تیغهٔ کاتدی بیشتر از تیغهٔ آندی خواهد بود.

۳۳۶- گزینه ۲ واکنش انجام‌شده در این سلول به صورت مقابل است:

$$Zn(s) + Cu^{۲+}(aq) \xrightarrow{۲e^-} Zn^{۲+}(aq) + Cu(s)$$

با کارکرد این سلول، به جرم تیغهٔ کاتد (تیغهٔ مسی) افزوده شده و از جرم تیغهٔ آند (تیغهٔ روی) کاسته می‌شود. چون در ابتدای واکنش جرم تیغهٔ آند بیشتر از تیغهٔ کاتد است، پس با کارکرد سلول، ابتدا تفاوت جرم این تیغه‌ها به صفر می‌رسد و پس از آن، با ادامهٔ کارکرد سلول، تفاوت جرم تیغه‌ها مجدداً افزایش پیدا کرده تا به $۲۵/۸\ g$ می‌رسد؛ پس روند تغییر جرم تیغه‌ها به صورت زیر است:

$$\text{جرم تیغهٔ روی} - \text{جرم تیغهٔ مس} = ۲۵/۸\ g \xrightarrow{\Delta t_۲} \text{جرم تیغهٔ مس} = \text{جرم تیغهٔ روی} \xrightarrow{\Delta t_۱} \text{جرم تیغهٔ مس} - \text{جرم تیغهٔ روی} = ۱۲/۹\ g$$

با توجه به معادلهٔ واکنش انجام‌شده، به ازای انتقال ۲ مول الکترون از مدار خارجی، یک مول اتم روی در تیغهٔ آند اکسایش پیدا کرده و جرم این تیغه به اندازهٔ $۶۵\ g$ کاهش می‌یابد. در نیم‌سلول مقابل نیز یک مول یون مس (II) کاهش پیدا کرده و جرم تیغهٔ کاتدی به اندازهٔ ۶۴ گرم افزایش پیدا می‌کند؛ پس می‌توان گفت به ازای عبور ۲ مول الکترون از مدار خارجی، جرم تیغهٔ مس به اندازهٔ ۱۲۹ گرم نسبت به جرم تیغهٔ روی افزایش پیدا می‌کند.

با توجه به توضیحات داده‌شده، مقدار مول‌های مس تولیدشده را در هر یک از بازه‌های زمانی $\Delta t_۱$ و $\Delta t_۲$ محاسبه می‌کنیم:

$$\left.\begin{array}{l} \Delta t_۱ \text{ بازهٔ: } ?\ mol\,Cu = ۱۲/۹\ g \text{ تفاوت جرم} \times \frac{۶۴\ g\,Cu}{۱۲۹\ g \text{ تفاوت جرم}} \times \frac{۱\ mol\,Cu}{۶۴\ g\,Cu} = ۰/۱\ mol \\ \Delta t_۲ \text{ بازهٔ: } ?\ mol\,Cu = ۲۵/۸\ g \text{ تفاوت جرم} \times \frac{۶۴\ g\,Cu}{۱۲۹ \text{ تفاوت جرم}} \times \frac{۱\ mol\,Cu}{۶۴\ g\,Cu} = ۰/۲\ mol \end{array}\right\} \Rightarrow \text{مجموع} = ۰/۳\ mol$$

پس در طول این بازهٔ زمانی، مجموعاً ۰/۳ مول اتم مس تولید شده است. در مرحلهٔ آخر، سرعت متوسط واکنش را محاسبه می‌کنیم.

$$\bar{R}_{\text{واکنش}} = \frac{\Delta n_{Cu}}{\text{ضریب} \times \Delta t} = \frac{۰/۳\ mol}{۱ \times ۲\ min} = ۰/۱۵\ mol.min^{-۱}$$

۳۳۷- گزینه ۲ در ظرف (I)، نیم‌سلول مس در نقش کاتد و نیم‌سلول آهن در نقش آند است. با گذشت زمان و کارکرد این سلول گالوانی، آنیون‌های موجود در محلول B به سمت تیغهٔ آهنی (آند) حرکت می‌کنند و با انجام‌شدن نیم‌واکنش کاهش در نیم‌سلول کاتدی، غلظت یون‌های مس (II) نیز در این محلول‌ها کاهش پیدا می‌کند؛ پس به مرور زمان از شدت رنگ آبی محلول B کاسته شده و رسانایی الکتریکی این محلول نیز کاهش پیدا می‌کند. در ظرف (II) نیز چون غلظت ذرات حل‌شونده در محلول C بیشتر است، مولکول‌های آب به مرور زمان از سمت محلول D به سمت محلول C حرکت می‌کنند. با افزایش حجم آب در محلول C، غلظت حل‌شوندهٔ موجود در آن کاهش پیدا کرده و به همین خاطر، رسانایی الکتریکی این محلول کاهش پیدا می‌کند و از شدت رنگ آبی آن نیز کاسته می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) همان‌طور که گفتیم، با گذشتن زمان، شدت رنگ الکترولیت‌های به کار رفته در قسمت‌های B و C کاهش پیدا می‌کند.

۳) فرایندهای انجام‌شده در سلول‌های گالوانی، همانند فرایند انجام‌شده به هنگام اسمز، بدون نیاز به منبع انرژی خارجی انجام می‌شود.

۴) در محلول موجود در قسمت C، با گذشت زمان از غلظت کاتیون‌های مس (II) کاسته می‌شود.

۳۳۸- گزینه ۲ عبارت‌های آ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ) اندازه‌گیری پتانسیل الکتریکی نیم‌سلول‌های مختلف به صورت جداگانه امکان‌پذیر نیست و کمیت موردنظر را باید به طور نسبی اندازه‌گیری کنیم.

ب) در جدول پتانسیل کاهشی استاندارد عناصر، فلزهایی که E° بزرگ‌تری داشته و کاهنده‌های ضعیف‌تری باشند، در موقعیت بالاتری از جدول قرار می‌گیرند و فلزهایی که کاهنده‌های قوی‌تری باشند، در موقعیت پایین‌تری قرار می‌گیرند.

پ) نیم‌واکنش‌های مطرح‌شده در جدول پتانسیل کاهشی استاندارد به صورت مقابل است: $\text{گونهٔ کاهنده} \rightarrow \text{گونهٔ اکسنده} + ne^-$

ت) الکترولیت به کار رفته در نیم‌سلول استاندارد هیدروژن، یک محلول اسیدی با $pH = ۰$ است و رنگ کاغذ pH در مجاورت با آن قرمز می‌شود.

۳۳۹- گزینه۲ چون پتانسیل کاهشی استاندارد روی منفی است، پس تیغهٔ روی در این سلول در نقش آند و الکترود استاندارد هیدروژن نیز در نقش کاتد است. تیغهٔ فلزی به کار رفته در نیم‌سلول استاندارد هیدروژن (کاتد) از جنس پلاتین است و در واکنش انجام‌شده در سلول شرکت نمی‌کند و جرم آن ثابت باقی می‌ماند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) با انجام واکنش در این سلول، اتم‌های Zn اکسایش یافته و غلظت یون روی را در محلول آندی افزایش می‌دهند. با کارکرد این سلول، کاتیون‌های موجود در محلول آندی نیز به سمت محلول کاتدی و نیم‌سلول استاندارد هیدروژن حرکت می‌کنند.

۳) واکنش کلی انجام‌شده در این سلول به صورت: $Zn(s) + ۲H^+(aq) \rightarrow Zn^{۲+}(aq) + H_۲(g)$ است.

۴) الکترود روی در نقش آند سلول موردنظر است و در نتیجه، قطب منفی این سلول گالوانی را تشکیل می‌دهد.

۳۴۰- گزینه۲ از میان موارد ذکرشده، جهت حرکت الکترون‌ها در مدار خارجی سلول و نیم‌واکنش انجام‌شده بر روی تیغهٔ مس به طور نادرست نشان داده شده است.

با توجه به بزرگ‌تربودن پتانسیل کاهشی استاندارد نقره نسبت به مس، تیغهٔ نقره‌ای در نقش کاتد (قطب مثبت) و تیغهٔ مسی در نقش آند (قطب منفی) این سلول خواهد بود. در این سلول گالوانی، همانند سایر سلول‌های گالوانی، الکترون‌ها در مدار خارجی از سمت آند به طرف کاتد جاری می‌شوند و آنیون‌های موجود در الکترولیت‌ها نیز به مرور زمان به سمت تیغهٔ آند حرکت می‌کنند.

۳۴۱- گزینه۲ اگر قدرت اکسندگی یون $Zn^{۲+}$ بیشتر از یون $Mg^{۲+}$ باشد، اتم‌های Zn قدرت کاهندگی کم‌تری نسبت به اتم‌های Mg خواهند داشت و همان‌طور که می‌دانیم، در جدول پتانسیل کاهشی استاندارد، گونه‌هایی با قدرت کاهندگی کم‌تر، E° بزرگ‌تری داشته و در موقعیت بالاتری قرار می‌گیرند. چون E° فلز روی بیشتر از فلز منیزیم است، محلول نمک‌های منیزیم را می‌توانیم در ظرف ساخته‌شده از جنس روی نگه‌داری کنیم. در سلول گالوانی منیزیم ـ روی نیز گونه‌ای که E° کوچک‌تر و قدرت کاهندگی بیشتری دارد، آند (قطب منفی) سلول را تشکیل می‌دهد؛ پس در این سلول، تیغهٔ منیزیم قطب منفی و تیغهٔ روی قطب مثبت را تشکیل می‌دهد.

۳۴۲- گزینه۴ از آن‌جا که E° فلز A نسبت به فلز M بزرگ‌تر است، اتم‌های $A(s)$ نسبت به اتم‌های $M(s)$ تمایل کم‌تری به از دست دادن الکترون دارند و به همین خاطر، در صورت مجاورت فلز A با محلولی که حاوی یون‌های $M^{۲+}$ است، هیچ واکنشی انجام نمی‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) چون فلز M پتانسیل کاهشی کوچک‌تری نسبت به دو فلز دیگر دارد، قدرت کاهندگی (میل به از دست دادن الکترون) آن از دو فلز دیگر بیشتر است.

۲) چون فلز A پتانسیل کاهشی بزرگ‌تری نسبت به دو فلز دیگر دارد، کاتیون‌های حاصل از این فلز اکسنده‌تر از دو کاتیون دیگر هستند.

۳) چون مقدار E° برای الکترود (II) از الکترود (III) بیشتر است، در سلول گالوانی تشکیل‌شده از این الکترودها، الکترود (II) نقش کاتد را دارد.

۳۴۳- گزینه۳ چون E° آهن بزرگ‌تر از آلومینیم است، اتم‌های این عنصر نسبت به اتم‌های آلومینیم تمایل کم‌تری به از دست دادن الکترون دارند و به همین خاطر، محلول‌های حاوی یون آلومینیم را می‌توان در ظرف آهنی نگه‌داری کرد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) از بین گونه‌های موجود در این جدول، آلومینیم دارای کم‌ترین مقدار E° بوده و یون $Al^{۳+}$ دارای کم‌ترین قدرت اکسندگی در میان گونه‌های اکسنده است.

۲) چون E° نقره بزرگ‌تر از آهن است، در سلول گالوانی تشکیل‌شده از این الکترودها، الکترود آهنی، آند (قطب منفی) را تشکیل می‌دهد.

۴) نقره، یک عنصر فلزی با E° مثبت است و در مجاورت با محلول‌های اسیدی، با محلول موردنظر واکنش نمی‌دهد.

۳۴۴- گزینه۳ عبارت‌های آ، ب و ث درست هستند.

بررسی پنج عبارت:

آ) نیم‌واکنش کاهش انجام‌شده در الکترود استاندارد هیدروژن، به صورت: $۲H^+(aq) + ۲e^- \rightarrow H_۲(g)$ است.

ب) فلز به کار رفته در این نیم‌سلول، از جنس پلاتین است که پتانسیل کاهشی استاندارد آن بزرگ‌تر از صفر می‌باشد.

پ) هیدروفلوئوریک اسید، یک اسید ضعیف با درجهٔ یونش کوچک‌تر از یک است؛ پس غلظت یون هیدروژن در محلول یک مولار آن کم‌تر از یک مول بر لیتر می‌شود و از این محلول نمی‌توانیم به عنوان محلول اسیدی موجود در نیم‌سلول استاندارد هیدروژن استفاده کنیم.

ت) منیزیم یک عنصر فلزی واکنش‌پذیر با E° کوچک‌تر از صفر است؛ پس در سلول گالوانی حاصل از اتصال نیم‌سلول منیزیم به SHE، تیغهٔ منیزیمی آند (قطب منفی) سلول را تشکیل می‌دهد.

ث) از نیم‌سلول استاندارد هیدروژن به عنوان یک مبنای مناسب جهت اندازه‌گیری E° سایر نیم‌سلول‌ها استفاده می‌شود.

۳۴۵- گزینه۱ براساس معادلهٔ واکنش انجام‌شده، قدرت کاهندگی آهن بیشتر از قدرت کاهندگی فلز M بوده و مقدار E° فلز آهن نیز کوچک‌تر از مقدار E° فلز M است. چون E° فلز آهن کوچک‌تر از فلز M است، در جدول پتانسیل کاهشی استاندارد نیز فلز آهن در موقعیت پایین‌تری نسبت به فلز M قرار می‌گیرد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) قدرت کاهندگی M کم‌تر از آهن بوده و با توجه به بار یون حاصل از این عنصر، اتم‌های M را می‌توان معادل با مس در نظر گرفت.

۳) در سلول گالوانی تشکیل‌شده از الکترودهای M و آهن، اتم‌های آهن اکسایش یافته و تیغهٔ آهنی در نقش آند ظاهر می‌شود.

۴) چون فلز M نسبت به آهن تمایل کم‌تری به از دست دادن الکترون دارد، پس محلول‌های حاوی یون‌های آهن (III) را می‌توان در ظروف ساخته‌شده از فلز M نگه‌داری کرد.

۳۴۶- گزینه۲ عبارت‌های پ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ در سلول‌های گالوانی، الکترون‌ها توسط مدار خارجی و یون‌های موجود در محلول‌ها نیز توسط دیوارهٔ متخلخل بین نیم‌سلول‌ها مبادله می‌شوند.

ب اگر نیم‌سلول SHE در موقعیت آند یک سلول باشد، نیم‌واکنش مقابل در آن انجام می‌شود: $H_2(g) \rightarrow 2H^+(aq) + 2e^-$

با انجام‌شدن این واکنش، مولکول‌های هیدروژن به یون‌های هیدروژن تبدیل شده و غلظت یون هیدروژن را در محلول افزایش می‌دهند. از آن‌جا که حاصل‌ضرب غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید در یک محلول ثابت و برابر با K_W است، پس با افزایش غلظت یون هیدروژن در این محلول، غلظت یون هیدروکسید کاهش پیدا می‌کند.

پ چون E° نیکل کم‌تر از E° نیم‌واکنش کاهش هیدروژن است، پس اتم‌های نیکل کاهنده‌تر از مولکول‌های H_2 خواهند بود.

ت نیم‌واکنش‌های موجود در سری الکتروشیمیایی به صورت مقابل هستند: گونهٔ کاهش‌یافته $\rightarrow$ گونهٔ اکسنده $+ ne^-$

۳۴۷- گزینه۳ در سلول موردنظر، واکنش مقابل انجام می‌شود: $Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$

به ازای اکسایش هر مول روی (معادل با ۶۵ گرم روی) در این سلول، ۲ مول e^- در مدار خارجی جاری شده و یک مول یون مس (معادل با ۶۴ گرم یون مس) روی تیغهٔ کاتدی رسوب می‌کند؛ پس می‌توان گفت به ازای عبور ۲ مول e^- در مدار، مجموع جرم تیغه‌های فلزی به اندازهٔ ۱ گرم کاهش پیدا می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ در صورت استفاده از دیوارهٔ غیرمتخلخل، کاتیون‌های Cu^{2+} موجود در محلول کاتدی به مرور کاهش یافته و روی تیغهٔ مسی رسوب می‌کنند؛ اما تغییری در غلظت آنیون‌ها ایجاد نمی‌شود. توجه داریم که چون تعداد کاتیون‌های موجود در نیم‌سلول کاتدی کاهش می‌یابد، این نیم‌سلول بار منفی پیدا می‌کند.

۲ چون ضریب یون‌های Cu^{2+} و Zn^{2+} برابر است، مقدار تغییر غلظت این یون‌ها نیز باید با هم برابر باشد؛ *اما در نمودار داده‌شده این‌طوری نیست!*

۴ در همهٔ انواع سلول‌های گالوانی، الکترون‌های موجود در مدار خارجی به سمت قطب مثبت (کاتد) حرکت می‌کنند.

۳۴۸- گزینه۲ با توجه به جهت حرکت الکترون‌ها در مدار خارجی، نیم‌سلول استاندارد هیدروژن در نقش قطب منفی (آند) و تیغهٔ فلزی M نیز در نقش قطب مثبت (کاتد) سلول است؛ پس $E^\circ(M^{2+}/M)$ بزرگ‌تر از صفر می‌شود. عبارت‌های پ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ چون پتانسیل کاهشی استاندارد فلز M بزرگ‌تر از صفر است، این عنصر در جدول پتانسیل کاهشی در موقعیت بالاتری نسبت به هیدروژن قرار می‌گیرد.

ب با کارکرد این سلول، کاتیون‌های موجود در محلول آندی (محلول موجود در SHE) به سمت نیم‌سلول کاتدی حرکت می‌کنند.

پ در سلول‌های گالوانی، تیغهٔ آند مطابق با قطب منفی سلول است.

ت با گذشت زمان، آنیون‌های موجود در نیم‌سلول M به سمت محلول آندی (محلول موجود در SHE) حرکت می‌کنند.

۳۴۹- گزینه۳ عبارت‌های أ، ب و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ یکی از وظایف دیوارهٔ متخلخل به کار رفته در سلول‌های گالوانی، کمک به خنثی‌کردن محلول‌های موجود در نیم‌سلول‌های آندی و کاتدی است.

ب با کم‌ترشدن E° نیم‌واکنش‌ها، قدرت اکسندگی گونهٔ موجود در سمت چپ آن‌ها (گونهٔ اکسندهٔ شرکت‌کننده در واکنش) کم‌تر شده و این گونهٔ شیمیایی تمایل کم‌تری به جذب الکترون خواهد داشت.

پ واکنش انجام‌شده در سلول گالوانی هیدروژن ـ مس به صورت مقابل است: $H_2(g) + Cu^{2+}(aq) \xrightarrow{2e^-} 2H^+(aq) + Cu(s)$

همان‌طور که مشخص است، در این سلول گالوانی اتم‌های مس کاهش یافته و مولکول‌های هیدروژن اکسایش پیدا می‌کنند.

ت با توجه به بزرگ‌تربودن پتانسیل کاهشی نقره نسبت به هیدروژن، از ظروف نقره‌ای می‌توان برای نگه‌داری محلول $HCl(aq)$ استفاده کرد.

۳۵۰- گزینه۲ با توجه به اطلاعات داده‌شده، E° الکترود A کم‌تر از الکترود B و E° الکترود B نیز کم‌تر از الکترود C است.

سری الکتروشیمیایی
C
B
A

موقعیت این عناصر در سری الکتروشیمیایی به صورت مقابل است:

بررسی چهار گزینه:

۱ در سری الکتروشیمیایی، با حرکت از بالا به پایین، قدرت اکسندگی (تمایل به گرفتن الکترون) برای گونه‌های اکسنده (کاتیون‌های فلزی) کاهش پیدا می‌کند، پس مقایسهٔ قدرت اکسندگی این کاتیون‌ها به صورت: $A^{2+} < B^{2+} < C^{2+}$ است.

۲ چون E° فلز A کوچک‌تر از فلز C است، اتم‌های عنصر A در واکنش با یون‌های C^{2+}، الکترون‌های خود را از دست داده و اکسایش پیدا می‌کنند و موجب کاهش یون‌های حاصل از عنصر C می‌شوند. این واکنش به طور طبیعی انجام شده و با آزادشدن انرژی همراه است.

۳ ترتیب قدرت کاهندگی اتم‌های این عناصر به صورت $C < B < A$ است.

۴ اگر پتانسیل کاهشی استاندارد فلز B کوچک‌تر از صفر باشد، پتانسیل کاهشی استاندارد عنصر A نیز کوچک‌تر از صفر می‌شود. از آن‌جا که پتانسیل کاهشی استاندارد فلز مس بزرگ‌تر از صفر است، پس در سلول گالوانی حاصل از الکترودهای A و مس، الکترود A در نقش آند ظاهر می‌شود.

۳۵۱- گزینه۳ با توجه به منفی‌بودن $E^\circ(Al^{+3}/Al)$، واکنش انجام‌شده در این سلول گالوانی به صورت زیر است:

$$2Al(s) + 6H^+(aq) \xrightarrow{6e^-} 3H_2(g) + 2Al^{3+}(aq)$$

با توجه به معادلهٔ این واکنش، حجم گاز هیدروژن تولیدشده و شمار الکترون‌های مبادله‌شده را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,L\,H_2 = 10/8\,g\,Al \times \frac{1\,mol\,Al}{27\,g\,Al} \times \frac{3\,mol\,H_2}{2\,mol\,Al} \times \frac{22/4\,L\,H_2}{1\,mol\,H_2} = 13/44\,L$$

$$?\,\text{الکترون} = 10/8\,g\,Al \times \frac{1\,mol\,Al}{27\,g\,Al} \times \frac{6\,mol\,\text{الکترون}}{2\,mol\,Al} \times \frac{6/02 \times 10^{23}\,\text{الکترون}}{1\,mol\,\text{الکترون}} = 7/224 \times 10^{23}$$

۳۵۲- گزینه۳ معادلهٔ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است:

$$Zn(s) + 2Ag^+(aq) \xrightarrow{2e^-} Zn^{2+}(aq) + 2Ag(s)$$

به ازای اکسایش هر مول اتم روی (۶۵ گرم اتم روی) در این واکنش، ۲ مول یون نقره (۲۱۶ گرم یون نقره) کاهش پیدا می‌کند. به عبارت دیگر، به ازای تبادل ۲ مول الکترون در این واکنش، ۶۵ گرم اتم روی از این تیغه جدا شده و ۲۱۶ گرم اتم نقره بر روی آن رسوب می‌کند؛ پس در مجموع جرم تیغه به اندازهٔ ۱۵۱ g افزایش پیدا می‌کند. با توجه به حجم و غلظت محلول، مقدار نظری افزایش جرم تیغه را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\,\text{افزایش جرم} = 200\,mL \times \frac{1\,L\,\text{محلول}}{1000\,mL\,\text{محلول}} \times \frac{0/2\,mol\,Ag^+}{1\,L\,\text{محلول}} \times \frac{151\,g\,\text{افزایش جرم}}{2\,mol\,Ag^+} = 3/02\,g$$

در مرحلهٔ بعد، با توجه به مقدار عملی افزایش جرم تیغهٔ فلزی، بازده درصدی واکنش را محاسبه می‌کنیم:

$$(R)\,\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 \Rightarrow R = \frac{2/416}{3/02} \times 100 = 80$$

۳۵۳- گزینه۱ از آن‌جا که اتم‌های مس می‌توانند یون‌های حاصل از فلز A را به اتم‌های خنثی بکاهند، پس قدرت کاهندگی (تمایل به از دست دادن الکترون) برای مس بیشتر از فلز A بوده و پتانسیل کاهشی استاندارد مس نیز کم‌تر از فلز A است.

سری الکتروشیمیایی
A
Cu
D و Fe

در نقطهٔ مقابل، چون فلز مس بر محلولی که محتوی یون‌های عنصر D است اثری ندارد، پس قدرت کاهندگی اتم‌های مس کم‌تر از اتم‌های عنصر D بوده و پتانسیل کاهشی استاندارد D کم‌تر از مس است. موقعیت این عناصر در سری الکتروشیمیایی به صورت مقابل است:

چون E° عنصر فلزی A بیشتر از D است، در سلول گالوانی تشکیل‌شده از عناصر A و D، الکترود A نقش کاتد را دارد و در مدار خارجی این سلول، الکترون‌ها به سمت الکترود کاتد (الکترود A) حرکت می‌کنند.

در سلول گالوانی تشکیل‌شده از الکترون‌های A و آهن نیز تیغهٔ A کاتد (قطب مثبت) سلول را تشکیل می‌دهد.

۳۵۴- گزینه۲ واکنش انجام‌شده در این سلول به صورت مقابل است:

$$Cu(s) + 2Ag^+(aq) \xrightarrow{2e^-} Cu^{2+}(aq) + 2Ag(s)$$

به ازای عبور ۲ مول الکترون از مدار خارجی این سلول، یک مول اتم مس اکسایش یافته و جرم تیغهٔ آندی به اندازهٔ ۶۴ گرم کاهش پیدا می‌کند. به ازای اکسایش یک مول اتم مس، ۲ مول یون نقره نیز کاهش یافته و جرم تیغهٔ کاتد به اندازهٔ ۲۱۶ گرم افزایش پیدا می‌کند. *جمع‌بندی بحث اینه که* به ازای عبور ۲ مول الکترون در مدار خارجی، به اندازهٔ ۲۸۰ g (۲۸۰ = ۶۴ + ۲۱۶) بین تیغه‌های آندی و کاتدی تفاوت جرم ایجاد می‌شود؛ پس داریم:

$$?\,g\,\text{تفاوت جرم} = 1/505 \times 10^{22}\,\text{الکترون} \times \frac{1\,mol\,\text{الکترون}}{6/02 \times 10^{23}\,\text{الکترون}} \times \frac{280\,g\,\text{تفاوت جرم}}{2\,mol\,\text{الکترون}} = 3/5\,g$$

۳۵۵- گزینه۱ از آن‌جا که E° نقره بزرگ‌تر از E° منیزیم است، در این سلول گالوانی تیغهٔ نقره‌ای در نقش کاتد (قطب مثبت) و تیغهٔ منیزیم در نقش آند (قطب منفی) قرار می‌گیرد. بر این اساس، فقط عبارت ب درست است.

بررسی چهار عبارت:

$$2Ag^+(aq) + Mg(s) \xrightarrow{2e^-} 2Ag(s) + Mg^{2+}(aq)$$

أ واکنش انجام‌شده در این سلول به شکل مقابل است:

به ازای اکسایش هر مول اتم منیزیم (۲۴ گرم منیزیم)، دو مول یون نقره (۲۱۶ گرم یون نقره) کاهش پیدا کرده و بر روی تیغهٔ کاتد می‌نشیند؛ پس میزان تغییر جرم تیغهٔ کاتدی ۹ برابر میزان تغییر جرم تیغهٔ آندی است.

ب الکترود نقره، قطب مثبت سلول گالوانی موردنظر را تشکیل می‌دهد.

پ به ازای اکسایش هر مول اتم منیزیم، یک مول کاتیون تولید شده و ۲ مول الکترون در مدار بیرونی جریان پیدا می‌کند.

ت نیم‌سلول نقره در نقش کاتد است و کاتیون‌ها از طریق دیوارهٔ متخلخل به سمت آن حرکت می‌کنند.

۳۵۶- گزینه۳ واکنش انجام‌شده در این سلول به صورت مقابل است:

$$Al(s) + 3Ag^+(aq) \rightarrow Al^{3+}(aq) + 3Ag(s)$$

با توجه به معادلهٔ واکنش انجام‌شده، آلومینیم آند این سلول و نقره کاتد آن را تشکیل می‌دهد. اگر جرم اولیهٔ هر کدام از این تیغه‌ها برابر با m گرم باشد، جرم تیغهٔ نقره‌ای پس از گذشتن یک بازهٔ زمانی، به اندازهٔ $0/6m$ افزایش پیدا کرده و به $1/6m$ گرم رسیده است. با توجه به میزان افزایش جرم این تیغه، میزان کاهش جرم تیغهٔ آلومینیم را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,g\,Al = 0/6m\,g\,Ag \times \frac{1\,mol\,Ag}{108\,g\,Ag} \times \frac{1\,mol\,Al}{3\,mol\,Ag} \times \frac{27\,g\,Al}{1\,mol\,Al} = 0/05m \text{ گرم}$$

با توجه به محاسبات انجام‌شده، جرم تیغهٔ آلومینیمی به اندازهٔ ۵ درصد کاهش پیدا کرده و به $0/95m$ گرم رسیده است.

۳۵۷- گزینه۲ *قبل از هر چیز، جا داره که یک خسته نباشید به طراح این سؤال باحال بگیم!!!* با توجه به منفی‌بودن عدد نشان داده شده بر روی ولت‌سنج، پی می‌بریم که قطب‌های ناهم‌نام سلول گالوانی و ولت‌سنج به یکدیگر متصل شده‌اند؛ پس تیغهٔ روی، قطب منفی (آند) سلول و نیم‌سلول استاندارد هیدروژن، قطب مثبت (کاتد) سلول را تشکیل می‌دهد. عبارت‌های ب و پ درست هستند.

بررسی پنج عبارت:

أ در سلول موردنظر، الکترود روی در نقش آند است؛ پس قدرت کاهندگی (تمایل به اکسیدشدن) آن از قدرت کاهندگی هیدروژن بیشتر است.

ب واکنش‌های انجام‌شده در سلول‌های گالوانی، با آزادشدن انرژی همراه بوده و ΔH آن‌ها کوچک‌تر از صفر است.

پ در این سلول گالوانی، همانند سایر سلول‌های گالوانی، جهت حرکت الکترون‌ها از سمت آند (تیغهٔ روی) به سمت کاتد است.

ت واکنش انجام‌شده در این سلول به صورت مقابل است: $Zn(s) + 2H^+(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + H_2(g)$

همان‌طور که مشخص است، در این سلول گالوانی گاز هیدروژن در حال تولیدشدن است.

ث *بدون نیاز به هیچ محاسبه‌ای*، در واکنش انجام‌شده در این سلول، یون هیدروژن در حال مصرف‌شدن است؛ پس با کارکرد سلول موردنظر، غلظت یون هیدروژن در محلول کاتدی کاهش پیدا می‌کند، *هرچند که الزامی برای انجام این محاسبات وجود نداره*. اما با اکسیدشدن ۶/۵ گرم روی (۰/۱ مول فلز روی)، ۰/۲ مول از یون‌های موجود در الکترولیت کاتدی نیز مصرف شده و غلظت یون هیدروژن در این محلول به ۰/۸ مول بر لیتر می‌رسد.

۳۵۸- گزینه۱ معادلهٔ واکنش انجام شده به صورت مقابل است: $Cu(s) + 2Ag^{2+}(aq) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + 2Ag(s)$

با توجه به غلظت نهایی یون مس (II) در محلول، مقدار اتم‌های مس اکسایش‌یافته را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,mol\,Cu = 200\,mL\,\text{محلول} \times \frac{1\,L\,\text{محلول}}{1000\,mL\,\text{محلول}} \times \frac{0/1\,mol\,Cu^{2+}}{1\,L\,\text{محلول}} \times \frac{1\,mol\,Cu}{1\,mol\,Cu^{2+}} = 0/02\,mol$$

در مرحلهٔ بعد، با توجه به سرعت متوسط واکنش، زمان سپری‌شده را محاسبه می‌کنیم.

$$\bar{R}_{\text{واکنش}} = \frac{\Delta n_{Cu}}{\text{ضریب} \times \Delta t} \Rightarrow 0/015 = \frac{0/02}{1 \times \Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{4}{3}\,min \Rightarrow \Delta t = 80\,s$$

به ازای اکسایش یک مول اتم مس (۶۴ گرم اتم مس) در این واکنش، ۲ مول یون نقره (۲۱۶ گرم نقره) کاهش پیدا می‌کند؛ پس به ازای اکسایش هر مول مس، جرم تیغهٔ واردشده به محلول به اندازهٔ $152\,g$ $(152 = 64 - 216)$ افزایش پیدا می‌کند.

$$?\,g\,\text{افزایش جرم} = 0/02\,mol\,Cu \times \frac{152\,g\,\text{افزایش جرم}}{1\,mol\,Cu} = 3/04\,g$$

۳۵۹- گزینه۳ واکنش انجام‌شده در این سلول به صورت مقابل است: $2Cr(s) + 3Fe^{2+}(aq) \xrightarrow{6e^-} 2Cr^{3+}(aq) + 3Fe(s)$

با توجه به میزان بار الکتریکی الکترون‌های جاری‌شده در مدار خارجی، شمار مول‌های این الکترون‌ها را به دست می‌آوریم:

$$?\,mol\,e^- = 3612\,\text{کولن} \times \frac{1\,e^-}{1/6 \times 10^{-19}\,\text{کولن}} \times \frac{1\,mol\,e^-}{6/02 \times 10^{23}\,e^-} = \frac{3}{80}\,mol$$

طی این فرایند به ازای مبادلهٔ ۶ مول الکترون، ۲ مول اتم کروم اکسایش یافته و ۳ مول یون آهن کاهش می‌یابد، پس داریم:

$$\text{تغییر جرم تیغهٔ کروم}: ?\,g\,Cr = \frac{3}{80}\,mol\,e^- \times \frac{2\,mol\,Cr}{6\,mol\,e^-} \times \frac{52\,g\,Cr}{1\,mol\,Cr} = 0/65\,g$$

$$\text{تغییر جرم تیغهٔ آهن}: ?\,g\,Fe = \frac{3}{80}\,mol\,e^- \times \frac{3\,mol\,Fe}{6\,mol\,e^-} \times \frac{56\,g\,Fe}{1\,mol\,Fe} = 1/05\,g$$

تیغهٔ آهنی در نقش کاتد و تیغهٔ کروم در نقش آند این سلول است. با توجه به محاسبات انجام‌شده، میزان تغییر جرم تیغهٔ کاتدی این سلول، به اندازه ۰/۴ گرم بیشتر از میزان تغییر جرم تیغهٔ آندی آن است.

۳۶۰- گزینه۳ واکنش انجام‌شده در این سلول به صورت مقابل است: $2Al(s) + 6H^+(aq) \rightarrow 2Al^{3+}(aq) + 3H_2(g)$

می‌دانیم که pH اولیهٔ محلول موجود در SHE برابر صفر است؛ پس غلظت یون هیدروژن موجود در این محلول را در حالت اولیه و پس از رسیدن pH محلول به ۰/۱ به دست می‌آوریم.

$$\text{محلول اولیه}: [H^+] = 10^{-pH} \Rightarrow [H^+] = 10^{0} = 1\,mol.L^{-1}$$

$$\text{محلول نهایی}: [H^+] = 10^{-pH} \Rightarrow [H^+] = 10^{-0/1} = \frac{10^{0/9}}{10} = \frac{(10^{0/3})^3}{10} = 0/8\,mol.L^{-1}$$

$$\text{کاهش غلظت} = 0/2\,mol.L^{-1}$$

با توجه به میزان کاهش غلظت یون هیدروژن، مقدار یون هیدروژن مصرف‌شده را به دست می‌آوریم.

$$?\,mol\,H^+ = ۸۰۰\,mL\,\text{محلول} \times \frac{۱\,L\,\text{محلول}}{۱۰۰۰\,mL\,\text{محلول}} \times \frac{۰/۲\,mol\,H^+}{۱\,L\,\text{محلول}} = ۰/۱۶\,mol$$

در مرحلهٔ بعد، میزان کاهش جرم تیغهٔ آلومینیم را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,g\,Al = ۰/۱۶\,mol\,H^+ \times \frac{۲\,mol\,Al}{۶\,mol\,H^+} \times \frac{۲۷\,g\,Al}{۱\,mol\,Al} = ۱/۴۴\,g$$

۳۶۱- گزینه۲ واکنش انجام‌شده در این سلول به صورت مقابل است:

$$Fe(s) + Ni^{۲+}(aq) \rightarrow Fe^{۲+}(aq) + Ni(s)$$

عبارت‌های ب و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ نیم‌واکنش کاهش انجام‌شده به صورت: $Ni^{۲+}(aq) + ۲e^- \rightarrow Ni(s)$ است. نیکل، پنجمین عنصر فراوان در سیارهٔ زمین به شمار می‌رود در حالی که فراوان‌ترین عنصر سازندهٔ کرهٔ زمین، آهن است.

ب قدرت کاهندگی آهن نسبت به نیکل بیشتر است و نیم‌واکنش اکسایش نیز در سطح تیغهٔ آهنی انجام می‌شود.

پ گونهٔ اکسندهٔ شرکت‌کننده در این واکنش، یون نیکل (II) و گونهٔ کاهندهٔ شرکت‌کننده در آن، اتم آهن است؛ پس داریم:

$$_{۲۶}Fe: ۱s^۲\,۲s^۲\,۲p^۶\,۳s^۲\,۳p^۶\,۳d^۶\,۴s^۲ \qquad _{۲۸}Ni^{۲+}: ۱s^۲\,۲s^۲\,۲p^۶\,۳s^۲\,۳p^۶\,۳d^۸$$

همان‌طور که واضح است، این گونه‌های شیمیایی، آرایش الکترونی مشابهی ندارند.

ت با گذشت زمان، اتم‌های آهن اکسایش یافته و یون‌های آهن (II) را وارد محلول موجود در اطراف تیغهٔ آهنی می‌کنند.

۳۶۲- گزینه۲ واکنش انجام شده در این سلول به صورت مقابل است:

$$۳Mg(s) + ۲Al^{۳+}(aq) \xrightarrow{۶e^-} ۳Mg^{۲+}(aq) + ۲Al(s)$$

با توجه به معادلهٔ واکنش، تیغهٔ منیزیم، آند این سلول گالوانی را تشکیل می‌دهد. براساس تغییر غلظت یون منیزیم تولیدشده در سمت آند، شمار مول‌های منیزیم اکسیدشده را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,mol\,Mg = ۲\,L\,\text{محلول} \times \frac{۱۰۰۰\,mL\,\text{محلول}}{۱\,L\,\text{محلول}} \times \frac{۱/۲۵\,g\,\text{محلول}}{۱\,mL\,\text{محلول}} \times \frac{۴۳۲\,g\,Mg}{۱۰^۶\,g\,\text{محلول}} \times \frac{۱\,mol\,Mg}{۲۴\,g\,Mg} = ۰/۰۴۵\,mol$$

با توجه به معادلهٔ واکنش انجام‌شده، به ازای اکسایش هر مول منیزیم، ۲ مول الکترون در مدار خارجی جریان پیدا می‌کند؛ پس داریم:

$$?\,e^-\,\text{تعداد} = ۰/۰۴۵\,mol\,Mg \times \frac{۲\,mol\,e^-}{۱\,mol\,Mg} \times \frac{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\,e^-\,\text{تعداد}}{۱\,mol\,e^-} = ۵/۴۱۸\times۱۰^{۲۲}$$

۳۶۳- گزینه۱ واکنش انجام‌شده در این سلول موردنظر به صورت زیر است:

$$۲Ag^+(aq) + H_۲(g) \xrightarrow{۲e^-} ۲Ag(s) + ۲H^+(aq)$$

ابتدا مقدار مول‌های یون نقرهٔ باقی‌مانده در محلول کاتدی را پس از جریان‌یافتن $۳/۰۱\times۱۰^{۲۳}$ الکترون در مدار خارجی به دست می‌آوریم.

$$\text{مقدار } Ag^+ \text{ مصرف‌شده}: ?\,mol\,Ag^+ = ۳/۰۱\times۱۰^{۲۳}\,e^- \times \frac{۱\,mol\,e^-}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\,e^-} \times \frac{۲\,mol\,Ag^+}{۲\,mol\,e^-} = ۰/۵\,mol$$

$$\text{مقدار } Ag^+ \text{ اولیه}: ?\,mol\,Ag^+ = ۱\,L\,\text{محلول} \times \frac{۱\,mol\,Ag^+}{۱\,L\,\text{محلول}} = ۱\,mol$$

$$\text{مقدار } Ag^+ \text{ باقی‌مانده} = \text{مقدار } Ag^+ \text{ اولیه} - \text{مقدار } Ag^+ \text{ مصرف‌شده} = ۱ - ۰/۵ = ۰/۵\,mol$$

از طرف مقابل، محلول آندی (محلول موجود در نیم سلول هیدروژن)، دارای ۲ مول یون کلرید است. با برداشتن دیواره، واکنش زیر انجام می‌شود:

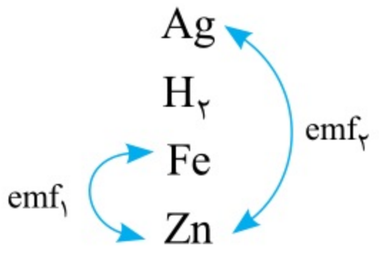
$$Ag^+(aq) + Cl^-(aq) \rightarrow AgCl(s)$$

با مصرف‌شدن ۰/۵ مول یون نقره در این واکنش، ۰/۵ مول رسوب نقره کلرید تولید می‌شود.

$$?\,g\,AgCl = ۰/۵\,mol\,Ag^+ \times \frac{۱\,mol\,AgCl}{۱\,mol\,Ag^+} \times \frac{۱۴۳/۵\,g\,AgCl}{۱\,mol\,AgCl} = ۷۱/۷۵\,g$$

۳۶۴- گزینه۲ تصویر مقابل، نمایی از جدول پتانسیل کاهشی استاندارد را نشان می‌دهد:

پتانسیل کاهشی استاندارد



چون E° روی کوچک‌تر از E° آهن است، اتم‌های روی قدرت کاهندگی (تمایل به از دست دادن الکترون) بیشتری نسبت به اتم‌های آهن دارند. چون E° نقره بزرگ‌تر از E° آهن است، یون‌های نقره قدرت اکسندگی (تمایل به جذب الکترون) بیشتری نسبت به یون‌های آهن (II) دارند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) چون اتم‌های روی نسبت به اتم‌های نقره، تمایل بیشتری به از دست دادن الکترون دارند، در صورت ریختن محلول حاوی نمک‌های نقره در ظروف ساخته‌شده از جنس روی، این ظروف دچار خوردگی می‌شوند.

۳) همان‌طور که در جدول پتانسیل‌های کاهشی نیز نشان داده شده است، تفاوت پتانسیل‌های کاهشی استاندارد روی و نقره بیشتر از تفاوت پتانسیل‌های کاهشی استاندارد روی و آهن است؛ پس پتانسیل الکتریکی سلول روی ـ نقره در شرایط استاندارد بزرگ‌تر از سلول دیگر خواهد بود.

۴) در سلول گالوانی آهن ـ نقره، الکترودی که E° بزرگ‌تری دارد (نقره)، به عنوان کاتد (قطب مثبت) در سلول قرار می‌گیرد.

۳۶۵- گزینه۲ قدرت اکسندگی یون‌های کبالت (II) بیشتر از قدرت اکسندگی یون‌های کروم (III) است؛ پس یون‌های کبالت (II) تمایل بیشتری به جذب الکترون داشته و در این سلول کاهش پیدا می‌کنند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) نیم‌سلول کروم، آند این سلول را تشکیل می‌دهد. به مرور زمان و با کارکرد این سلول، آنیون‌های موجود در محلول کاتدی (یون نیترات) به سمت محلول موجود در اطراف آند حرکت کرده و در این محلول تجمع پیدا می‌کنند.

۳) در این سلول، نیم‌واکنش کاهش در سطح کاتد (تیغهٔ کبالت) و نیم‌واکنش اکسایش در سطح آند (تیغهٔ کروم) انجام می‌شود.

۴) داریم:

$$emf = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = (-۰/۲۸) - (-۰/۷۴) = ۰/۴۶\ V$$

۳۶۶- گزینه۴ مقدار emf هر یک از سلول‌های داده‌شده را محاسبه می‌کنیم:

$$\left.\begin{array}{l} \text{سلول آهن-نیکل}: emf = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = (-۰/۲۵) - (-۰/۴۴) = ۰/۱۹\ V \\ \text{سلول روی-نیکل}: emf = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = (-۰/۲۵) - (-۰/۷۶) = ۰/۵۱\ V \end{array}\right\} \text{تفاوت emf ها} = ۰/۵۱ - ۰/۱۹ = ۰/۳۲\ V$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) چون قدرت کاهندگی (تمایل به از دست دادن الکترون) آهن کم‌تر از روی است، فلز آهن بر محلول نمک‌های روی بی‌اثر است.

۲) قدرت کاهندگی هر فلز با مقدار E° آن رابطهٔ عکس دارد؛ پس ترتیب قدرت کاهندگی این عناصر به صورت $Ni < Fe < Zn$ است.

۳) ترتیب قدرت اکسندگی کاتیون‌های داده‌شده به صورت $Zn^{۲+} < Fe^{۲+} < Ni^{۲+}$ است.

۳۶۷- گزینه۴ برای به دست آوردن یک سلول گالوانی با حداکثر ولتاژ ممکن، باید آند آن را از الکترودی انتخاب کنیم که حداقل پتانسیل الکترودی را داشته باشد. جنس کاتد سلول را نیز باید از الکترودی انتخاب کنیم که حداکثر پتانسیل الکترودی استاندارد را داشته باشد. از بین نیم‌سلول‌های داده‌شده، نیم‌سلول $Mn^{۲+}/Mn$ دارای حداقل پتانسیل کاهشی استاندارد و نیم‌سلول $Sn^{۴+}/Sn^{۲+}$ نیز دارای حداکثر پتانسیل کاهشی استاندارد است.

۳۶۸- گزینه۳ چون پتانسیل کاهشی استاندارد روی کوچک‌تر از هیدروژن است، تیغهٔ روی، آند (قطب منفی) و SHE نیز کاتد (قطب مثبت) سلول را تشکیل می‌دهد. با توجه به این‌که قطب‌های هم‌نام سلول و ولت‌سنج به یکدیگر متصل شده‌اند، پس علامت عدد نشان داده شده بر روی ولت‌سنج مثبت خواهد بود. اگر نیم‌سلول روی را با نیم‌سلول مس جایگزین کنیم، جای قطب‌های مثبت و منفی این سلول با یکدیگر عوض می‌شوند و علامت عدد نشان داده شده بر روی ولت‌سنج منفی می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) داریم:

$$emf = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = E^\circ(H^+/H_۲) - E^\circ(Zn^{۲+}/Zn) = ۰ - E^\circ(Zn^{۲+}/Zn) = -E^\circ(Zn^{۲+}/Zn)$$

با توجه به محاسبات بالا، emf این سلول، قرینهٔ پتانسیل کاهشی استاندارد روی است.

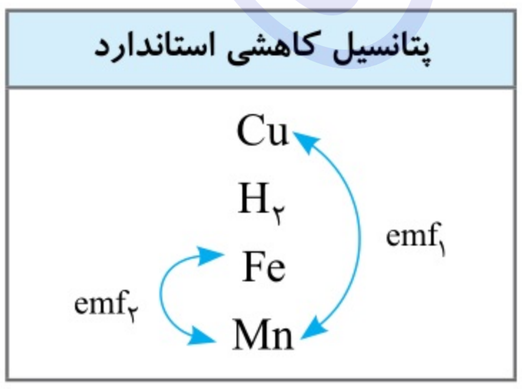
۲) واکنش انجام‌شده در این سلول به صورت مقابل است:

$$Zn(s) + ۲H^+(aq) \rightarrow Zn^{۲+}(aq) + H_۲(g)$$

از آن‌جا که در این واکنش، گاز $H_۲$ در حال تولیدشدن است، حجم گاز هیدروژن خارج‌شده از کاتد بیشتر از حجم گاز واردشده به آن می‌شود.

۴) نیم‌واکنش اکسایش اتم‌های روی، در مجاورت با آند (قطب منفی) این سلول انجام می‌شود.

۳۶۹- گزینه۳ موقعیت عناصر داده‌شده در جدول پتانسیل کاهشی به صورت مقابل است:



با توجه به موقعیت مس و منگنز، قدرت اکسندگی (تمایل به جذب الکترون) یون‌های مس (II) بیشتر از قدرت اکسندگی یون‌های منگنز (II) است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) برای نگه‌داری محلول نمک‌های یک عنصر فلزی، نمی‌توانیم از ظروف ساخته‌شده از عناصری با پتانسیل کاهشی استاندارد کوچک‌تر استفاده کنیم.

۲) در جدول پتانسیل‌های کاهشی، عناصری که در موقعیت بالاتری قرار می‌گیرند، قدرت کاهندگی کم‌تری دارند.

۴) با توجه به بیشتربودن تفاوت پتانسیل‌های کاهشی عناصر منگنز و مس، مقدار emf این سلول گالوانی بیشتر از سلول منگنز ـ آهن می‌شود.

۳۷۰- گزینه۴ عناصری که قدرت کاهندگی (تمایل به از دست دادن الکترون) کم‌تری نسبت به هیدروژن دارند، در جدول پتانسیل‌های کاهشی در موقعیت بالاتری قرار گرفته و پتانسیل کاهشی استاندارد آن‌ها نیز بزرگ‌تر از صفر است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) نیروی الکتروموتوری (emf) سلول‌های گالوانی، تفاوت پتانسیل الکتریکی نیم‌سلول‌های سازندهٔ آن سلول را نشان می‌دهد.

۲) در رابطه با این سلول داریم: $emf = -E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) \Rightarrow ۲ = E^\circ(\text{کاتد}) - (-۱/۶۶) \Rightarrow E^\circ(\text{کاتد}) = +۰/۳۴\ V$

۳) با ایجاد تغییر در هر یک از اجزای سازندهٔ سلول‌های گالوانی، ولتاژ ایجادشده توسط این سلول‌ها تغییر می‌کند.

۳۷۱- گزینه۲ واکنش انجام‌شده در این سلول به صورت مقابل است: $Ni(s) + ۲Ag^+(aq) \rightarrow Ni^{۲+}(aq) + ۲Ag(s)$

همان‌طور که مشخص است، در این سلول اتم‌های نیکل اکسایش یافته و اتم‌های نقره تولید می‌شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) داریم: $emf = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = (۰/۸) - (-۰/۲۵) = ۱/۰۵\ V$

۳) در سلول موردنظر، الکترود نقره در نقش کاتد (قطب مثبت) و الکترود نیکل در نقش آند (قطب منفی) هستند.

۴) ضمن انجام‌شدن واکنش در این سلول، آنیون‌ها از دیوارهٔ متخلخل به سمت آند (الکترود نیکل) حرکت می‌کنند.

۳۷۲- گزینه۱ ابتدا با توجه به emf سلول منگنز ـ مس، پتانسیل کاهشی استاندارد منگنز را به دست می‌آوریم:

$emf = E^\circ(\text{گونهٔ کاهش‌یافته}) - E^\circ(\text{گونهٔ اکسایش یافته}) \Rightarrow ۱/۵۲ = ۰/۳۴ - E^\circ(Mn^{۲+}/Mn) \Rightarrow E^\circ(Mn^{۲+}/Mn) = -۱/۱۸\ V$

در مرحلهٔ بعد، به کمک emf سلول منگنز ـ X، پتانسیل کاهشی عنصر X را محاسبه می‌کنیم.

$emf = E^\circ(\text{گونهٔ کاهش‌یافته}) - E^\circ(\text{گونهٔ اکسایش یافته}) \Rightarrow ۰/۴۴ = E^\circ(X^{۳+}/X) - (-۱/۱۸) \Rightarrow E^\circ(X^{۳+}/X) = -۰/۷۴\ V$

۳۷۳- گزینه۱ مقدار emf سلول را در دو حالت به دست می‌آوریم.

سلول روی ـ جیوه: $emf = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = (+۰/۸۵) - (-۰/۷۶) = ۱/۶۱\ V$

سلول روی ـ آهن: $emf = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = (-۰/۴۴) - (-۰/۷۶) = ۰/۳۲\ V$

$\Rightarrow$ تفاوت emf سلول‌ها $= ۱/۲۹\ v$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) چون پتانسیل کاهشی استاندارد روی، از عناصر آهن و جیوه کوچک‌تر است، در هر دو سلول تیغهٔ روی در نقش آند (قطب منفی) است.

۳) با انجام‌شدن واکنش در این سلول گالوانی، اتم‌های روی اکسایش یافته و مقدار یون روی در محلول بیشتر می‌شود.

۴) چون جای آند و کاتد در این سلول ثابت باقی می‌ماند، طی این فرایند تغییری در جهت جریان الکترون‌ها ایجاد نمی‌شود.

۳۷۴- گزینه۲ عبارت‌های ب و پ درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ) اندازه‌گیری پتانسیل کاهشی استاندارد نیم‌سلول‌ها در دمای $۲۵^\circ C$ و فشار ۱ اتمسفر انجام می‌شود در حالی که حجم مولی گازها در دمای صفر درجهٔ سانتی‌گراد و فشار ۱ اتمسفر برابر با ۲۲/۴ لیتر است.

ب) چون تیغهٔ فلز M به قطب منفی ولت‌سنج متصل است، پس پتانسیل کاهشی استاندارد آن قرینهٔ عدد موجود بر روی ولت‌سنج می‌شود.

پ) با توجه به این‌که عدد نشان داده شده بر روی ولت‌سنج مثبت است، پس قطب‌های هم‌نام سلول و ولت‌سنج به یکدیگر متصل شده‌اند و تیغهٔ فلزی ساخته‌شده از جنس M نیز قطب منفی سلول را تشکیل می‌دهد.

ت) آنیون‌های موجود در محلول کاتدی سلول‌های گالوانی از طریق دیوارهٔ متخلخل به سمت آند حرکت می‌کنند.

۳۷۵- گزینه۱ از آن‌جا که E° نقره مثبت و E° آهن و روی منفی است، پی می‌بریم که در این سلول‌ها الکترود نقره به عنوان کاتد و الکترود دیگر به عنوان آند است. در رابطه با emf این سلول‌ها داریم:

سلول آهن ـ نقره: $emf = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) \Rightarrow ۱/۱۶ = E^\circ(Ag^+/Ag) - E^\circ(Fe^{۳+}/Fe) \Rightarrow E^\circ(Fe^{۳+}/Fe) = E^\circ(Ag^+/Ag) - ۱/۱۶$

سلول روی ـ نقره: $emf = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) \Rightarrow ۱/۵۶ = E^\circ(Ag^+/Ag) - E^\circ(Zn^{۲+}/Zn) \Rightarrow E^\circ(Zn^{۲+}/Zn) = E^\circ(Ag^+/Ag) - ۱/۵۶$

همان‌طور که مشخص است، E° آهن بزرگ‌تر از روی بوده و در سلول گالوانی حاصل از این دو عنصر، تیغهٔ آهنی در نقش کاتد و تیغهٔ روی در نقش آند است.

بر این اساس، emf سلول موردنظر را محاسبه می‌کنیم. سلول روی ـ آهن : $emf = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = E^\circ(Fe^{۳+}/Fe) - E^\circ(Zn^{۲+}/Zn)$

$\Rightarrow emf = (E^\circ(Ag^+/Ag) - ۱/۱۶) - (E^\circ(Ag^+/Ag) - ۱/۵۶) = ۰/۴\ V$

واکنش انجام‌شده در این سلول به صورت مقابل است: $۲Fe^{۳+}(aq) + ۳Zn(s) \rightarrow ۲Fe(s) + ۳Zn^{۲+}(aq)$

۳۷۶- گزینه۲ با توجه به این‌که عدد نشان داده شده بر روی هر ولت‌سنج مثبت است، پس قطب‌های هم‌نام سلول‌های گالوانی و ولت‌سنج‌ها به یکدیگر متصل شده است. می‌دانیم که پتانسیل کاهشی استاندارد هیدروژن برابر صفر است؛ پس بر این اساس اعداد نشان داده شده بر روی این ولت‌سنج‌ها، E° فلز Y برابر با $-۰/۷۴\ V$ و E° فلز X برابر با $+۰/۳۴\ V$ است.

در سلول گالوانی حاصل از اتصال الکترودهای X و Y، واکنش مقابل انجام می‌شود: $X^{۲+}(aq) + Y(s) \rightarrow X(s) + Y^{۲+}(aq)$

در این سلول گالوانی، الکترود X در نقش کاتد و الکترود Y در نقش آند است؛ پس داریم:

$emf = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) \Rightarrow emf = ۰/۳۴ - (-۰/۷۴) = ۱/۰۸\ V$

۳۷۷- گزینهٔ ۴ با ورود تیغهٔ مسی به محلول، واکنش مقابل انجام می‌شود: $Zn(s)+Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq)+Cu(s)$

همان‌طور که مشخص است، به ازای مصرف هر یون مس (II) در این واکنش، یک یون روی در محلول تولید می‌شود. به عبارت دیگر، با انجام‌شدن این واکنش، تغییری در غلظت یون‌های موجود در محلول ایجاد نشده و رسانایی الکتریکی محلول ثابت می‌ماند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) واکنش انجام‌شده در سلول هیدروژن ـ مس، به صورت مقابل است: $Cu^{2+}(aq)+H_2(g) \rightarrow Cu(s)+2H^+(aq)$

این در حالی است که با ورود یک تیغهٔ مسی به محلول هیدروکلریک اسید، هیچ واکنشی بین تیغه و محلول انجام نمی‌شود.

۲) در سلول هیدروژن ـ نقره، الکترود نقره در نقش کاتد می‌باشد در حالی که در سلول آهن ـ هیدروژن، الکترود هیدروژن در نقش کاتد است.

$$\left.\begin{array}{l} \text{سلول هیدروژن ـ نقره: } emf = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = (0/80) - (0) = 0/8\ V \\ \text{سلول آهن ـ هیدروژن: } emf = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = (0) - (-0/44) = 0/44\ V \end{array}\right\} \Rightarrow \text{تفاوت emf سلول‌ها} = 0/36\ V$$

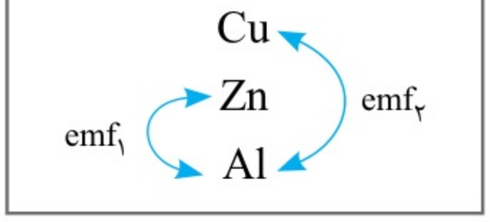
۳) در نیم‌سلول استاندارد هیدروژن، غلظت یون هیدروژن برابر با یک مول بر لیتر است؛ پس داریم:

$$K_W = [H^+][OH^-] \Rightarrow 10^{-14} = [H^+][OH^-] \xrightarrow{[H^+]=1} [OH^-] = 10^{-14}\ mol.L^{-1}$$

۳۷۸- گزینهٔ ۲ از آن‌جا که در جدول پتانسیل‌های کاهشی، آلومینیم در موقعیت پایین‌تری نسبت به روی قرار می‌گیرد، پس E° آلومینیم کم‌تر از E° روی بوده و در سلول گالوانی حاصل از این دو عنصر، الکترود روی در نقش کاتد و الکترود آلومینیم در نقش آند است. بر این اساس، عبارت‌های أ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ موقعیت این عناصر در جدول پتانسیل‌های کاهشی به صورت مقابل است:

پتانسیل کاهشی استاندارد


همان‌طور که مشخص است، تفاوت پتانسیل کاهشی استاندارد عناصر آلومینیم و مس، بیشتر بوده و مقدار emf حاصل از این سلول بیشتر از مقدار emf سلول آلومینیم ـ روی است.

ب با توجه به بزرگ‌تربودن E° روی، تمایل یون‌های روی به گرفتن الکترون بیشتر از یون‌های آلومینیم است.

پ قطب منفی (آند) این سلول از آلومینیم تشکیل شده است و نیم‌واکنش اکسایش آلومینیم در مجاورت آن انجام می‌شود.

ت با انجام واکنش در این سلول، اتم‌های آلومینیم به یون آلومینیم اکسایش یافته و غلظت این یون را در محلول آندی افزایش می‌دهند.

۳۷۹- گزینهٔ ۱ در سلول گالوانی مس ـ نقره، الکترودی که E° بزرگ‌تری دارد (الکترود نقره) در نقش کاتد است و در سلول قلع ـ مس نیز الکترود مس در نقش کاتد است. در رابطه با این سلول‌های گالوانی داریم:

$$\left.\begin{array}{l} \text{سلول مس ـ نقره: } emf_1 = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = (0/8) - (0/33) = 0/47\ V \\ \text{سلول قلع ـ مس: } emf_2 = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = (0/33) - (-0/14) = 0/47\ V \end{array}\right\} \Rightarrow emf_1 = emf_2$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) پتانسیل الکتریکی سلول گالوانی قلع ـ نقره برابر با ۰/۹۴ ولت و پتانسیل الکتریکی سلول قلع ـ مس برابر با ۰/۴۷ ولت است.

۳) در سلول قلع ـ مس، الکترود مس در نقش کاتد است و الکترون‌های موجود در مدار بیرونی سلول به سمت این الکترود جاری می‌شوند.

۴) در سلول نقره ـ مس، الکترود نقره در نقش کاتد و الکترود مس در نقش آند است. در سمت آند این سلول، اتم‌های مس اکسید شده و وارد محلول الکترولیت می‌شوند و به همین خاطر، شدت رنگ الکترولیت موجود در سمت آند به مرور زمان افزایش پیدا می‌کند.

۳۸۰- گزینهٔ ۲ عبارت‌های ب و پ درست هستند.

بررسی پنج عبارت:

أ برای آن‌که نیم‌واکنش $Fe^{3+}(aq)+e^- \rightarrow Fe^{2+}(aq)$ در مجاورت با تیغهٔ پلاتینی انجام شود، این تیغه باید در موقعیت کاتد سلول گالوانی قرار بگیرد. در این شرایط، تیغهٔ A در نقش آند سلول قرار می‌گیرد و با گذشت زمان، از جرم آن کاسته می‌شود.

ب یون‌های آهن (II) و آهن (III)، براساس واکنش‌های زیر با محلول سدیم هیدروکسید واکنش می‌دهند:

Fe^{2+} یون: $Fe^{2+}(aq)+2NaOH(aq) \rightarrow Fe(OH)_2(s) \Rightarrow$ تولید رسوب سبزرنگ در محلول محتوی این یون

Fe^{3+} یون: $Fe^{3+}(aq)+3NaOH(aq) \rightarrow Fe(OH)_3(s) \Rightarrow$ تولید رسوب قرمزرنگ در محلول محتوی این یون

پس از اضافه‌کردن محلول سدیم هیدروکسید به این محلول، با توجه به رنگ رسوب تولیدشده، می‌توانیم نوع یون موجود در محلول را مشخص کنیم.

پ در موقعیت آند این سلول گالوانی (الکترود A) فقط از الکترودی می‌توان استفاده کرد که E° آن کوچک‌تر از $E^\circ(Fe^{3+}/Fe^{2+})$ باشد.

ت واکنش انجام‌شده در این سلول به صورت مقابل است: $2Fe^{3+}(aq)+A(s) \rightarrow 2Fe^{2+}(aq)+A^{2+}(aq)$

ث در مدار خارجی این سلول، الکترون‌ها از سمت آند به سمت کاتد (تیغهٔ پلاتینی) جاری می‌شوند.

۳۸۱- گزینهٔ ۲ الکترود آلومینیم، آند این سلول و الکترود مس نیز کاتد آن را تشکیل می‌دهد؛ پس داریم:

$$emf = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) \Rightarrow emf = (0/34) - (-1/66) = 2\ V$$

واکنش انجام‌شده در این سلول به صورت مقابل است:

$$3Cu^{2+}(aq) + 2Al(s) \xrightarrow{6e^-} 3Cu(s) + 2Al^{3+}(aq)$$

ابتدا با توجه به شمار الکترون‌های مبادله‌شده، جرم یون مس (II) مصرف‌شده را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,g\,Cu^{2+} = 1/505\times10^{24}\,e^- \times \frac{1\,mol\,e^-}{6/02\times10^{23}\,e^-} \times \frac{3\,mol\,Cu^{2+}}{6\,mol\,e^-} \times \frac{64\,g\,Cu^{2+}}{1\,mol\,Cu^{2+}} = 80\,g$$

در مرحلهٔ بعد، جرم اولیهٔ یون‌های موجود در محلول کاتدی را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\,Cu^{2+} = 4\,L_{محلول} \times \frac{1\,mol\,Cu^{2+}}{1\,L_{محلول}} \times \frac{64\,g\,Cu^{2+}}{1\,mol\,Cu^{2+}} = 256\,g$$

محلول اولیهٔ موجود در کاتد، $4480\,g$ جرم داشته و $256\,g$ یون مس (II) نیز در آن حل شده است. با مصرف‌شدن ۸۰ گرم از یون‌های مس (II) موجود در این محلول، جرم محلول به $4400\,g$ و جرم یون‌های مس (II) موجود در آن نیز به $176\,g$ می‌رسد؛ پس داریم:

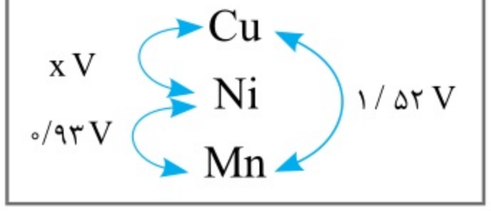
$$\text{درصد جرمی یون } Cu^{2+} = \frac{\text{جرم یون } Cu^{2+}}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \frac{176}{4400} \times 100 = 4$$

۳۸۲- گزینه۲ در سلول گالوانی A، قطب‌های ناهم‌نام سلول و ولت‌سنج به یکدیگر متصل شده‌اند؛ پس تیغهٔ منگنز قطب منفی و تیغهٔ مس قطب مثبت این سلول را تشکیل می‌دهد. با توجه به این سلول، پتانسیل کاهشی استاندارد مس بزرگ‌تر از منگنز است.

در سلول گالوانی B، با توجه به علامت عدد روی ولت‌سنج، قطب‌های هم‌نام سلول و ولت‌سنج به یکدیگر متصل هستند؛ پس تیغهٔ نیکل قطب مثبت و تیغهٔ منگنز قطب منفی سلول را تشکیل می‌دهد. با توجه به این سلول، پتانسیل کاهشی استاندارد نیکل نیز بزرگ‌تر از منگنز است.

با توجه به اعداد نشان داده شده بر روی ولت‌سنج‌ها، پتانسیل کاهشی Cu به اندازهٔ ۱/۵۲ ولت و پتانسیل کاهشی Ni به اندازهٔ ۰/۹۳ ولت بیشتر از پتانسیل کاهشی منگنز است؛ پس موقعیت این عناصر در جدول پتانسیل‌های کاهشی به صورت مقابل می‌شود:

پتانسیل کاهشی استاندارد



عبارت‌های ب و پ درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

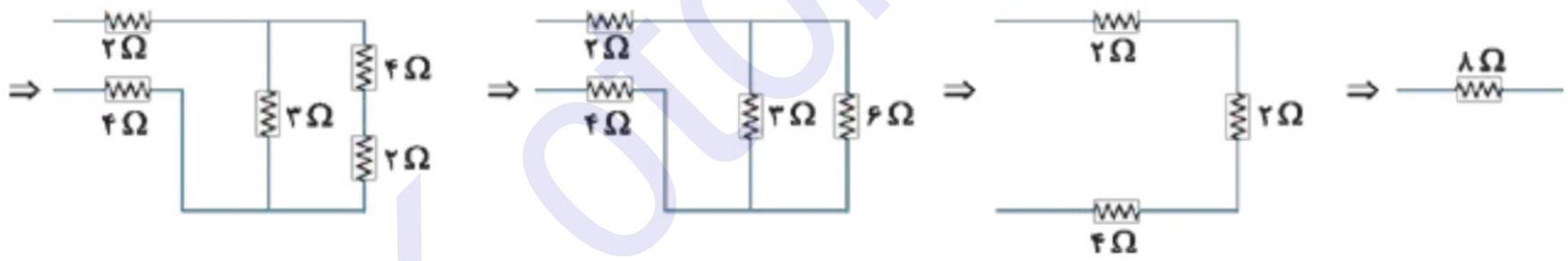
أ با توجه به پتانسیل کاهشی این عناصر، قدرت کاهندگی (تمایل به از دست دادن الکترون) برای اتم‌های Mn بیشتر از اتم‌های Ni است.

ب با توجه به جدول پتانسیل‌های کاهشی این عناصر در جدول بالا، مقدار x معادل با $0/59\,V$ می‌شود.

پ یون‌های مس (II) در مقایسه با یون‌های نیکل (II)، تمایل بیشتری به جذب الکترون (قدرت اکسندگی) دارند.

ت چون پتانسیل کاهشی منگنز کوچک‌تر است، در سلول گالوانی منگنز ـ نیکل، الکترود منگنز در نقش آند سلول ظاهر می‌شود.

۳۸۳- گزینه۳ قبل از هر چیز، باید مقاومت معادل با مقاومت‌های قرار داده شده در مدار را محاسبه کنیم.



در مرحلهٔ بعد، ولتاژ دو سر سلول گالوانی با توجه به جریان عبوری از مدار و مقاومت کل محاسبه می‌کنیم.

$$V = I.R \Rightarrow V = 0/25\times8 = 2\,V \xrightarrow{V=emf} emf = 2\,V$$

با توجه به جهت حرکت الکترون‌ها در این مدار، الکترود M قطب منفی (آند) این سلول و الکترود مس نیز قطب مثبت (کاتد) سلول را تشکیل می‌دهد. براساس emf سلول و پتانسیل کاهشی استاندارد مس، مقدار پتانسیل کاهشی استاندارد عنصر M را محاسبه می‌کنیم:

$$emf = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) \Rightarrow 2 = (0/34) - E^\circ(M^{2+}/M) \Rightarrow E^\circ(M^{2+}/M) = -1/66\,V$$

۳۸۴- گزینه۳ با توجه به کم‌تربودن E° نیکل نسبت به E° جیوه، اتم‌های نیکل قدرت کاهندگی (تمایل به از دست دادن الکترون) بیشتری نسبت به اتم‌های جیوه دارند. در نقطهٔ مقابل، یون‌های جیوه (II) قدرت اکسندگی بیشتری نسبت به یون‌های نیکل (II) خواهند داشت.

در رابطه با واکنش میان یون‌های مس (II) و اتم‌های آهن نیز داریم:

$$E^\circ_{\text{واکنش}} = E^\circ(\text{گونهٔ اکسنده}) - E^\circ(\text{گونهٔ کاهنده}) = (0/34) - (-0/44) = 0/78\,V \Rightarrow E^\circ_{\text{واکنش}} > 0$$

چون E° واکنش موردنظر بزرگ‌تر از صفر می‌شود، پس این واکنش به صورت طبیعی انجام شده و گرما آزاد می‌کند.

۳۸۵- گزینه۱ فقط عبارت أ درست است.

بررسی چهار عبارت:

أ چون E° واکنش موردنظر بزرگ‌تر از صفر است، این واکنش در شرایط استاندارد به طور طبیعی انجام می‌شود.

$$E^\circ_{\text{واکنش}} = E^\circ(\text{گونهٔ اکسنده}) - E^\circ(\text{گونهٔ کاهنده}) = (-0/14) - (-2/38) = 2/24\,V$$

ب در سلول گالوانی موردنظر، تیغهٔ قلع در نقش کاتد و تیغهٔ منیزیمی در نقش آند است، پس داریم:

$$emf = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) \Rightarrow emf = (-۰/۱۴) - (-۲/۳۸) = ۲/۲۴\ V$$

پ قدرت اکسندگی (تمایل به گرفتن الکترون) برای یون‌های قلع (II) بیشتر از یون‌های منیزیم است.

ت چون پتانسیل کاهشی منیزیم کوچک‌تر از قلع است، موقعیت منیزیم در جدول پتانسیل‌های کاهشی استاندارد پایین‌تر از قلع خواهد بود.

۳۸۶- گزینهٔ ۴ از آن‌جا که اتم‌های خنثی فلز M با یون‌های نقره واکنش داده و به یون‌های $M^{۲+}$ تبدیل می‌شوند، پس مقدار E° فلز M باید کم‌تر از مقدار E° فلز نقره باشد. از میان عناصر جیوه و مس، پتانسیل کاهشی مس کوچک‌تر از نقره است؛ پس این عنصر می‌تواند در موقعیت فلز M قرار بگیرد. واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است:

$$۲Ag^+(aq) + Cu(s) \rightarrow ۲Ag(s) + Cu^{۲+}(aq)$$

با توجه به معادلهٔ واکنش انجام‌شده، داریم:

$$?\,g\,Ag = ۰/۰۱\,mol\,Cu \times \frac{۲\,mol\,Ag}{۱\,mol\,Cu} \times \frac{۱۰۸\,g\,Ag}{۱\,mol\,Ag} = ۲/۱۶\,g$$

۳۸۷- گزینهٔ ۳ با توجه به منفی‌بودن E° واکنش اول، پی می‌بریم که E° گونهٔ اکسندهٔ شرکت‌کننده در این واکنش (یون $A^{۲+}$)، کوچک‌تر از E° گونهٔ کاهندهٔ شرکت‌کننده در این واکنش (اتم B) است؛ پس داریم:

$$E^\circ(B^{۲+}/B) > E^\circ(A^{۲+}/A)$$

با توجه به مثبت‌بودن E° واکنش دوم نیز نتیجه می‌گیریم که E° گونهٔ اکسندهٔ شرکت‌کننده در این واکنش (یون $D^{۲+}$)، بزرگ‌تر از E° گونهٔ کاهندهٔ شرکت‌کننده در این واکنش (اتم B) است؛ پس داریم:

$$E^\circ(D^{۲+}/D) > E^\circ(B^{۲+}/B)$$

موقعیت این عناصر در جدول پتانسیل‌های کاهشی به صورت مقابل است:

پتانسیل کاهشی استاندارد
D
B
A

با توجه به مثبت‌شدن E° واکنش، $A + D^{۲+} \rightarrow A^{۲+} + D$، این واکنش در شرایط استاندارد و به طور طبیعی انجام شده و با انجام‌شدن آن، انرژی آزاد می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ ترتیب قدرت کاهندگی (تمایل به از دست دادن الکترون) این فلزها به صورت: $D < B < A$ است.

۲ ترتیب قدرت اکسندگی (تمایل به به دست آوردن الکترون) برای این کاتیون‌ها به صورت: $A^{۲+} < B^{۲+} < D^{۲+}$ است.

۴ در این شرایط، پتانسیل کاهشی استاندارد فلز A کوچک‌تر از $۰/۳۳$ ولت می‌شود اما از مثبت یا منفی بودن مقدار پتانسیل کاهشی این عنصر اطلاعی نداریم و به همین خاطر، نمی‌توانیم در رابطه با واکنش این عنصر با محلول هیدروکلریک اسید اظهارنظر کنیم.

۳۸۸- گزینهٔ ۳ با توجه به E° این نیم‌واکنش‌ها، قوی‌ترین گونهٔ اکسنده در سمت چپ نیم‌واکنشی قرار دارد که مقدار E° آن نسبت به سایر نیم‌واکنش‌ها بزرگ‌تر باشد. بر این اساس، یون طلا (I)، قوی‌ترین گونهٔ اکسنده به شمار می‌رود.

در نقطهٔ مقابل، قوی‌ترین گونهٔ کاهنده در سمت راست نیم‌واکنشی قرار خواهد داشت که E° آن نسبت به E° سایر واکنش‌ها منفی‌تر باشد؛ پس اتم‌های قلع، قوی‌ترین گونهٔ کاهنده از میان گونه‌های موجود هستند.

واکنش یون‌های جیوه (II) با اتم‌های قلع به صورت مقابل است:

$$Sn(s) + Hg^{۲+}(aq) \rightarrow Sn^{۲+}(aq) + Hg(s)$$

در رابطه با این واکنش، داریم:

$$E^\circ_{\text{واکنش}} = E^\circ(\text{گونهٔ اکسنده}) - E^\circ(\text{گونهٔ کاهنده}) = (۰/۸۵) - (-۰/۱۴) = ۰/۹۹\ V$$

چون E° این واکنش بزرگ‌تر از صفر است، از واکنش میان گونه‌های شرکت‌کننده در آن انرژی آزاد می‌شود.

۳۸۹- گزینهٔ ۱ با توجه به جدول پتانسیل‌های کاهشی، گونهٔ اکسنده (گونه‌ای که الکترون می‌گیرد) بالاتر، با گونه‌های کاهنده‌ای (گونه‌هایی که الکترون از دست می‌دهند) که در موقعیت پایین‌تری از جدول قرار دارند، به طور طبیعی واکنش‌داده و طی این فرایند انرژی آزاد می‌شود. بر این اساس، واکنش‌های مطرح‌شده در موارد أ و پ به طور طبیعی انجام می‌شوند.

واکنش انجام‌شده در مورد ت را می‌توان به صورت مقابل نوشت:

$$Br_۲(aq) + ۲Cl^-(aq) \rightarrow Cl_۲(g) + ۲Br^-(aq)$$

همان‌طور که مشخص است، در این واکنش یون‌های کلرید به عنوان گونهٔ کاهنده، اکسایش پیدا می‌کنند و مولکول‌های برم نیز به عنوان گونهٔ اکسنده، کاهش پیدا می‌کنند.

۳۹۰- گزینهٔ ۳ اگر الکترود استاندارد هیدروژن در موقعیت آند یک سلول گالوانی قرار داده شود، نیم‌واکنش اکسایش مولکول‌های $H_۲$ در این نیم‌سلول انجام شده و یون‌های هیدروژن تولید می‌شود، اما جرم تیغهٔ پلاتینی موجود در این الکترود ثابت باقی می‌ماند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ چون پتانسیل کاهشی استاندارد سرب منفی‌تر از نقره است، نیم‌واکنش کاهش این عنصر در سری الکتروشیمیایی در موقعیت پایین‌تری قرار می‌گیرد.

۲ در سلول گالوانی هیدروژن ـ مس، یون‌های مس (II) کاهش یافته و مولکول‌های هیدروژن اکسید می‌شوند.

۴ چون E° این واکنش مثبت است، فرایند موردنظر در شرایط استاندارد به صورت طبیعی انجام شده و با آزادشدن انرژی همراه است.

۳۹۱- گزینهٔ ۲ معادلهٔ واکنش‌های انجام‌شده به همراه E° این واکنش‌ها به صورت زیر است:

$$I)\ Fe^{۲+}(aq) + Ni(s) \rightarrow Fe(s) + Ni^{۲+}(aq)\ ;\ E^\circ_{\text{واکنش}} = -۰/۱۹\ V \Rightarrow$$ واکنش به طور طبیعی انجام نمی‌شود.

$$II)\ ۲Fe^{۳+}(aq) + ۳Ni(s) \rightarrow ۲Fe(s) + ۳Ni^{۲+}(aq)\ ;\ E^\circ_{\text{واکنش}} = +۰/۲۱\ V \Rightarrow$$ واکنش به طور طبیعی انجام می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) چون E° نیم‌واکنش $Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$ نسبت به E° نیم‌واکنش $Fe \rightarrow Fe^{3+} + 3e^-$ منفی‌تر است، گونهٔ اکسندهٔ موجود در نیم‌واکنش اول، قدرت اکسندگی (تمایل به جذب الکترون) کم‌تری نسبت به گونهٔ اکسندهٔ موجود در نیم‌واکنش دوم خواهد داشت.

۳) چون پتانسیل کاهشی نیکل کم‌تر از پتانسیل کاهشی SHE است، در سلول نیکل ـ هیدروژن تیغهٔ نیکلی در نقش آند ظاهر می‌شود.

۴) آهن (III) هیدروکسید یک مادهٔ نامحلول در آب است و به همین خاطر، با ریختن یک مول از این ماده در یک لیتر آب، محلولی با غلظت یک مولار از یون‌های آهن (III) حاصل نمی‌شود.

۳۹۲- گزینه ۴ واکنش انجام‌شده در باتری‌های روی ـ نقره به صورت مقابل است: $Zn(s) + Ag_2O(s) \rightarrow ZnO(s) + 2Ag(s)$

همان‌طور که مشخص است، فلز روی در این واکنش اکسید می‌شود؛ پس این فلز، آند (قطب منفی) باتری را تشکیل می‌دهد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) باتری‌ها نوعی از سلول‌های گالوانی هستند که از آن‌ها به عنوان منبع انرژی الکتریکی استفاده می‌شود.

۲) پتانسیل کاهشی استاندارد لیتیم در مقایسه با سایر عناصر فلزی کوچک‌تر بوده و اتم‌های این عنصر بیشترین خاصیت کاهندگی را در میان عناصر فلزی دارند.

۳) با انجام‌شدن نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش در آند و کاتد باتری‌ها، جریان الکتریکی در مدار بیرونی برقرار می‌شود.

۳۹۳- گزینه ۳ عبارت‌های ب، پ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ گونه‌های کاهنده و اکسنده در باتری‌های روی ـ نقره، به ترتیب شامل روی و نقره اکسید می‌شوند. حالت فیزیکی این دو ماده جامد (s) است.

ب باتری‌های دگمه‌ای نوعی از باتری‌های لیتیمی هستند که در اندازه‌ها و شکل‌های گوناگون تولید شده و به کار می‌روند.

پ به کمک دو تیغهٔ فلزی یک میوه مانند لیمو، می‌توانیم یک باتری لیمویی را بسازیم.

ت از آن جا که لیتیم چگالی کمی دارد و پتانسیل کاهشی استاندارد آن نیز خیلی کوچک است، از آن برای ساختن باتری‌های کوچک‌تر و با توانایی ذخیرهٔ بیشتر انرژی استفاده می‌شود.

۳۹۴- گزینه ۲ لیتیم نسبت به سایر فلزات کاهنده‌تر بوده و مقدار پتانسیل کاهشی استاندارد آن نسبت به سایر عناصر فلزی کم‌تر است. بر این اساس، موقعیت لیتیم در سری الکتروشیمیایی پایین‌تر از سایر فلزات خواهد بود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) از باتری‌های لیتیمی قابل شارژ، در ساختن لپ‌تاب‌ها و تلفن‌های همراه استفاده می‌شود.

۳) پسماندهای الکترونیکی شامل مقدار زیادی از مواد شیمیایی گوناگون می‌شوند و نباید در طبیعت رها شوند.

۴) چون لیتیم پتانسیل کاهشی استاندارد کوچک‌تری نسبت به روی و سایر عناصر فلزی دارد، اگر از این عنصر به جای عنصر روی در آند باتری‌های روی ـ نقره استفاده کنیم، پتانسیل الکتریکی این باتری‌ها افزایش پیدا می‌کند.

۳۹۵- گزینه ۲ عبارت‌های أ و ب درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ در باتری‌های روی ـ نقره، همانند سایر سلول‌های گالوانی، الکترون‌های تولیدشده در آند (قطب منفی) به سمت قطب مثبت جاری می‌شوند.

ب برخی از پسماندهای الکترونیکی به دلیل داشتن مقدار قابل توجهی از مواد و فلزهای ارزشمند و گران‌قیمت، منبعی برای بازیافت این مواد هستند.

پ در باتری‌های روی ـ نقره، اتم‌های روی در نقش عامل کاهنده اکسایش پیدا می‌کنند، پس برای محاسبهٔ emf این باتری‌ها باید پتانسیل کاهشی نیم‌واکنش اکسایش اتم‌های روی را از پتانسیل کاهشی استاندارد نیم‌واکنش کاهش کم کنیم.

ت طی واکنش‌های انجام‌شده در باتری‌ها، بخشی از انرژی شیمیایی موجود در مواد به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.

۳۹۶- گزینه ۱ واکنش انجام‌شده در سلول روی ـ هیدروژن به صورت مقابل است: $Zn(s) + 2H^+(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + H_2(g)$

همان‌طور که مشخص است، در این سلول اتم‌های روی به عنوان عامل کاهنده، اکسایش پیدا می‌کنند.

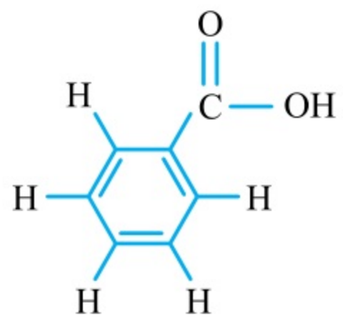
بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) اگر یون روی اکسنده‌تر از یون آلومینیم باشد، قدرت کاهندگی اتم‌های آلومینیم بیشتر از قدرت کاهندگی اتم‌های روی خواهد شد.

۳) چگالی فلز لیتیم نسبت به سایر عناصر فلزی کم‌تر بوده و مقدار پتانسیل کاهشی استاندارد این عنصر منفی‌تر از سایر عناصر فلزی است.

۴) با توجه به معادلهٔ واکنش انجام‌شده، اتم‌های A قدرت کاهندگی کم‌تری نسبت به اتم‌های B داشته و پتانسیل کاهشی استاندارد این عنصر در مقایسه با عنصر B بزرگ‌تر است؛ پس عنصر A در سری الکتروشیمیایی در موقعیت بالاتری نسبت به عنصر B قرار می‌گیرد.

۳۹۷- گزینه ۱ فرمول شیمیایی بنزوئیک اسید به صورت $C_7H_6O_2$ و فرمول ساختاری آن به شکل مقابل است:



از آن‌جا که بنزوئیک اسید یک گونهٔ بدون بار است، پس جمع جبری عدد اکسایش اتم‌های آن برابر صفر است.

$$\text{بارمولکول} = 2 \times \text{عدداکسایش O} + 6 \times \text{عدداکسایش H} + 7 \times \text{عدداکسایش C}$$

$$\Rightarrow 0 = 2 \times (-2) + 6 \times (+1) + 7x \Rightarrow 7x = -2$$

بررسی چهار گزینه:

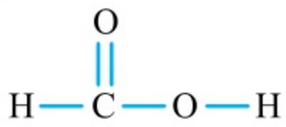
۱) $K_2S : 0 = 2\times(+1) + x \Rightarrow x = -2$ ✓

۲) $CH_2O : 0 = x + 2\times(+1) + 1\times(-2) \Rightarrow x = 0$

۳) $HNO_3 : 0 = 1\times(+1) + x + 3\times(-2) \Rightarrow x = +5$

۴) $KClO_3 : 0 = 1\times(+1) + x + 3\times(-2) \Rightarrow x = +5$

۳۹۸- گزینهٔ ۴ اولین عضو خانوادهٔ کربوکسیلیک اسیدها، متانوئیک اسید $(HCOOH)$ با فرمول ساختاری مقابل است:



بار مولکول $= 1\times C$ عدداکسایش $+ 2\times O$ عدداکسایش $+ 2\times H$ عدداکسایش $\Rightarrow 0 = x + 2\times(-2) + 2\times(+1) \Rightarrow x = +2$

بررسی چهار گزینه:

۱) $MgC_2 : 0 = 1\times(+2) + 2x \Rightarrow x = -1$

۲) $CaCO_3 : 0 = 1\times(+2) + x + 3\times(-2) \Rightarrow x = +4$

۳) $CF_4 : 0 = x + 4\times(-1) \Rightarrow x = +4$

۴) برای محاسبهٔ عدد اکسایش کربن در KCN، این ترکیب را به یون‌های K^+ و CN^- تفکیک می‌کنیم و عدد اکسایش اتم کربن را به کمک رسم ساختار لوویس یون CN^- به دست می‌آوریم. چون اتم نیتروژن خاصیت نافلزی بیشتری دارد، الکترون‌های پیوندی را به این اتم نسبت می‌دهیم. $[:C\equiv N:]^-$

عدد اکسایش اتم C = تعداد الکترون‌های ظرفیتی − تعداد الکترون‌های نسبت‌داده‌شده $= 4 - 2 = +2$

۳۹۹- گزینهٔ ۳ واکنش موازنه‌شدهٔ سوختن استون (C_3H_6O) را نوشته و مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن را در هر سمت آن مشخص می‌کنیم.

واکنش سوختن استون: $C_3H_6O + 4O_2 \rightarrow 3CO_2 + 3H_2O$

$C_3H_6O : 0 = 3x + 6\times(+1) + 1\times(-2) \Rightarrow 3x = -4$

$CO_2 : 0 = x + 2\times(-2) \Rightarrow x = +4$

بین فراورده‌های این واکنش، ۳ مولکول CO_2 وجود دارد؛ پس مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن در میان فراورده‌ها برابر $3\times 4 = +12$ است.

مجموع عدد اکسایش اتم‌های C در فراورده‌ها − مجموع عدد اکسایش اتم‌های C در واکنش‌دهنده‌ها = تغییرات عدد اکسایش اتم‌های C

$12 - (-4) = 16$

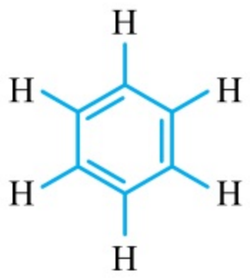
۴۰۰- گزینهٔ ۳ عدد اکسایش اتم‌های کلر در $Mg(ClO_3)_2$ و ClF_3 به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$Mg(ClO_3)_2 : 0 = 1\times(+2) + 2x + 6\times(-2) \Rightarrow 2x = 10 \Rightarrow x = +5$

$ClF_3 : 0 = x + 3\times(-1) \Rightarrow x = +3$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) ساختار مولکولی بنزن به صورت مقابل است:



همان‌طور که مشخص است، هر اتم کربن موجود در ساختار بنزن به یک اتم H متصل شده و عدد اکسایش آن برابر (-1) است.

۲) برای محاسبهٔ عدد اکسایش اتم‌های N در یون نیترات (NO_3^-) و مولکول دی‌نیتروژن پنتااکسید (N_2O_5) به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$NO_3^- : -1 = x + 3\times(-2) \Rightarrow x = +5$

$N_2O_5 : 0 = 2x + 5\times(-2) \Rightarrow x = +5$

۴) واکنش سوختن متان به صورت $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l)$ است. طی این واکنش، عدد اکسایش اتم‌های کربن از -4 به $+4$ افزایش پیدا می‌کند (۸ واحد تغییر) اما عدد اکسایش اتم اکسیژن از صفر به -2 کاهش پیدا می‌کند (۲ واحد تغییر).

۴۰۱- گزینهٔ ۱ عدد اکسایش اتم‌های کربن و نیتروژن را در مولکول‌های HCN و $HOCN$ به کمک ساختار لوویس آن‌ها محاسبه می‌کنیم:

HCN: $H-C\equiv N:$

عدداکسایش اتم $C = 4 - 2 = +2$

عدداکسایش اتم $N = 5 - 8 = -3$

$HOCN$: $:N\equiv C-\ddot{O}-H$

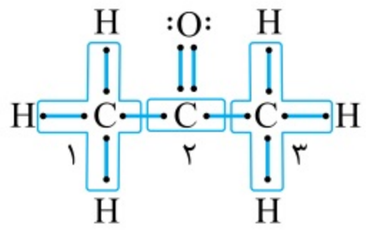
عدداکسایش اتم $C = 4 - 0 = +4$

عدداکسایش اتم $N = 5 - 8 = -3$

۴۰۲- گزینهٔ ۴ همهٔ عبارت‌های داده‌شده درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

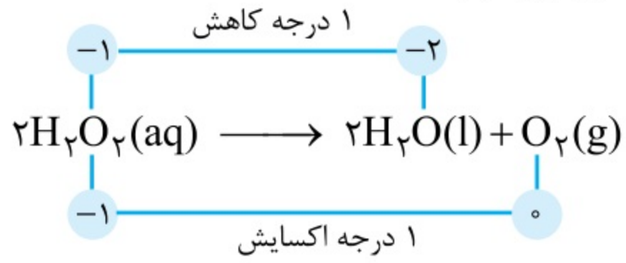
آ) ساختار لوویس مولکول استون را رسم کرده و عدد اکسایش هر اتم کربن موجود در آن را محاسبه می‌کنیم.



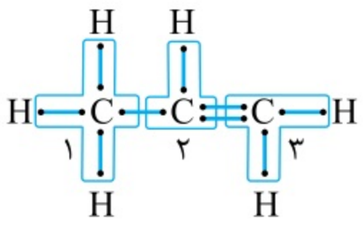
عدد اکسایش کربن (۱) و (۳) $= 4 - 7 = -3$

عدد اکسایش کربن (۲) $= 4 - 2 = +2$

ب) واکنش تجزیهٔ هیدروژن پراکسید به صورت مقابل است:



همان‌طور که مشخص است، در این واکنش عدد اکسایش نیمی از اتم‌های O، کاهش یافته است.



پ ابتدا ساختار لوویس پروپن را رسم کرده و عدد اکسایش هر اتم کربن موجود در آن را محاسبه می‌کنیم.

عدداکسایش‌کربن (۱) $= 4 - 7 = -3$

عدداکسایش‌کربن (۲) $= 4 - 5 = -1$

عدداکسایش‌کربن (۳) $= 4 - 6 = -2$

ت عدد اکسایش اتم‌های منگنز و گوگرد را به کمک فرمول شیمیایی هر ترکیب محاسبه می‌کنیم.

$CaMnO_4 : 1\times(+2) + x + 4\times(-2) \Rightarrow x = +6$

$Na_2S_2O_7 : 0 = 2\times(+1) + 2x + 7\times(-2) \Rightarrow x = +6$

۴۰۳- گزینه ۴ **روش اول:** معادلهٔ سوختن هر ترکیب را نوشته و تغییرات عدد اکسایش اتم‌های کربن را بررسی می‌کنیم.

۱) سوختن اتین : $2C_2H_2 + 5O_2 \longrightarrow 4CO_2 + 2H_2O$ (۵ درجه اکسایش: $-1 \to +4$)

۲) سوختن بنزن : $2C_6H_6 + 15O_2 \longrightarrow 12CO_2 + 6H_2O$ (۵ درجه اکسایش: $-1 \to +4$)

۳) سوختن اتن : $C_2H_4 + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 2H_2O$ (۶ درجه اکسایش: $-2 \to +4$)

۴) سوختن بنزن : $2C_6H_6 + 15O_2 \longrightarrow 12CO_2 + 6H_2O$ (۵ درجه اکسایش: $-1 \to +4$)

سوختن اتان : $2C_2H_6 + 7O_2 \longrightarrow 4CO_2 + 6H_2O$ (۷ درجه اکسایش: $-3 \to +4$)

سوختن اتان : $2C_2H_6 + 7O_2 \longrightarrow 4CO_2 + 6H_2O$ (۷ درجه اکسایش: $-3 \to +4$)

سوختن اتین : $2C_2H_2 + 5O_2 \longrightarrow 4CO_2 + 2H_2O$ (۵ درجه اکسایش: $-1 \to +4$)

سوختن اتین : $2C_2H_2 + 5O_2 \longrightarrow 4CO_2 + 2H_2O$ (۵ درجه اکسایش: $-1 \to +4$)

روش دوم: می‌دانیم که فراوردهٔ حاصل از سوختن همهٔ هیدروکربن‌ها، مولکول‌های H_2O و CO_2 هستند. از آن‌جا که عدد اکسایش اتم کربن در فراوردهٔ همهٔ این واکنش‌ها یکسان است، پس اگر عدد اکسایش اتم‌های کربن در دو مورد از این هیدروکربن‌ها نیز با هم مساوی باشد، میزان تغییرات عدد اکسایش یک اتم کربن در واکنش سوختن کامل آن دو هیدروکربن نیز با هم برابر می‌شود. از میان گزینه‌های داده‌شده، عدد اکسایش اتم‌های کربن فقط در گونه‌های موجود در ۴ یکسان است.

۴۰۴- گزینه ۱ واکنش تجزیهٔ کلسیم کربنات به صورت مقابل است: $CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g)$

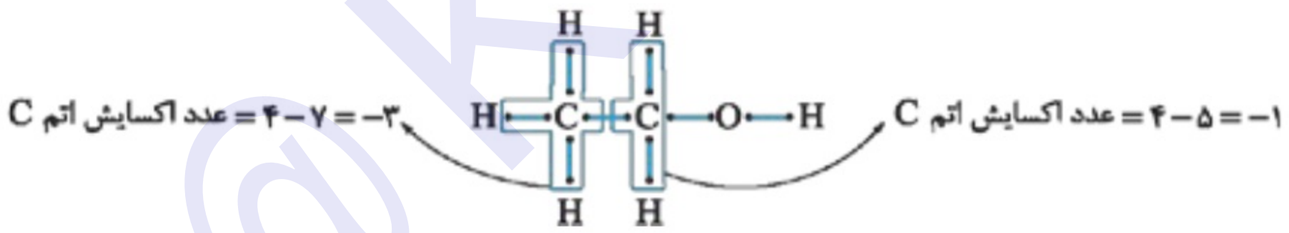
از آن‌جا که عدد اکسایش همهٔ اتم‌ها در میان گونه‌های فراورده و واکنش‌دهنده یکسان است، این واکنش را نمی‌توان در دستهٔ واکنش‌های اکسایش ـ کاهش قرار داد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) تغییرات عدد اکسایش اتم‌های اکسیژن در این واکنش به شکل مقابل است:

$2Na_2O_2(s) \longrightarrow 2Na_2O(s) + O_2(g)$ (−۱ → −۲ : ۱ درجه کاهش؛ −۱ → ۰ : ۱ درجه اکسایش)

۳) ساختار مولکول‌های اتانول به صورت مقابل است:



۴) عدد اکسایش اتم هیدروژن در ترکیب با عناصر نافلزی، برابر ۱+ و در ترکیب با عناصر فلزی مثل سدیم برابر ۱− است.

۴۰۵- گزینه ۴ **بررسی چهار گزینه:**

۱) $Na_2S_2O_7 : 0 = 2\times(+1) + 2x + 7\times(-2) \Rightarrow x = +6$

۲) $K_2Cr_2O_7 : 0 = 2\times(+1) + 2x + 7\times(-2) \Rightarrow x = +6$

۳) $NaClO_4 : 0 = 1\times(+1) + x + 4\times(-2) \Rightarrow x = +7$

۴) $P_4O_6 : 0 = 4x + 6\times(-2) \Rightarrow x = +3$

$SO_3 : 0 = x + 3\times(-2) \Rightarrow x = +6$

$CrO_3 : 0 = x + 3\times(-2) \Rightarrow x = +6$

$Cl_2O_7 : 0 = 2x + 7\times(-2) \Rightarrow x = +7$

$H_3PO_4 : 0 = 3\times(+1) + x + 4\times(-2) \Rightarrow x = +5$

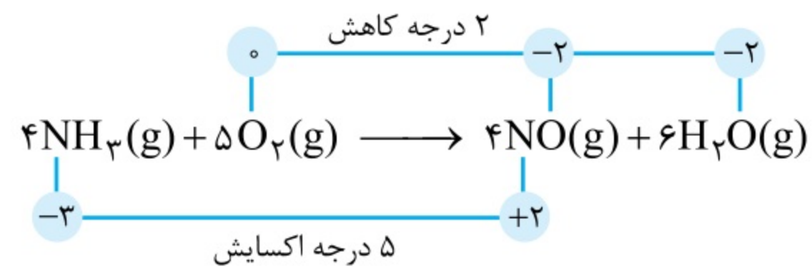
۴۰۶- گزینه ۱ فقط عبارت آ نادرست است.

بررسی چهار عبارت:

آ عدد اکسایش اتم‌های فلزی به حالت عنصری برابر صفر و در ترکیب با عناصر نافلزی، مقادیر مثبت می‌شود اما هیچ‌گاه نمی‌تواند مقادیر منفی را به خودش اختصاص بدهد.

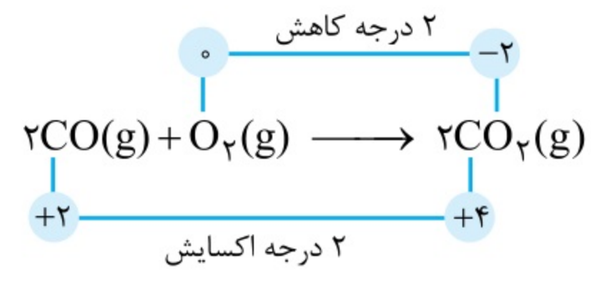
ب عدد اکسایش اتم‌های اکسیژن در $KClO_3$ برابر -2 و در O_2 برابر صفر است؛ پس طی این واکنش، همهٔ اتم‌های اکسیژن اکسید می‌شوند و عدد اکسایش آن‌ها افزایش پیدا می‌کند.

پ تغییر عدد اکسایش اتم‌ها در این واکنش به صورت مقابل است:



چون عدد اکسایش اتم‌های N و O تغییر می‌کند، این واکنش از نوع اکسایش ـ کاهش است.

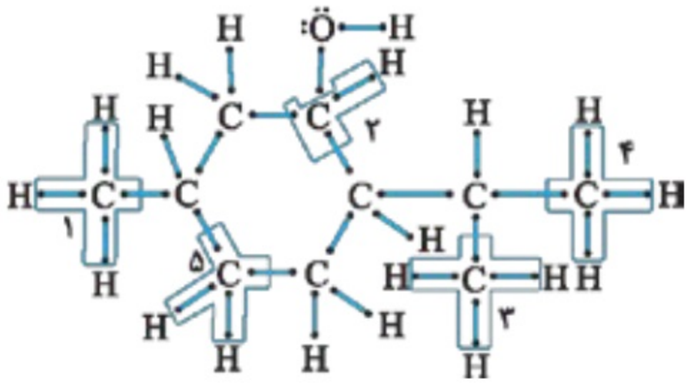
ت تغییر عدد اکسایش اتم‌ها در واکنش سوختن کربن مونوکسید به صورت مقابل است:



۴۰۷- گزینهٔ ۳ ابتدا ساختار هر مولکول را رسم کرده و عدد اکسایش هر اتم کربن را پیدا می‌کنیم. توجه داریم که خاصیت نافلزی کربن از اکسیژن کم‌تر است؛ پس الکترون‌های پیوندی در پیوندهای $(C=O)$ و $(C-O)$ را به اتم اکسیژن نسبت می‌دهیم؛ در حالی که خاصیت نافلزی این عنصر از هیدروژن بیشتر است و به همین خاطر، الکترون‌های پیوندی در پیوند $(C-H)$ را به اتم کربن نسبت می‌دهیم.

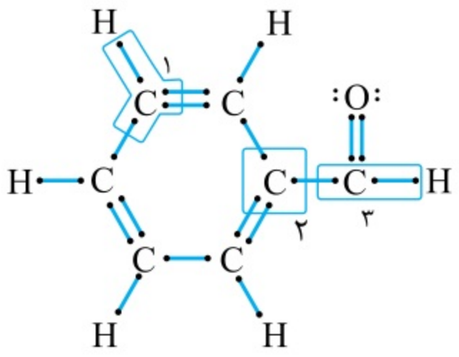
بررسی چهار گزینه:

۱ ساختار منتول به صورت مقابل است:



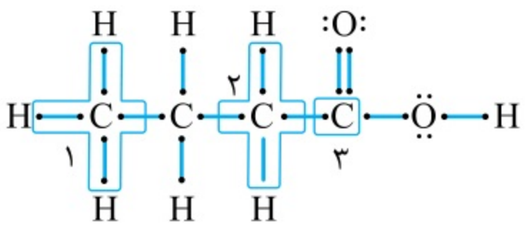
$$\text{حداکثر تفاوت} = 0-(-3) = 3 \begin{cases} \text{عدد اکسایش کربن شمارهٔ (۲)} = 4-4 = 0 \\ \text{عدد اکسایش کربن شمارهٔ (۵)} = 4-6 = -2 \\ \text{عدد اکسایش کربن‌های شمارهٔ (۱)، (۳) و (۴)} = 4-7 = -3 \end{cases}$$

۲ ساختار مولکول‌های بنزآلدهید به صورت مقابل است:



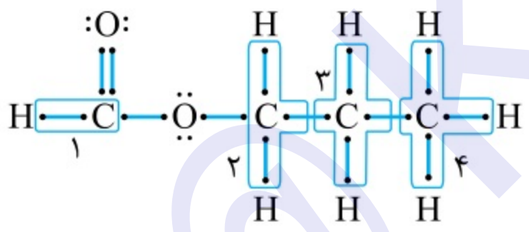
$$\text{حداکثر تفاوت} = +1-(-1) = 2 \begin{cases} \text{عدد اکسایش کربن شمارهٔ (۱)} = 4-5 = -1 \\ \text{عدد اکسایش کربن شمارهٔ (۲)} = 4-4 = 0 \\ \text{عدد اکسایش کربن شمارهٔ (۳)} = 4-3 = +1 \end{cases}$$

۳ ساختار مولکولی بوتانوئیک اسید به صورت مقابل است:



$$\text{حداکثر تفاوت} = +3-(-3) = 6 \begin{cases} \text{عدد اکسایش کربن شمارهٔ (۱)} = 4-7 = -3 \\ \text{عدد اکسایش کربن شمارهٔ (۲)} = 4-6 = -2 \\ \text{عدد اکسایش کربن شمارهٔ (۳)} = 4-1 = +3 \end{cases}$$

۴ ساختار پروپیل متانوات به صورت مقابل است:

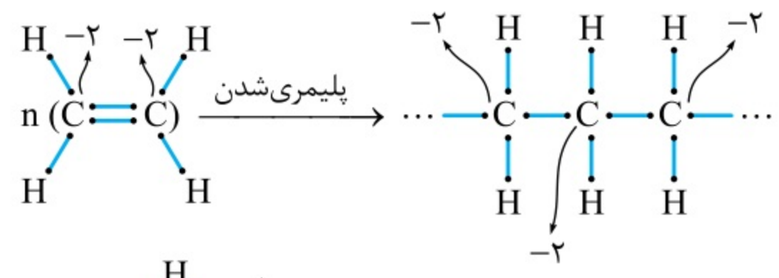


$$\text{حداکثر تفاوت} = +2-(-3) = 5 \begin{cases} \text{عدد اکسایش کربن شمارهٔ (۱)} = 4-2 = +2 \\ \text{عدد اکسایش کربن شمارهٔ (۲)} = 4-5 = -1 \\ \text{عدد اکسایش کربن شمارهٔ (۳)} = 4-6 = -2 \\ \text{عدد اکسایش کربن شمارهٔ (۴)} = 4-7 = -3 \end{cases}$$

۴۰۸- گزینهٔ ۲ عبارت‌های پ و ت درست هستند.

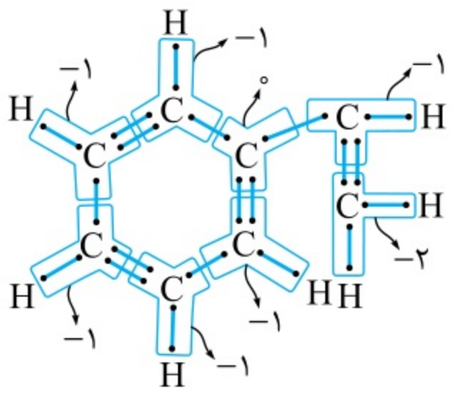
بررسی چهار عبارت:

أ واکنش انجام‌شده و عدد اکسایش اتم‌های کربن شرکت‌کننده در آن به صورت زیر است:



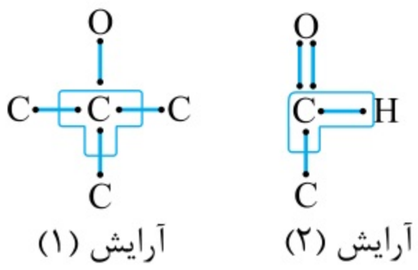
ب لیتیم، کاهنده‌ترین عنصر فلزی است؛ پس قدرت اکسندگی (تمایل برای به دست آوردن الکترون) یون لیتیم نسبت به سایر کاتیون‌های فلزی کم‌تر خواهد بود.

پ ساختار مولکول‌های استیرن و عدد اکسایش اتم‌های کربن موجود در ساختار آن به صورت مقابل است:



ت در واکنش سوختن منیزیم، عدد اکسایش اتم‌های اکسیژن از صفر به -2 می‌رسد.

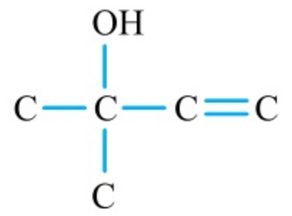
۴۰۹- گزینه ۳ در حالتی که آرایش اتم‌ها در اطراف اتم کربن به یکی از دو صورت مقابل باشد، عدد اکسایش اتم کربن برابر $(+1)$ می‌شود:


آرایش (۱)

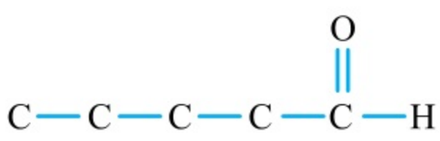
آرایش (۲)

برای آن‌که در یکی از ایزومرهای ترکیبی با فرمول $C_5H_{10}O$، عدد اکسایش اتم کربن متصل به اکسیژن برابر $(+1)$ باشد، ایزومر موردنظر باید دارای یکی از آرایش‌های رسم‌شده باشد. ترکیب‌های زیر، دارای چنین آرایش‌هایی از اتم‌ها هستند:

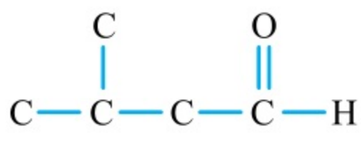
I) آرایش (۱):



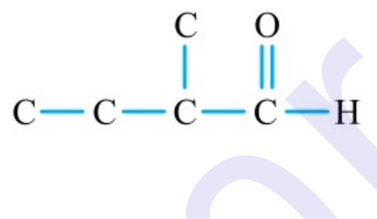
II) آرایش (۲):



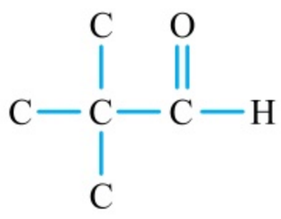
III) آرایش (۲):



IV) آرایش (۲):



V) آرایش (۲):



همان‌طور که مشخص است، در ۵ مورد از ایزومرهای ترکیبی با فرمول شیمیایی $C_5H_{10}O$، عدد اکسایش اتم کربن متصل به اکسیژن برابر $(+1)$ است.

۴۱۰- گزینه ۳ عبارت‌های أ و ث درست هستند.

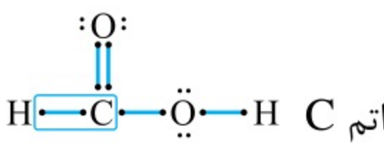
بررسی پنج عبارت:

أ فرمول شیمیایی فسفر پنتاکلرید به صورت PCl_5 است.

$PCl_5 : 0 = x + 5\times(-1) \Rightarrow x = +5$

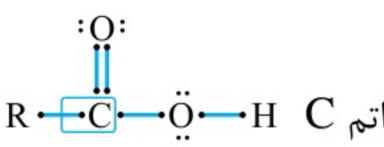
ب به‌جز متانوئیک اسید، در بقیهٔ کربوکسیلیک اسیدها، عدد اکسایش اتم کربن موجود در گروه عاملی برابر $(+3)$ است.

متانوئیک اسید:



عدد اکسایش اتم C $= 4 - 2 = +2$

سایر کربوکسیلیک اسیدها:



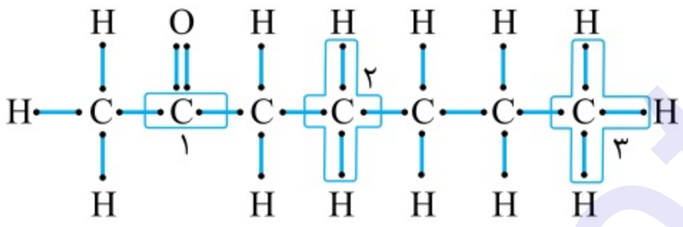
عدد اکسایش اتم C $= 4 - 1 = +3$

پ فرمول شیمیایی یون آمونیوم و یون نیترات به ترتیب به صورت NH_4^+ و NO_3^- است.

$NO_3^- : -1 = x + 3\times(-2) \Rightarrow x = +5$

$NH_4^+ : +1 = x + 4\times(+1) \Rightarrow x = -3$

ت ساختار مولکول‌های ۲ ـ هپتانون به صورت مقابل است:



حداکثر تفاوت $= 2 - (-3) = 5$

- عدد اکسایش کربن شمارهٔ (۱) $= 4 - 2 = +2$
- عدد اکسایش کربن شمارهٔ (۲) $= 4 - 6 = -2$
- عدد اکسایش کربن شمارهٔ (۳) $= 4 - 7 = -3$

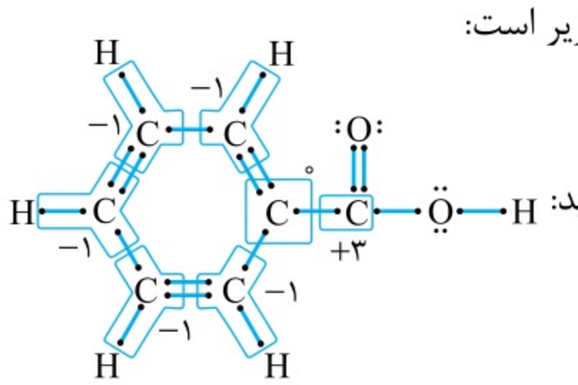
ث فرمول شیمیایی دی‌نیتروژن پنتااکسید به صورت N_2O_5 است.

$NaClO_3 : 0 = +1 + x + 3\times(-2) \Rightarrow x = +5$

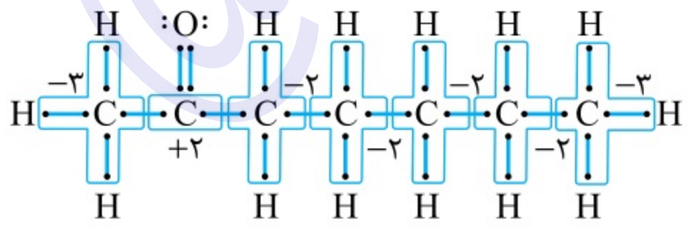
$N_2O_5 : 0 = 2x + 5\times(-2) \Rightarrow x = +5$

۴۱۱- گزینه ۲ تعداد الکترون‌های نسبت داده شده به اتم‌هایی از یک ترکیب که عدد اکسایش آن‌ها منفی است، بیشتر از شمار الکترون‌های ظرفیتی آن اتم‌ها می‌باشد؛ در نتیجه این اتم‌ها برای تبدیل‌شدن به اتم خنثی، باید الکترون از دست بدهند. ساختار مولکولی هر ترکیب و عدد اکسایش اتم‌های کربن موجود در آن‌ها به شرح زیر است:

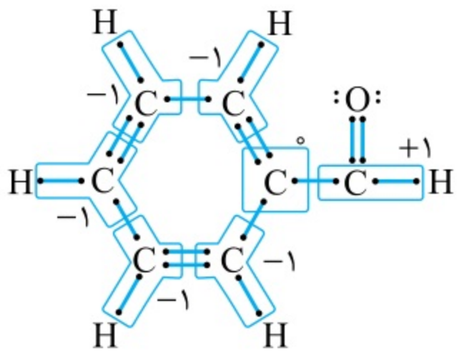
۱ بنزوئیک اسید:



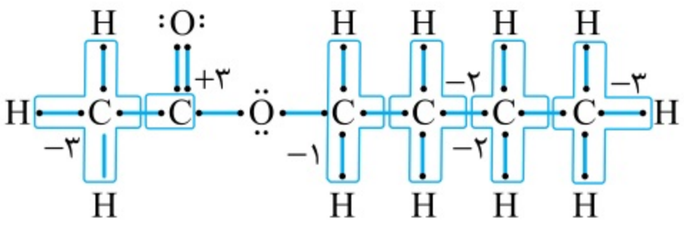
۲ ـ هپتانون:



۳ بنزآلدهید:



۴ بوتیل اتانوات:



همان‌طور که مشخص است، در همهٔ ترکیبات داده‌شده به‌جز ۲ ـ هپتانون، ۵ اتم کربن با عدد اکسایش منفی وجود دارد.

۴۱۲- گزینه۳ تمایل اتم‌های عناصر فلزی به الکترون، کم‌تر از تمایل اتم‌های نافلزی است و به همین خاطر، اتم‌های فلزی طی واکنش‌های شیمیایی یک یا چند الکترون از دست داده و اکسید می‌شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) طی این واکنش شیمیایی، عدد اکسایش همهٔ عناصر ثابت مانده و هیچ تغییری نکرده است؛ پس این واکنش در دستهٔ واکنش‌های اکسایش ـ کاهش قرار نمی‌گیرد.

۲) واکنش میان سدیم و اکسیژن به صورت مقابل است: $۴Na(s)+O_۲(g) \rightarrow ۲Na_۲O(s)$

به ازای مصرف هر مول اکسیژن طی این واکنش، ۲ مول یون $O^{۲-}$ و ۴ مول یون Na^+ تولید می‌شوند؛ پس می‌توان گفت به ازای مصرف هر مول $O_۲$ طی این واکنش، ۴ مول الکترون بین اتم‌ها مبادله می‌شود.

۴) چون عدد اکسایش اتم‌های اکسیژن در این واکنش کاهش پیدا می‌کند، پس این عنصر نقش اکسندگی دارد.

۴۱۳- گزینه۳ **بررسی چهار گزینه:**

۱) $PO_۴^{۳-}: -۳ = x + ۴\times(-۲) \Rightarrow x = +۵$ $\quad$ $NCl_۳: ۰ = x + ۳\times(-۱) \Rightarrow x = +۳$

۲) $SO_۳: ۰ = x + ۳\times(-۲) \Rightarrow x = +۶$ $\quad$ $CO_۳^{۲-}: -۲ = x + ۳\times(-۲) \Rightarrow x = +۴$

۳) $SO_۴^{۲-}: -۲ = x + ۴\times(-۲) \Rightarrow x = +۶$ $\quad$ $N_۲O$:  $\Rightarrow$ عدد اکسایش $= ۵ - ۳ = +۲$

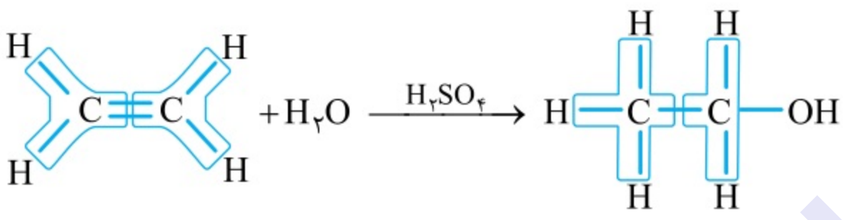
۴) $NO_۲: ۰ = x + ۲\times(-۲) \Rightarrow x = +۴$ $\quad$ $SF_۶: ۰ = x + ۶\times(-۱) \Rightarrow x = +۶$

همان‌طور که مشخص است، اختلاف عدد اکسایش اتم مرکزی بین $N_۲O$ و $SO_۴^{۲-}$، بیشتر از اختلاف عدد اکسایش اتم مرکزی بین گونه‌های داده‌شده در دیگر گزینه‌ها است.

۴۱۴- گزینه۴ فقط عبارت آ درست است.

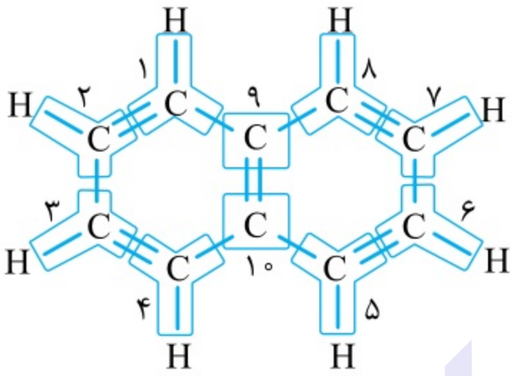
بررسی چهار عبارت:

آ) طی این فرایند، مولکول‌های اتن با آب واکنش داده و اتانول تولید می‌شود. معادلهٔ انجام‌شده به صورت زیر است:



عدد اکسایش اتم‌های کربن در اتن، برابر ۲− است؛ در حالی که در فراوردهٔ این واکنش، عدد اکسایش یکی از اتم‌های کربن برابر ۳− و عدد اکسایش اتم کربن دیگر برابر ۱− است. همان‌طور که مشخص است، میانگین عدد اکسایش اتم‌های کربن طی این فرایند تغییری نکرده است.

ب) ساختار مولکول‌های نفتالین به صورت مقابل است:



عدد اکسایش اتم‌های کربن شمارهٔ (۱) تا (۸) $= ۴ - ۵ = -۱$

عدد اکسایش اتم‌های کربن شمارهٔ (۹) و (۱۰) $= ۴ - ۴ = ۰$

همان‌طور که مشخص است، عدد اکسایش ۲ مورد از اتم‌های کربن موجود در ساختار نفتالن برابر صفر است و این اتم‌ها بدون نیاز به از دست دادن الکترون، در حالت خنثی قرار دارند.

پ) عدد اکسایش اتم‌های گوگرد طی این واکنش شیمیایی تغییر نمی‌کند.

$SO_۲: ۰ = x + ۲\times(-۲) \Rightarrow x = +۴$ $\quad$ $CaSO_۳: ۰ = +۲ + x + ۳\times(-۲) \Rightarrow x = +۴$

ت) برای محاسبهٔ عدد اکسایش اتم‌های نیتروژن در یون آمونیوم $(NH_۴^+)$ و دی‌نیتروژن تری‌اکسید $(N_۲O_۳)$ از فرمول شیمیایی استفاده می‌کنیم.

$N_۲O_۳: ۰ = ۲x + ۳\times(-۲) \Rightarrow x = +۳$ $\quad$ $NH_۴^+: +۱ = x + ۳\times(+۱) \Rightarrow x = -۳$

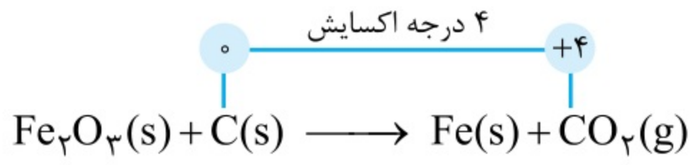
۴۱۵- گزینه۲ واکنش استخراج آهن به کمک کربن به صورت مقابل است: $۲Fe_۲O_۳(s)+۳C(s) \xrightarrow{\Delta} ۴Fe(s)+۳CO_۲(g)$

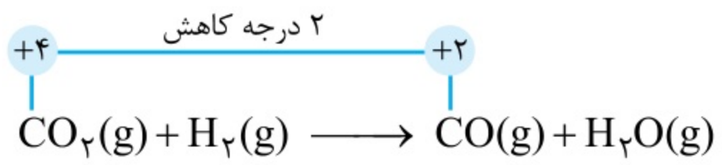
طی این واکنش، اتم‌های کربن اکسید شده و اتم‌های آهن کاهش پیدا می‌کنند؛ پس این واکنش از نوع اکسایش ـ کاهش است. واکنش گاز اتن با برم مایع نیز به صورت $C_۲H_۴(g)+Br_۲(l) \rightarrow C_۲H_۴Br_۲(l)$ است. همان‌طور که مشخص است، در این واکنش نیز اتم‌های برم کاهش پیدا می‌کنند و اتم‌های کربن اکسید می‌شوند؛ پس این واکنش نیز از نوع اکسایش ـ کاهش است.

بررسی گزینه‌های نادرست:

۱) عدد اکسایش اتم‌های اکسیژن در فراورده‌های این واکنش، همانند واکنش‌دهنده‌های آن، برابر (۲−) است.

۳) مقایسهٔ تغییر عدد اکسایش کربن در این دو واکنش به صورت زیر است:





۴) در معادلهٔ موازنه‌شدهٔ این واکنش، مجموع ضریب واکنش‌دهنده‌ها ۲ واحد کم‌تر از مجموع ضرایب فراورده‌ها است.

۴۱۶- گزینه۲ عبارت‌های (آ) و (پ) درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ) فرمول کلی آلکین‌ها به صورت C_nH_{2n-2} است؛ پس داریم: $C_nH_{2n-2}: 0 = x + (2n-2)\times(+1) \Rightarrow x = 2-2n$

ب) در واکنش $CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2$، عدد اکسایش هیچ اتمی تغییر نمی‌کند؛ پس این واکنش از نوع اکسایش ـ کاهش نیست.

پ) فرمول شیمیایی گلوکز و مالتوز به ترتیب به صورت $C_6H_{12}O_6$ و $C_{12}H_{22}O_{11}$ است. با توجه به فرمول شیمیایی این مواد، میانگین عدد اکسایش اتم‌های C در آن‌ها برابر صفر است.

ت) مولکول‌های هیدروژن سولفید، دوقطبی بوده و چون عدد اکسایش اتم مرکزی موجود در آن‌ها (اتم گوگرد) در پایین‌ترین حالت ممکن (−۲) است، این ماده فقط می‌تواند در نقش یک عامل کاهنده در واکنش‌ها شرکت کند.

۴۱۷- گزینه۳ ابتدا عدد اکسایش اتم فسفر را در استرانسیم فسفات محاسبه می‌کنیم. $Sr_3(PO_4)_2: 0 = 3\times(-2) + 2x + 8\times(-2) \Rightarrow x = +5$

بررسی چهار گزینه:

۱) $NaClO_4: 0 = +1 + x + 4\times(-2) \Rightarrow x = +7$

۲) $K_2Cr_2O_7: 0 = 2\times(+1) + 2x + 7\times(-2) \Rightarrow x = +6$

۳) $Na_2S_2O_6: 0 = 2\times(+1) + 2x + 6\times(-2) \Rightarrow x = +5$

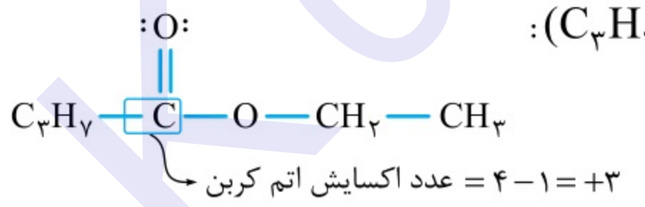
۴) $K_2MnO_4: 0 = 2\times(+1) + x + 4\times(-2) \Rightarrow x = +6$

۴۱۸- گزینه۲ *تا حالا چندبار بررسی کردیم و می‌دونیم که* بیشترین عدد اکسایش اتم‌های کربن در بنزوئیک اسید برابر (+۳) است. توجه داریم که بنزوئیک اسید در بادام وجود ندارد و نام ترکیب آلی موجود در بادام، بنزآلدهید است.

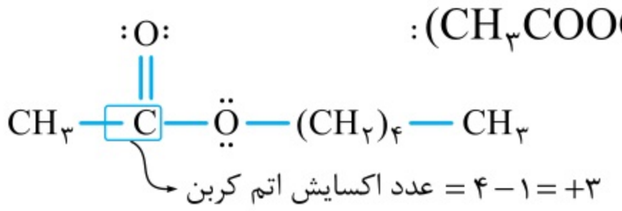
بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) عامل ایجادکنندهٔ بو و طعم موز، پنتیل اتانوات می‌باشد که بیشترین عدد اکسایش اتم‌های کربن در آن برابر (+۳) است.

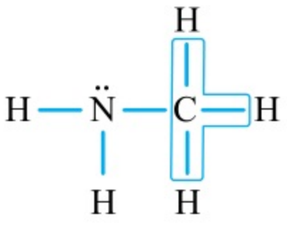
اتیل بوتانوات $(C_3H_7COOC_2H_5)$:



پنتیل اتانوات $(CH_3COOC_5H_{11})$:



۳) ساختار مولکول‌های میتل آمین به صورت مقابل است:



عدد اکسایش اتم کربن $= 4 - 6 = -2$

۴) همهٔ اتم‌های اکسیژن موجود در ساختار ویتامین (ث)، توسط ۲ پیوند اشتراکی به اتم‌هایی متصل شده‌اند که خاصیت نافلزی آن‌ها کم‌تر از اکسیژن است؛ پس عدد اکسایش همهٔ اتم‌های اکسیژن موجود در این ترکیب برابر (−۲) می‌شود.

۴۱۹- گزینه۱ فرایند موازنه را با دادن ضریب ۱ به MnO_2 شروع کرده و به کمک روش وارسی، ضریب سایر گونه‌ها را پیدا می‌کنیم.

$$1Mn^{2+}(aq) + 2H_2O(l) \rightarrow 1MnO_2(s) + 4H^+(aq) + f\,e^-$$

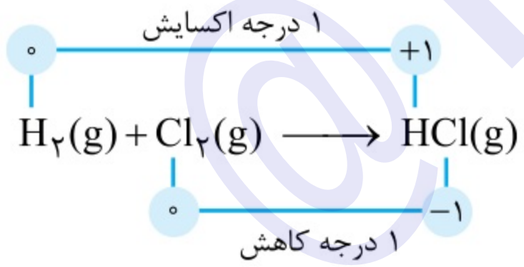
از آن‌جا که مجموع بار الکتریکی ذرات در دو سمت هر نیم‌واکنش باید برابر باشد، با دادن ضریب ۲ به الکترون، موازنهٔ بار را انجام می‌دهیم.

$$1Mn^{2+}(aq) + 2H_2O(l) \rightarrow 1MnO_2(s) + 4H^+(aq) + 2e^-$$

۴۲۰- گزینه۴ در رابطه با این ترکیبات شیمیایی داریم:

$HCl: 0 = +1 + x \Rightarrow x = -1$

$HClO: 0 = +1 + x + (-2) \Rightarrow x = +1$



بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است:

۲) گازهای H_2 و Cl_2 در دمای اتاق به آرامی با یکدیگر واکنش می‌دهند در حالی که برم در دمای ۲۰۰ درجهٔ سلسیوس با گاز هیدروژن واکنش می‌دهد.

۳) در مولکول‌های هیدروژن پراکسید (H_2O_2)، همانند مولکول‌های HCl، عدد اکسایش اتم‌های هیدروژن برابر با (+۱) است.

۴۲۱- گزینه۳ برای موازنهٔ واکنش (I)، ضریب یک را به ClO_3^- داده و براساس آن، به ترتیب ضرایب H_2O و H^+ را مشخص می‌کنیم.

$$1ClO_3^- + \square Cl^- + 6H^+ \rightarrow \square Cl_2 + 3H_2O$$

از آن‌جا که هیچ گونهٔ بارداری در میان فراورده‌ها وجود ندارد، پس مجموع بار گونه‌های واکنش‌دهنده باید برابر صفر شود. در این حالت، ضریب ۵ را به یون Cl^- می‌دهیم تا مجموع بار واکنش‌دهنده‌ها برابر صفر شود. در مرحلهٔ بعد، با توجه به ضرایب Cl^- و ClO_3^-، ضریب گاز Cl_2 را مشخص می‌کنیم.

$$1ClO_3^- + 5Cl^- + 6H^+ \rightarrow 3Cl_2 + 3H_2O$$

برای موازنهٔ واکنش (II)، ابتدا ضریب یک را به $PbSO_4$ داده و براساس آن، ضرایب HSO_4^- و PbO_2 را مشخص کرده و پس از آن، ضریب H_2O را پیدا می‌کنیم.

$$1PbO_2 + 1HSO_4^- + \square H^+ + \square e^- \rightarrow 1PbSO_4 + 2H_2O$$

در مرحلهٔ بعد، از طریق موازنهٔ تعداد اتم‌های H، ضریب H^+ را مشخص می‌کنیم و پس از آن، به منظور موازنهٔ بار، ضریب الکترون را پیدا می‌کنیم.

$$1PbO_2 + 1HSO_4^- + 3H^+ + 2e^- \rightarrow 1PbSO_4 + 2H_2O$$

۴۲۲- گزینهٔ ۴ فقط عبارت آ درست است.

بررسی چهار عبارت:

آ عدد اکسایش اتم‌های کلر و منگنز را در گونه‌های داده‌شده، به کمک فرمول شیمیایی هر ترکیب محاسبه می‌کنیم.

$$\left.\begin{matrix} MnO_2 : 0 = x + 2\times(-2) \Rightarrow x = +4 \\ MnO_4^{2-} : -2 = x + 4\times(-2) \Rightarrow x = +6 \end{matrix}\right\} \text{۲ = تفاوت}$$

$$\left.\begin{matrix} Cl_2O_5 : 0 = 2x + 5\times(-2) \Rightarrow x = +5 \\ ClO_4^- : -1 = x + 4\times(-2) \Rightarrow x = +7 \end{matrix}\right\} \text{۲ = تفاوت}$$

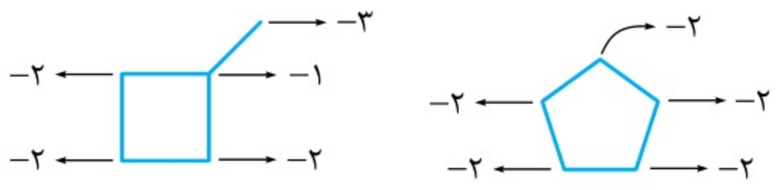
ب در واکنش‌های اکسایش ـ کاهش، مجموع بار الکتریکی ذرات واکنش‌دهنده باید با مجموع بار الکتریکی ذرات فراورده برابر باشد، اما الزامی برای برابربودن شمار کاتیون‌ها در دو سمت این واکنش‌ها وجود ندارد.

پ عدد اکسایش اتم‌های نیتروژن را در هر یک از ترکیبات داده‌شده محاسبه می‌کنیم.

$$K_3N : 0 = 3\times(+1) + x \Rightarrow x = -3$$

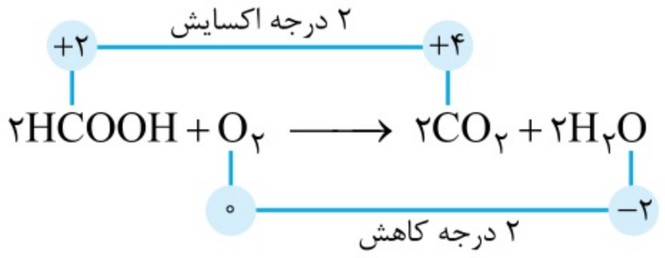
$$Ca(NO_2)_2 : 0 = +2 + 2x + 4\times(-2) \Rightarrow x = +3$$

ت به طور کلی، هیدروکربن‌های حلقوی را می‌توان به دو دستهٔ شاخه‌دار و بدون شاخه تقسیم کرد. در هیدروکربن‌های حلقوی بدون شاخه، عدد اکسایش همهٔ اتم‌های کربن برابر است، اما چنین قانونی برای هیدروکربن‌های حلقوی شاخه‌دار صادق نیست. عدد اکسایش اتم‌های کربن در هیدروکربن‌های حلقوی مقابل مشخص شده است.



۴۲۳- گزینهٔ ۲ **بررسی چهار گزینه:**

۱) معادلهٔ واکنش ترمیت به صورت: $Fe_2O_3(s) + Al(s) \rightarrow Al_2O_3(s) + Fe(l)$ است و طی این فرایند، اتم‌های Al در سمت چپ نیم‌واکنش اکسایش قرار می‌گیرند.

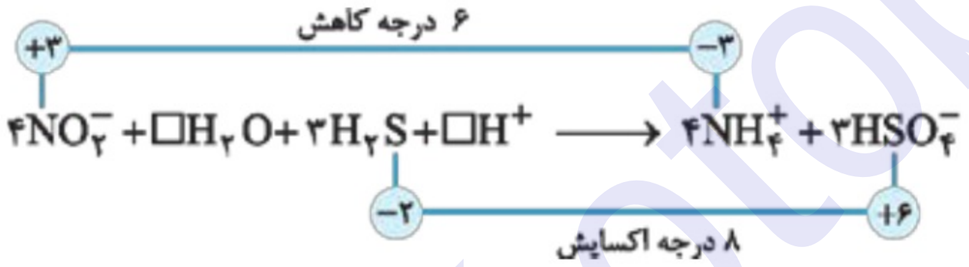


۲) واکنش سوختن فورمیک اسید به صورت مقابل است:

۳) تیغه‌ای از جنس مس، با محلول روی سولفات وارد واکنش نمی‌شود؛ چرا که واکنش‌پذیری مس کم‌تر از روی بوده و این فلز E° بزرگ‌تری در مقایسه با روی دارد.

۴) در واکنش موردنظر، همهٔ اتم‌های اکسیژن در نقش عنوان عامل اکسنده، کاهش پیدا می‌کنند.

۴۲۴- گزینهٔ ۲ طی این واکنش، اتم‌های نیتروژن کاهش یافته و اتم‌های گوگرد اکسایش پیدا می‌کنند. به کمک تغییر عدد اکسایش این اتم‌ها، ضرایب گونه‌های شیمیایی حاوی این عناصر را پیدا می‌کنیم.



⇒ از تغییرات عدد اکسایش گونه‌ها ب.م.م می‌گیریم

در مرحلهٔ بعد، با توجه به ضرایب مشخص‌شده، ضرایب H_2O و H^+ را نیز مشخص می‌کنیم.

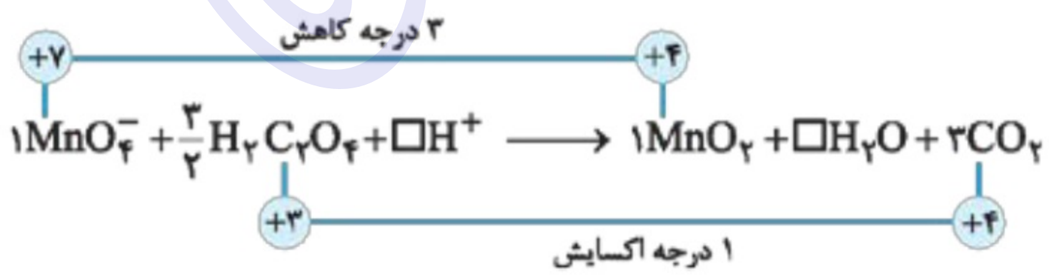
$$4NO_2^- + 4H_2O + 3H_2S + 5H^+ \rightarrow 4NH_4^+ + 3HSO_4^-$$

برای مطمئن‌شدن از کارتون، می‌تونید توی مرحلهٔ آخر، واکنش رو از نظر موازنهٔ بار الکتریکی هم چک کنید.

حالا که واکنش موازنه شد، حجم گاز H_2S مصرف‌شده به ازای تولید هر مول NH_4 را محاسبه می‌کنیم.

$$?L\ H_2S = 1\ mol\ NH_4^+ \times \frac{3\ mol\ H_2S}{4\ mol\ NH_4^+} \times \frac{22/4\ L\ H_2S}{1\ mol\ H_2S} = 16/8\ L$$

۴۲۵- گزینهٔ ۲ در این واکنش، اتم‌های Mn کاهش یافته و اتم‌های C اکسایش پیدا می‌کنند. به کمک تغییرات عدد اکسایش این اتم‌ها، ضرایب گونه‌های حاوی این عناصر را مشخص می‌کنیم. *البته، خواهید دید که این سؤال رو می‌شه بدون موازنهٔ کامل واکنش هم حل کرد.*



در مرحلهٔ بعد، ابتدا معادلهٔ واکنش را در ۲ ضرب کرده و پس از آن، با توجه به ضرایب مشخص‌شده، ضرایب سایر گونه‌ها را پیدا می‌کنیم.

$$2MnO_4^- + 3H_2C_2O_4 + 2H^+ \rightarrow 2MnO_2 + 4H_2O + 6CO_2$$

بررسی چهار گزینه:

۱) به علت مصرف یون هیدروژن طی این واکنش، خاصیت اسیدی محیط کاهش یافته و pH افزایش پیدا می‌کند.

۲) عدد اکسایش هر اتم منگنز، طی این واکنش ۳ درجه کاهش پیدا کرده است.

۳) چون عدد اکسایش اتم‌های اکسیژن در این واکنش تغییری نکرده است، پس اتم‌های این عنصر نقش اکسندگی ندارد.

۴ طی این واکنش، عدد اکسایش هر اتم کربن ۱ درجه افزایش پیدا کرده است. به ازای مصرف هر مول $H_2C_2O_4$ نیز ۲ مول اتم کربن اکسایش پیدا می‌کنند؛ پس به ازای مصرف ۰/۱ مول $H_2C_2O_4$، ۰/۲ مول الکترون بین گونه‌ها مبادله می‌شود.

۴۲۶- گزینه ۱ فرمول مولکولی ترکیب داده‌شده به صورت $C_{14}H_{15}N_3$ است؛ پس داریم:

$$\text{شمار پیوند اشتراکی} = \frac{۴\times \text{تعداد C} + ۳\times \text{تعداد N} + ۲\times \text{تعداد O} + ۱\times \text{تعداد H}}{۲} = \frac{۱۴\times ۴ + ۳\times ۳ + ۱\times ۱۵}{۲} = ۴۰$$

فرمول مولکولی سیانواتن نیز به صورت C_3H_3N است؛ پس داریم:

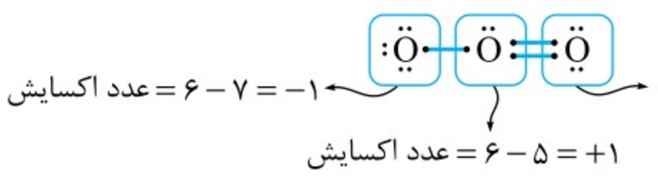
$$C_3H_3N: ۳x + ۳\times(+۱) + ۱\times(-۳) \Rightarrow x = ۰$$

از طرفی، در هر مولکول از ترکیب داده‌شده، فقط دو مورد از اتم‌های کربن توسط ۳ پیوند به ۳ اتم کربن دیگر متصل بوده و عدد اکسایش آن‌ها برابر صفر است. علاوه بر این، عدد اکسایش یکی از اتم‌های کربن موجود در حلقهٔ پنج‌ضلعی نیز برابر با صفر است.

۴۲۷- گزینه ۲ طی فرایندهای اکسایش ـ کاهش، گونهٔ کاهنده اکسید می‌شود و الکترون‌های موردنیاز برای نیم‌واکنش کاهش را تأمین می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ با توجه به ساختار لوویس مولکول‌های اوزون، عدد اکسایش هر یک از اتم‌های اکسیژن سازندهٔ آن را محاسبه می‌کنیم.

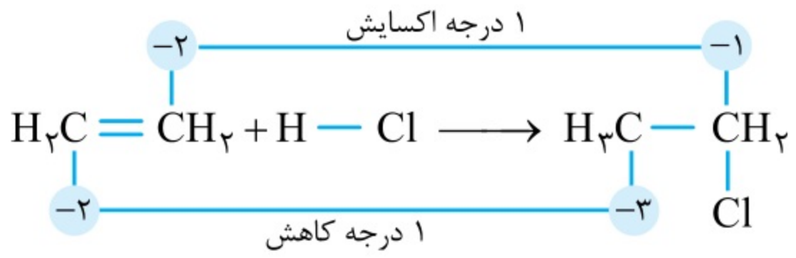


۳ عدد اکسایش اتم‌های هر عنصر را به کمک فرمول شیمیایی ترکیبات داده‌شده محاسبه می‌کنیم.

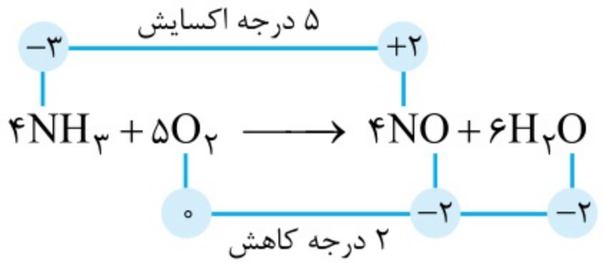
$$NO_2: ۰ = x + ۲\times(-۲) \Rightarrow x = +۴$$

$$Mg(NO_3)_2: ۰ = +۲ + ۲x + ۶\times(-۲) \Rightarrow x = +۵$$

۴ واکنش گاز اتن با گاز HCl به صورت مقابل است:



همان‌طور که مشخص است، طی این واکنش مقدار میانگین عدد اکسایش اتم‌های کربن تغییری نمی‌کند اما نیمی از اتم‌های کربن اکسایش و نیمی از آن‌ها کاهش پیدا می‌کنند؛ پس این واکنش از نوع اکسایش ـ کاهش است. در واکنش استری‌شدن، عدد اکسایش هیچ‌کدام از اتم‌های شرکت‌کننده در واکنش تغییر نمی‌کند و در نتیجه این واکنش از نوع اکسایش ـ کاهش نیست.



۴۲۸- گزینه ۳ صورت موازنه‌شدهٔ واکنش موردنظر به شکل مقابل است:

همان‌طور که مشخص است، چون عدد اکسایش اتم‌های N و O طی این واکنش تغییر می‌کند، این واکنش را می‌توان در دستهٔ واکنش‌های اکسایش ـ کاهش قرار داد؛ در حالی که طی واکنش دیگر، عدد اکسایش همهٔ عناصر ثابت می‌ماند و در نتیجه این واکنش از نوع اکسایش ـ کاهش نیست. در واکنش موردنظر، اتم‌های اکسیژن نقش اکسنده و مولکول‌های NH_3 نقش کاهنده دارند. با توجه به معادلهٔ موازنه‌شدهٔ این واکنش، به ازای مصرف هر مول اکسیژن، ۰/۸ مول گاز NO تولید می‌شود.

۴۲۹- گزینه ۱ برای موازنهٔ واکنش (I)، ابتدا ضریب یک را به MnO_4^- اختصاص داده و براساس آن، ضرایب Mn^{2+} و H_2O را پیدا می‌کنیم.

$$۱MnO_4^- + \square H_2S + \square H^+ \rightarrow ۱Mn^{2+} + \square S + ۴H_2O$$

در مرحلهٔ بعد، به کمک موازنهٔ بار واکنش، ضریب H^+ را مشخص کرده و پس از آن، به کمک موازنهٔ اتم‌های H، ضریب H_2S را مشخص می‌کنیم و در مرحلهٔ آخر نیز ضریب گوگرد را پیدا می‌کنیم.

$$۱MnO_4^- + \frac{۵}{۲}H_2S + ۳H^+ \rightarrow ۱Mn^{2+} + \frac{۵}{۲}S + ۴H_2O \xrightarrow{\text{ضرب واکنش در ۲}} ۲MnO_4^- + ۵H_2S + ۶H^+ \rightarrow ۲Mn^{2+} + ۵S + ۸H_2O$$

برای موازنهٔ واکنش (II) نیز ابتدا ضریب یک را به $Cr_2O_7^{2-}$ می‌دهیم و براساس آن، ضرایب H_2O، Cr^{3+} و H^+ را مشخص می‌کنیم.

$$۱Cr_2O_7^{2-} + \square Sn^{2+} + ۱۴H^+ \rightarrow \square Sn^{4+} + ۲Cr^{3+} + ۷H_2O$$

در مرحلهٔ بعد، به منظور موازنهٔ بار واکنش، ضریب Sn^{2+} و Sn^{4+} را مشخص می‌کنیم. توجه داریم که ضریب این دو گونه با هم برابر است.

$$-۲ + ۲\times Sn^{2+}\ \text{ضریب} + ۱۴ = ۴\times Sn^{4+}\ \text{ضریب} + ۶ \xrightarrow{\text{ضریب } Sn^{2+} = \text{ضریب } Sn^{4+}} Sn^{4+} \text{ و } Sn^{2+}\ \text{ضریب} = ۳$$

معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش (II):

$$Cr_2O_7^{2-} + ۳Sn^{2+} + ۱۴H^+ \rightarrow ۳Sn^{4+} + ۲Cr^{3+} + ۷H_2O$$

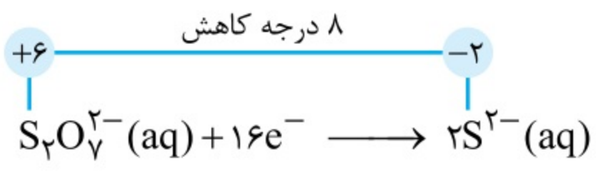
پس داریم:

$$\frac{\text{مجموع ضرایب فراورده‌ها در واکنش (II)}}{\text{مجموع ضرایب فراورده‌ها در واکنش (I)}} = \frac{۷ + ۲ + ۳}{۸ + ۵ + ۲} = \frac{۱۲}{۱۵} = ۰/۸$$

۴۳۰- گزینه ۳ عبارت‌های ب، پ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ نیم‌واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است:



ب داریم:

$$emf = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) \Rightarrow emf = (۰/۸) - (-۰/۷۶) = ۱/۵۶\ V$$

پ) با توجه به پتانسیل کاهشی این عناصر، یون‌های نقره اکسنده‌تر از یون‌های هیدروژن و یون‌های هیدروژن اکسنده‌تر از یون‌های روی هستند.

ت) چون پتانسیل کاهشی استاندارد نقره بزرگ‌تر از هیدروژن است، در سلول گالوانی هیدروژن ـ نقره، تیغهٔ نقره‌ای کاتد (قطب مثبت) و الکترود SHE نیز آند (قطب منفی) سلول را تشکیل می‌دهند.

۴۳۱- گزینه ۳ در سری الکتروشیمیایی، پتانسیل کاهشی استاندارد فلزهایی که قدرت کاهندگی بیشتری نسبت به هیدروژن دارند، منفی است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در واکنش‌های اکسایش ـ کاهش، گونهٔ کاهنده باید الکترون‌های خود را به گونهٔ اکسنده منتقل کند تا بتواند اکسایش پیدا کند.

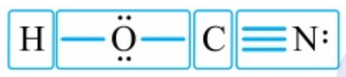
۲) در واکنش سوختن متان، همانند سایر واکنش‌های اکسایش ـ کاهش، اتم‌های عنصر اکسنده از گونهٔ کاهنده الکترون می‌گیرند و موجب اکسایش آن می‌شوند. طی این فرایندها، گونهٔ اکسنده کاهش پیدا می‌کند و گونهٔ کاهنده اکسید می‌شود.

۴) با واردکردن تیغهٔ روی به محلول مس (II) سولفات، واکنش $Zn(s)+CuSO_4(aq) \rightarrow ZnSO_4(aq)+Cu(s)$ انجام می‌شود. طی این واکنش، یون‌های Cu^{2+} موجود در محلول کاهش پیدا کرده و رسوب می‌کنند. از آن‌جا که رنگ آبی محلول مس (II) سولفات به خاطر وجود یون‌های $Cu^{2+}(aq)$ است، کاهش غلظت این یون‌ها موجب کم‌رنگ‌تر شدن محلول می‌شود.

۴۳۲- گزینه ۴ چون نماد الکترون (e) در سمت فراورده‌های این واکنش قرار دارد، پس واکنش موردنظر مربوط به فرایند اکسایش می‌باشد و گونهٔ HCN طی آن اکسایش پیدا کرده و در نقش کاهنده است. به کمک ساختار لوویس مولکول‌های HCN و HOCN، عدد اکسایش اتم‌های سازندهٔ هر ترکیب را محاسبه می‌کنیم.



:HCN



:OCN

$$\text{عدداکسایش اتم C} = ۴-۲=+۲ \xrightarrow{\text{افزایش عدداکسایش}} \text{عدداکسایش اتم C} = ۴-۰=+۴$$

$$\text{عدداکسایش اتم N} = ۵-۸=-۳ \xrightarrow{\text{عدم تغییر عدداکسایش}} \text{عدداکسایش اتم N} = ۵-۸=-۳$$

۴۳۳- گزینه ۳ طی این واکنش شیمیایی، اتم‌های Mn کاهش و اتم‌های S اکسایش یافته‌اند، پس داریم:

$$\overset{+۷}{۲MnO_4^-}+۵H_2\overset{+۴}{SO_3}+\square H^+ \longrightarrow \overset{+۲}{۲Mn^{2+}}+۵H\overset{+۶}{SO_4^-}+\square H_2O$$

۵ درجه کاهش

۲ درجه اکسایش

با توجه به ضرایب گونه‌های حاوی اتم‌های Mn و S، ابتدا ضریب H_2O و پس از آن ضریب H^+ را مشخص می‌کنیم.

$$۲MnO_4^-+۵H_2SO_3+۱H^+ \rightarrow ۲Mn^{2+}+۵HSO_4^-+۳H_2O$$

بررسی چهار گزینه:

۱) $۲C_4H_6+۱۱O_2 \rightarrow ۸CO_2+۶H_2O$

۲) $۲C_5H_{10}+۱۵O_2 \rightarrow ۱۰CO_2+۱۰H_2O$

۳) $C_3H_8+۵O_2 \rightarrow ۳CO_2+۴H_2O$

۴) $C_2H_4+۳O_2 \rightarrow ۲CO_2+۲H_2O$

۴۳۴- گزینه ۲ صورت موازنه‌شدهٔ واکنش‌های موردنظر به شکل زیر است:

$$\text{(I)}\quad \overset{+۳}{Fe_2O_3}(s)+۳CO(g) \longrightarrow \overset{۰}{۲Fe}(s)+۳CO_2(g)$$

۳ درجه کاهش

$$\text{(II)}\quad \overset{۰}{۲Al}(s)+۶HCl(aq) \longrightarrow \overset{+۳}{۲AlCl_3}(aq)+۳H_2(g)$$

۳ درجه اکسایش

شمار الکترون‌های مبادله‌شده در هر واکنش را به کمک تغییرات عدد اکسایش آلومینیم و آهن محاسبه می‌کنیم:

$$\text{(I) واکنش}: ?\ mol\ e^- = ۲\ mol\ Al \times \frac{۳\ mol\ e^-}{۱\ mol\ Al} = ۶\ mol$$

$$\text{(II) واکنش}: ?\ mol\ e^- = ۲\ mol\ Fe \times \frac{۳\ mol\ e^-}{۱\ mol\ Fe} = ۶\ mol$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) براساس تغییرات عدد اکسایش آلومینیم داریم:

$$?\ mol\ e^- = ۱\ mol\ H_2 \times \frac{۲\ mol\ Al}{۳\ mol\ H_2} \times \frac{۳\ mol\ e^-}{۱\ mol\ Al} = ۲\ mol\ e^-$$

۳) طی واکنش (II)، عدد اکسایش اتم‌های اکسیژن ثابت باقی می‌ماند و تغییری نمی‌کند.

۴) در واکنش $۲CH_3OH+O_2 \rightarrow ۲CH_2O+۲H_2O$، عدد اکسایش اتم‌های کربن از ۲− به صفر افزایش پیدا می‌کند. در واکنش (II) نیز عدد اکسایش اتم‌های کربن از ۲+ به ۴+ افزایش می‌یابد.

۴۳۵- گزینه ۳ در مدار خارجی سلول‌های گالوانی، الکترون‌ها از سمت الکترودی با پتانسیل کاهشی کم‌تر (آند) به سمت الکترودی با پتانسیل کاهشی بیشتر (کاتد) حرکت می‌کنند.

۱) بین یک تیغهٔ مسی و یک نمونه از محلول روی سولفات، هیچ واکنشی انجام نمی‌شود.

@Kotob_Konkor

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ روند تغییر عدد اکسایش اتم‌های کلر در این واکنش به صورت مقابل است:

$$\overset{+5}{4KClO_3} \longrightarrow \overset{+7}{3KClO_4} + \overset{-1}{KCl}$$

۲ درجه اکسایش

۶ درجه کاهش

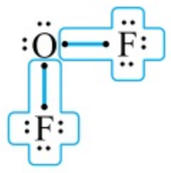
همان‌طور که مشخص است، ۷۵ درصد از اتم‌های کلر شرکت‌کننده در این واکنش، اکسایش پیدا کرده و ۲۵ درصد از آن‌ها کاهش پیدا می‌کنند.

۴ صورت کلی نیم‌واکنش کاهش را می‌توان به صورت مقابل نوشت:

$$\text{گونهٔ اکسنده} + ne^- \rightarrow \text{گونهٔ کاهش‌یافته}$$

همان‌طور که مشخص است، در سمت چپ این نیم‌واکنش، گونهٔ اکسنده به همراه الکترون دیده می‌شود.

۴۳۶- گزینه۳ چون خاصیت نافلزی فلوئور بیشتر از اکسیژن است، الکترون‌های شرکت‌کننده در پیوند $(O-F)$ را به اتم‌های فلوئور نسبت می‌دهیم که در این حالت، عدد اکسایش اتم‌های اکسیژن در مولکول OF_2 برابر $(+2)$ می‌شود. در لایه‌های بالایی هواکره نیز برخی از یون‌های تک‌اتمی و چنداتمی اکسیژن با فرمول شیمیایی O^+ و O_2^+ وجود دارد که در آن‌ها عدد اکسایش اتم‌های اکسیژن مثبت است.



بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ نقره کلرید یک ترکیب یونی نامحلول در آب است و از آن نمی‌توانیم برای تهیهٔ محلول موجود در نیم‌سلول استاندارد نقره استفاده کنیم.

۲ تغییر عدد اکسایش اتم‌ها طی واکنش موردنظر به صورت مقابل است:

$$\overset{0}{CH_2O} + \overset{0}{O_2} \longrightarrow \overset{+4}{H_2CO_3} \Rightarrow \frac{\text{تغییر عدد اکسایش عنصر کاهنده}}{\text{تغییر عدد اکسایش عنصر اکسنده}} = \frac{4}{2} = 2$$

۴ درجه اکسایش

۲ درجه کاهش

در این واکنش، گونهٔ کاهنده CH_2O و گونهٔ اکسنده نیز O_2 است.

۴ معادلهٔ واکنش تولید اوزون تروپوسفری به صورت مقابل است:

$$\overset{-2}{NO_2(g)} + O_2(g) \longrightarrow NO(g) + \overset{0}{O_3(g)}$$

۲ درجه اکسایش

همان‌طور که مشخص است، طی این فرایند اتم‌های اکسیژن الکترون از دست می‌دهند.

۴۳۷- گزینه۱ در این واکنش، اتم‌های هیدروژن هم اکسنده و هم کاهنده هستند.

$$\overset{-1}{NaH} + \overset{+1}{H_2O} \longrightarrow NaOH + \overset{0}{H_2}$$

۱ درجه اکسایش

۱ درجه کاهش

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ چون عدد اکسایش اتم‌های اکسیژن در این واکنش ثابت است، اتم‌های این عنصر نه نقش کاهندگی دارند و نه نقش اکسندگی.

۳ نیم‌واکنش کاهش در این فرایند به صورت مقابل است:

$$H_2O + e^- \rightarrow OH^- + 0/5H_2$$

۴ طی این واکنش، عدد اکسایش عناصر اکسیژن و سدیم ثابت است و تغییری نمی‌کند.

۴۳۸- گزینه۲ برای موازنهٔ این واکنش، ضریب یک را به MnO_4^- داده و براساس آن ضرایب H_2O و Mn^{2+} را معین می‌کنیم. در مرحلهٔ بعد، ضریب H^+ را براساس ضریب H_2O مشخص می‌کنیم. تا به این‌جای کار، معادلهٔ واکنش موردنظر به شکل زیر درمی‌آید:

$$1MnO_4^- + 8H^+ + \square I^- \rightarrow 1Mn^{2+} + \square I_2 + 4H_2O$$

در مرحلهٔ بعد، به کمک موازنهٔ بار الکتریکی، ضریب I^- و به دنبال آن، ضریب I_2 را پیدا می‌کنیم.

$$1MnO_4^- + 8H^+ + 5I^- \rightarrow 1Mn^{2+} + \frac{5}{2}I_2 + 4H_2O \xrightarrow{\text{ضرب در ۲}} 2MnO_4^- + 16H^+ + 10I^- \rightarrow 2Mn^{2+} + 5I_2 + 8H_2O$$

روند تغییر عدد اکسایش اتم‌ها در این واکنش به صورت مقابل است:

$$\overset{+7}{2MnO_4^-} + 16H^+ + \overset{-1}{10I^-} \longrightarrow \overset{+2}{2Mn^{2+}} + \overset{0}{5I_2} + 8H_2O$$

۱ درجه اکسایش

۵ درجه کاهش

بررسی چهار گزینه:

۱ طی این واکنش، یون‌های I^- در نقش گونهٔ کاهنده، الکترون از دست داده و اکسید می‌شوند.

۲ هر اتم Mn در یون MnO_4^-، ۵ درجه کاهش پیدا می‌کند؛ پس به ازای مصرف هر مول MnO_4^-، ۵ مول الکترون مبادله می‌شود.

۳ طی این واکنش، به ازای مصرف هر مول یون MnO_4^-، ۲/۵ مول ید تولید می‌شود.

۴ در همهٔ انواع سلول‌های الکتروشیمیایی از جمله سلول‌های گالوانی، کاتیون‌ها از دیوارهٔ متخلخل به سوی کاتد حرکت می‌کنند.

۴۳۹- گزینه۲ عبارت‌های ب و پ درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ با توجه به کوچک‌تر بودن پتانسیل کاهشی پتاسیم نسبت به سدیم، یک قطعه فلز سدیم با محلول‌های حاوی یون‌های پتاسیم وارد واکنش نمی‌شود.

ب نیم‌واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است:

$$\frac{1}{2}\overset{+3}{Mn_2O_3} \longrightarrow \overset{+6}{MnO_4^{2-}} + 3e^-$$

۳ درجه اکسایش

@Kotob_Konkor

پ واکنش‌های موجود در جدول پتانسیل‌های کاهشی به صورت زیر هستند:

$$\text{گونهٔ کاهش‌یافته} \rightarrow \text{گونهٔ اکسنده} + ne^-$$

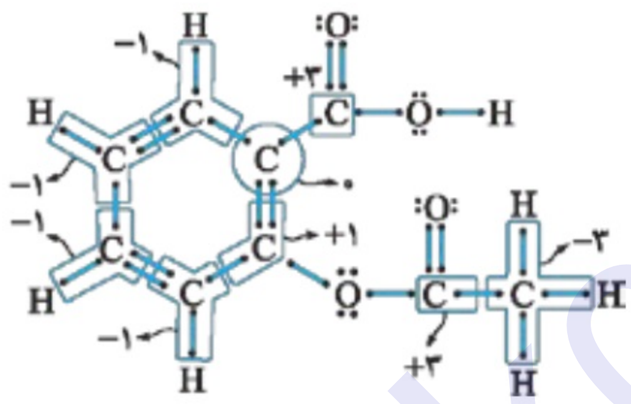
ت چون باریم سولفات یک ترکیب یونی نامحلول در آب است، با ریختن یک مول از آن در یک لیتر آب، محلولی با غلظت یک مولار از یون‌های باریم ایجاد نمی‌شود و از این محلول نمی‌توانیم برای تهیهٔ نیم‌سلول استاندارد باریم استفاده کنیم.

۴۴۰- گزینه ۲ عبارت‌های آ و ث درست هستند.

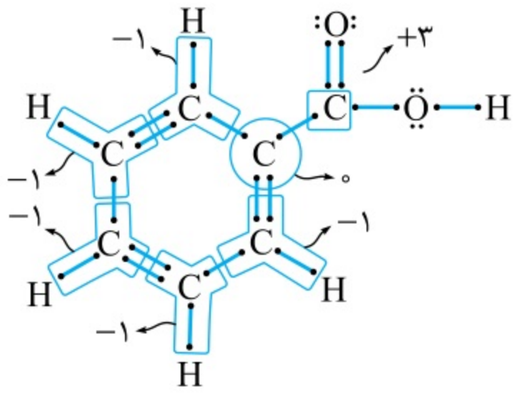
بررسی پنج عبارت:

آ ساختار مولکول داده‌شده و بنزوئیک اسید به صورت زیر است:

مولکول داده‌شده:

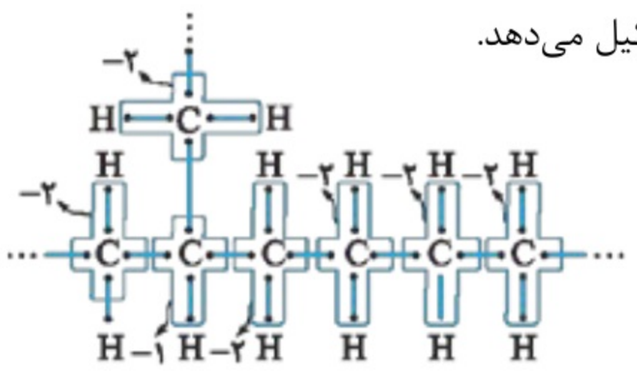


بنزوئیک اسید:



ب در سلول گالوانی حاصل از اتصال SHE به نیم‌سلول نقره، تیغهٔ نقره‌ای کاتد (قطب مثبت) سلول را تشکیل می‌دهد.

پ در مولکول‌های پلی‌اتن سبک، در محل شاخه‌های متصل به زنجیرهٔ اصلی، اتم‌های کربنی وجود دارند که عدد اکسایش آن‌ها نسبت به سایر اتم‌های کربن متفاوت است. به ساختار مقابل توجه کنید:



ت تیغهٔ فلزی ساخته‌شده از جنس طلا، در مجاورت با محلول روی سولفات، در هیچ واکنشی شرکت نمی‌کند.

ث اتیلن گلیکول، یک الکل دوعاملی با فرمول شیمیایی کلی $C_nH_{2n}O_2$ است؛ پس داریم:

$$C_2H_6O_2: 0 = 2x + 6\times(+1) + 2\times(-2) \Rightarrow x = -1 \Rightarrow \frac{\text{مجموع عدد اکسایش اتم‌های C}}{\text{مجموع عدد اکسایش اتم‌های O}} = \frac{2\times(-1)}{2-(-2)} = 0/5$$

۴۴۱- گزینه ۴ ابتدا واکنش داده‌شده، در هر گزینه را موازنه کرده و پس از آن شمار الکترون‌های مبادله‌شده طی هر واکنش را محاسبه می‌کنیم.

۱) $HSO_4^- + 2Fe^{2+} + 3H_3O^+ \longrightarrow 2Fe^{3+} + SO_2 + 5H_2O \quad :?\,mol\,e^- = 1\,mol\,H_2O \times \frac{2\,mol\,Fe^{2+}}{5\,mol\,H_2O} \times \frac{1\,mol\,e^-}{1\,mol\,Fe^{2+}} = 0/4\,mol$

(+2 → +3: ۱ درجه اکسایش)

۲) $3Cl_2 + 6NaOH \longrightarrow 5NaCl + NaClO_3 + 3H_2O \quad :?\,mol\,e^- = 1\,mol\,H_2O \times \frac{5\,mol\,NaCl}{3\,mol\,H_2O} \times \frac{1\,mol\,e^-}{1\,mol\,NaCl} = \frac{5}{3}\,mol$

(0 → +5: ۵ درجه اکسایش؛ 0 → −1: ۱ درجه کاهش)

بچه‌ها! موازنهٔ واکنش بالا را می‌توان با دادن ضریب یک به H_2O و بدون نیاز به روش اکسایش ـ کاهش، انجام داد.

۳) $NO + 2HNO_3 \longrightarrow 3NO_2 + H_2O \quad :?\,mol\,e^- = 1\,mol\,H_2O \times \frac{1\,mol\,NO}{1\,mol\,H_2O} \times \frac{2\,mol\,e^-}{1\,mol\,NO} = 2\,mol$

(+5 → +4: ۱ درجه کاهش؛ +2 → +4: ۲ درجه اکسایش)

۴) $2H_2S + 3O_2 \longrightarrow 2H_2O + 2SO_2 \quad :?\,mol\,e^- = 1\,mol\,H_2O \times \frac{2\,mol\,SO_2}{2\,mol\,H_2O} \times \frac{6\,mol\,e^-}{1\,mol\,SO_2} = 6\,mol$

(−2 → +4: ۶ درجه اکسایش)

۴۴۲- گزینه ۱ فقط عبارت آ درست است.

بررسی چهار عبارت:

آ واکنش کلی سوختن سیکلوآلکان‌ها به صورت مقابل است:

$$C_nH_{2n} + \frac{3n}{2}O_2 \longrightarrow nCO_2 + nH_2O$$

(−2 → +4: ۶ درجه اکسایش)

همان‌طور که مشخص است، طی واکنش سوختن سیکلوآلکان‌ها، عدد اکسایش میانگین اتم‌های کربن ۶ واحد افزایش می‌یابد.

ب تغییر عدد اکسایش اتم‌های کربن در این واکنش به صورت مقابل است:

$$2C + 2H_2O \longrightarrow CH_4 + CO_2$$

(0 → −4: ۴ درجه کاهش؛ 0 → +4: ۴ درجه اکسایش)

با توجه به این واکنش، داریم:

$$?\,mol\,e^- = 1\,mol\,CH_4 \times \frac{4\,mol\,e^-}{1\,mol\,CH_4} = 4\,mol$$

پ طی واکنش $Na_2O(s) + H_2O(l) \rightarrow 2NaOH(aq)$، عدد اکسایش همهٔ اتم‌ها ثابت است؛ پس این واکنش از نوع اکسایش ـ کاهش نیست.

ت به کمک فرمول شیمیایی هر گونه، عدد اکسایش اتم مرکزی را به دست می‌آوریم.

$PCl_3 : 0 = x + 3\times(-1) \Rightarrow x = +3$ $\quad$ $NO_3^- : -1 = x + 3\times(-2) \Rightarrow x = +5$

۴۴۳- گزینهٔ ۲ عبارت‌های ب و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

ا در آند سلول‌های سوختی هیدروژن ـ اکسیژن، مولکول‌های هیدروژن در حال اکسیدشدن هستند در حالی که در کاتد سلول گالوانی روی ـ هیدروژن، یون‌های هیدروژن کاهیده می‌شوند. به عبارت دیگر، نیم‌واکنش‌های یادشده معکوس یکدیگر هستند.

ب در نیروگاه‌های حرارتی، انرژی سوخت طی یک فرایند پنج‌مرحله‌ای به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود در حالی که در روش استفاده از سلول‌های سوختی، انرژی سوخت طی دو مرحله به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.

پ فراورده‌های تولیدشده از سوختن سوخت در نیروگاه‌های حرارتی، برای به حرکت درآوردن توربین مورد استفاده قرار نمی‌گیرند.

ت در نیروگاه‌های حرارتی، با انرژی حاصل از سوختن سوخت، آب را تبخیر کرده و بخار تولیدشده نیز توربین را به حرکت درمی‌آورد.

۴۴۴- گزینهٔ ۳ نیم‌واکنش‌های انجام‌شده در سلول‌های سوختی هیدروژن ـ اکسیژن به صورت زیر هستند:

کاتد : $O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2O(l)\ ,\ E^\circ = 1/2\ V$

آند : $H_2(g) \rightarrow 2H^+(aq) + 2e^-\ ,\ E^\circ = 0\ V$

در رابطه با این سلول‌ها داریم:

$emf = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = 1/2 - 0 = 1/2\ V$

همان‌طور که مشخص است، emf این سلول برابر با E° نیم‌واکنش کاهش اکسیژن می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ سلول‌های سوختی، از سه جزء که شامل کاتد، آند و غشای مبادله‌کنندهٔ پروتون می‌شوند، تشکیل شده‌اند.

۲ سوزاندن گاز H_2 در موتورهای درون‌سوز، بازدهی نزدیک به ۲۰٪ دارد در حالی که اکسایش گاز H_2 در سلول‌های سوختی بازده واکنش را تا ۳ برابر افزایش می‌دهد.

۴ در سلول‌های سوختی هیدروژن ـ اکسیژن، به ازای جاری‌شدن یک الکترون در مدار خارجی، یک یون هیدروژن نیز توسط غشای سلول مبادله می‌شود.

۴۴۵- گزینهٔ ۴ عبارت‌های ا، ب، پ و ت درست هستند.

بررسی پنج عبارت:

ا در آند سلول‌های سوختی، همانند آند سایر سلول‌های گالوانی، نیم‌واکنش اکسایش انجام می‌شود.

ب اتلاف انرژی به صورت گرما در نیروگاه‌های حرارتی بیشتر از سلول‌های سوختی بوده و این نیروگاه‌ها بازدهی کم‌تری در تولید انرژی الکتریکی دارند.

پ سوخت‌های فسیلی، هم‌چنان مناسب‌ترین سوخت برای خودروها و نیروگاه‌ها به شمار می‌روند.

ت تأمین سوخت سلول‌های سوختی، یکی از چالش‌های موجود بر سر راه استفاده از این سلول‌ها است.

ث رایج‌ترین نوع سلول‌های سوختی، سلول‌های سوختی هیدروژن ـ اکسیژن هستند.

۴۴۶- گزینهٔ ۲ نیم‌واکنش‌های انجام‌شده در سلول‌های سوختی هیدروژن ـ اکسیژن به شرح زیر هستند:

نیم‌واکنش کاتدی : $O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2O(l)$ $\quad$ نیم‌واکنش آندی : $H_2(g) \rightarrow 2H^+(aq) + 2e^-$

همان‌طور که مشخص است، یون‌های هیدروژن و الکترون‌های مصرف‌شده در نیم‌واکنش کاتدی، توسط نیم‌واکنش آندی تولید می‌شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ کارایی سلول‌های سوختی در تولید انرژی الکتریکی، بیشتر از کارایی نیروگاه‌های حرارتی است.

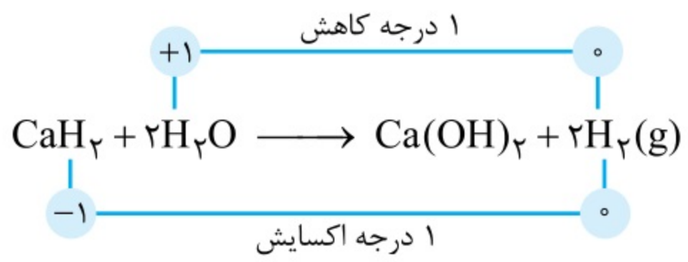
۳ ضریب استوکیومتری الکترون در نیم‌واکنش کاهش، دو برابر ضریب استوکیومتری آن در نیم‌واکنش اکسایش است.

۴ در سلول‌های سوختی، به ازای مصرف هر مول گاز اکسیژن، ۴ مول الکترون ($2/408\times10^{24}$ الکترون) در مدار خارجی جریان پیدا می‌کنند.

۴۴۷- گزینهٔ ۲ عبارت‌های ب و پ درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

ا معادلهٔ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است:



همان‌طور که مشخص است، طی این فرایند، عدد اکسایش اتم‌های O ثابت باقی می‌ماند.

نکتهٔ ترکیبی: کلسیم هیدرید (CaH_2) براساس معادلهٔ نشان داده شده، یک باز آرنیوس بوده و طی انحلال در آب، غلظت یون هیدروکسید را افزایش می‌دهد.

ب سلول‌های سوختی افزون بر کارایی بیشتر، می‌توانند ردپای گاز کربن دی‌اکسید را نیز کاهش دهند.

پ در سلول گالوانی موردنظر، اتم‌های کلسیم به عنوان گونهٔ کاهنده و یون‌های هیدروژن به عنوان گونهٔ اکسنده شرکت می‌کنند.

$emf = E^\circ(\text{گونهٔ اکسنده}) - E^\circ(\text{گونهٔ کاهنده}) = E^\circ(H^+/H_2) - E^\circ(Ca^{2+}/Ca) = -E^\circ(Ca^{2+}/Ca)$

ت در واکنش‌های اکسایش ـ کاهش، الکترون‌ها از گونهٔ کاهنده به گونهٔ اکسنده انتقال پیدا می‌کنند.

۴۴۸- گزینهٔ ٤ معادلهٔ نیم‌واکنش موردنظر، پس از موازنهٔ کامل به صورت مقابل می‌شود: $CH_3OH(l) + H_2O(l) \rightarrow CO_2(g) + 6H^+(aq) + 6e^-$

۴۴۹- گزینهٔ ۳ در این سلول، منیزیم در نقش آند و الکترود هیدروژن در نقش کاتد است. بر این اساس، عبارت‌های (آ) و (پ) درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ اگر تغییر جرم تیغهٔ آندی در سلول $Mg-H_2$ برابر با x گرم و در سلول $Al-H_2$ برابر با $0/75x$ گرم باشد، داریم:

$$\left.\begin{array}{l} \text{سلول } Mg-H_2: ?\,L\,H_2 = x\,g\,Mg \times \frac{1\,mol\,Mg}{24\,g\,Mg} \times \frac{1\,mol\,H_2}{1\,mol\,Mg} \times \frac{22/4\,L\,H_2}{1\,mol\,H_2} = \frac{14x}{15}\,L \\ \text{سلول } Mg-H_2: ?\,L\,H_2 = 0/75x\,g\,Al \times \frac{1\,mol\,Al}{27\,g\,Al} \times \frac{3\,mol\,H_2}{2\,mol\,Al} \times \frac{22/4\,L\,H_2}{1\,mol\,H_2} = \frac{14x}{15}\,L \end{array}\right\} \Rightarrow \text{حجم گازها برابر است.}$$

ب چون Na کاهنده‌تر از Mg است؛ پس E° این فلز منفی‌تر از E° منیزیم بوده و به همین خاطر، emf سلول $Na-H_2$ بزرگ‌تر از emf سلول $Mg-H_2$ می‌شود.

پ در سلول $Mg-H_2$، گاز H_2 تولید می‌شود؛ پس مقدار گاز H_2 واردشده به آن، کم‌تر از مقدار گاز H_2 خارج‌شده می‌شود. در نقطهٔ مقابل، در سلول سوختی هیدروژن ـ اکسیژن، گاز H_2 مصرف می‌شود؛ پس مقدار گاز H_2 واردشده به این سلول، بیشتر از مقدار گاز H_2 خارج‌شده از آن می‌شود.

ت فلز موجود در نیم‌سلول کاتدی (نیم‌سلول هیدروژن)، پلاتین است و می‌دانیم که E° پلاتین در مقایسه با E° منیزیم بیشتر است.

۴۵۰- گزینهٔ ٤ به ازای مصرف یک مقدار مشخص از سوخت، انرژی تولیدشده در سلول‌های سوختی بیشتر از نیروگاه‌های حرارتی است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) برای محاسبهٔ emf سلول‌های سوختی، باید E° نیم‌واکنش انجام‌شده در آند را از E° نیم‌واکنش انجام‌شده در کاتد کم کنیم.

۲) آند و کاتد سلول‌های سوختی، دارای کاتالیزگرهایی هستند که به نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش سرعت می‌بخشند.

۳) سوخت مورد نیاز در سلول‌های سوختی، توسط یک منبع خارجی تأمین شده و در سلول موردنظر ذخیره نمی‌شود.

۴۵۱- گزینهٔ ۲ عبارت‌های آ و پ درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ چون واکنش انجام شده در سلول سوختی هیدروژن ـ اکسیژن مشابه به واکنش سوختن هیدروژن است، پس ΔH واکنش انجام‌شده در این سلول نیز برابر با ΔH واکنش سوختن گاز هیدروژن می‌شود.

ب غشای مبادله‌کنندهٔ به کار رفته در سلول سوختی هیدروژن ـ اکسیژن، فاقد کاتالیزگر بوده و فقط یون‌های H_3O^+ را از خود عبور می‌دهد.

پ در این سلول سوختی، الکترون‌ها به سمت کاتد می‌روند. مولکول‌های H_2O نیز در سمت کاتد این سلول تولید می‌شوند.

ت به ازای مصرف ۳۳/۶ لیتر گاز O_2 (معادل با ۱/۵ مول گاز O_2) در نیم‌واکنش $O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$، تعداد یون‌های هیدرونیوم مبادله‌شده برابر با $3/612 \times 10^{24}$ عدد می‌شود.

۴۵۲- گزینهٔ ۳ معادلهٔ نیم‌واکنش کاهش اکسیژن به صورت مقابل است: $O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2O(g)$

با توجه به معادلهٔ این نیم‌واکنش، مقدار بخار آب تولیدشده را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\,H_2O = 3/01 \times 10^{22}\,e^- \times \frac{1\,mol\,e^-}{6/02 \times 10^{23}\,e^-} \times \frac{2\,mol\,H_2O}{4\,mol\,e^-} = 0/025\,mol$$

در مرحلهٔ بعد، سرعت متوسط تولید بخار آب را محاسبه می‌کنیم:

$$\bar{R}_{H_2O} = \frac{\Delta n_{H_2O}}{\Delta t} \Rightarrow \bar{R}_{H_2O} = \frac{0/025}{5 \times \frac{1}{60}} = 0/3\,mol.h^{-1}$$

۴۵۳- گزینهٔ ٤ در سلول‌های سوختی، گونهٔ کاهنده (گونه‌ای که اکسید می‌شود (H_2)) در مجاورت با آند و گونهٔ اکسنده (گونه‌ای که کاهش پیدا می‌کند (O_2)) در مجاورت با کاتد مصرف می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در سلول‌های سوختی، عناصر سازندهٔ تیغه‌های آندی و کاتدی در واکنش‌های الکتروشیمیایی شرکت نمی‌کنند و با گذشتن زمان، جرم این تیغه‌ها ثابت باقی می‌ماند.

۲) در باتری‌های روی ـ نقره، همانند سلول‌های سوختی و سایر سلول‌های گالوانی، واکنشی که پتانسیل کاهشی کم‌تری دارد، در سمت آند انجام می‌شود.

۳) گاز واردشده به کاتد سلول‌های سوختی، گاز اکسیژن و گاز واردشده به آند این سلول‌ها، هیدروژن است. چون جرم مولی اکسیژن، ۱۶ برابر جرم مولی هیدروژن است، چگالی یک نمونه از گاز اکسیژن در فشار و دمای یکسان، ۱۶ برابر چگالی هیدروژن است.

۴۵۴- گزینهٔ ۱ نیم‌واکنش کاهش انجام‌شده به صورت مقابل است: $O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2O(l)$

با توجه به معادلهٔ این نیم‌واکنش، شمار الکترون‌های جاری‌شده و جرم اکسیژن مصرف‌شده را به دست می‌آوریم:

$$?\,e^-\text{ تعداد} = 54\,g\,H_2O \times \frac{1\,mol\,H_2O}{18\,g\,H_2O} \times \frac{4\,mol\,e^-}{2\,mol\,H_2O} \times \frac{6/02 \times 10^{23}\,e^-\text{ تعداد}}{1\,mol\,e^-} = 3/612 \times 10^{24}$$

$$?\,g\,H_2O = 54\,g\,H_2O \times \frac{1\,mol\,H_2O}{18\,g\,H_2O} \times \frac{1\,mol\,O_2}{2\,mol\,H_2O} \times \frac{32\,g\,O_2}{1\,mol\,O_2} = 48\,g$$

معادلهٔ واکنش کلی انجام‌شده به صورت $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$ است. براساس معادلهٔ واکنش، جرم H_2 مصرف‌شده را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,g\,H_2 = 48\,g\,O_2 \times \frac{1\,mol\,O_2}{32\,g\,O_2} \times \frac{2\,mol\,H_2}{1\,mol\,O_2} \times \frac{2\,g\,H_2}{1\,mol\,H_2} = 6\,g$$

در ابتدای کار، ۴۸ گرم گاز هیدروژن وارد این سلول شده است؛ پس با مصرف‌شدن ۶ g از این گاز، ۴۲ g گاز هیدروژن از سلول خارج می‌شود.

۴۵۵- گزینه۲ عبارت‌های آ و پ درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

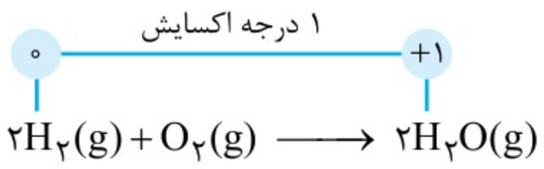
آ در مجاورت با کاتد سلول‌های سوختی، مولکول‌های اکسیژن با یون هیدروژن وارد واکنش شده و مولکول‌های آب را تولید می‌کند.

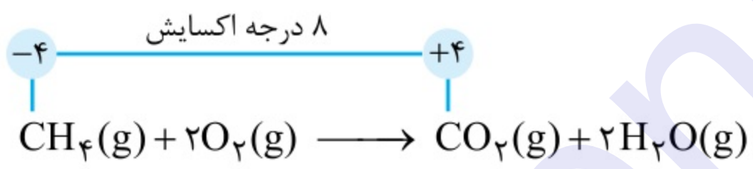
ب در غشای مبادله‌کنندهٔ موجود در سلول‌های سوختی، فقط یون‌های هیدروژن در حرکت هستند و آنیون‌ها اجازهٔ عبور از این غشا را ندارند.

پ از سلول‌های سوختی برای گذر از تنگنای تأمین انرژی و کاهش آلودگی محیط زیست استفاده می‌شود.

ت در سلول‌های سوختی هیدروژن ـ اکسیژن، آب به حالت گاز (بخار آب) در مجاورت با کاتد (قطب مثبت سلول) تولید می‌شوند.

۴۵۶- گزینه۱ واکنش‌های انجام‌شده در این سلول‌های الکتروشیمیایی به صورت زیر است:





با توجه به معادله‌های نوشته‌شده، به ازای مصرف هر مول هیدروژن (معادل با ۲ گرم هیدروژن)، ۲ مول الکترون در مدار جاری می‌شود؛ در حالی که به ازای مصرف هر مول متان (معادل با ۱۶ گرم متان)، ۸ مول الکترون در مدار جاری می‌شود. بر این اساس، برای عبور همان شمار الکترون ناشی از مصرف یک مول گاز هیدروژن، باید ۰/۲۵ مول گاز متان (معادل با ۴ گرم گاز متان) در این سلول اکسید شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ تغییر عدد اکسایش گونهٔ کاهنده در این سلول (متان) برابر با ۸+ و تغییر عدد اکسایش گونهٔ اکسندهٔ مصرف‌شده در آن (اکسیژن) برابر با ۲− است.

۳ در سلول هیدروژن ـ اکسیژن، به ازای مصرف‌شدن هر مول هیدروژن، ۰/۵ مول اکسیژن مصرف می‌شود. از طرفی، برای مصرف‌شدن ۰/۵ مول اکسیژن در سلول جدید، باید ۰/۲۵ مول متان اکسایش پیدا کند. *بدیهی‌که* حجم ۱ مول گاز H_2، در شرایط یکسان، ۴ برابر حجم ۰/۲۵ مول CH_4 است.

۴ در سلول موردنظر، علاوه بر مولکول‌های آب، گاز CO_2 نیز تولید می‌شود. این گاز، آلایندگی بیشتری نسبت به فراوردهٔ تولیدشده در سلول دیگر دارد.

۴۵۷- گزینه۱ در سلول‌های سوختی، انرژی شیمیایی سوخت‌ها به طور مستقیم به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ بازدهی اکسایش گاز H_2 در سلول‌های سوختی نزدیک به ۶۰٪ است در حالی که بازده سوزاندن این گاز در موتورهای درون‌سوز ۲۰٪ است.

۳ در سلول‌های الکترولیتی، کاتد معادل با قطب منفی بوده و در آن فرایند کاهش انجام می‌شود.

۴ در سلول‌های سوختی، همانند سایر سلول‌های گالوانی، نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش در دو محیط مجزا انجام می‌شوند.

۴۵۸- گزینه۳ عبارت‌های آ، ب و پ درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ در سلول‌های الکترولیتی، نیم‌واکنش‌های آندی و کاتدی در خلاف جهت طبیعی خود و به واسطهٔ یک ولتاژ خارجی به پیش رانده می‌شوند.

ب در سلول‌های الکترولیتی، گونهٔ اکسنده (گونه‌ای که کاهش پیدا می‌کند) در مجاورت با کاتد و گونهٔ کاهنده (گونه‌ای که اکسایش پیدا می‌کند) در مجاورت با آند مصرف می‌شود.

پ در سلول‌های الکترولیتی، الکترون‌ها در مجاورت با آند (قطب مثبت) و طی نیم‌واکنش اکسایش تولید شده و در مجاورت با کاتد (قطب منفی) و طی نیم‌واکنش کاهش مصرف می‌شوند.

ت در هنگام کارکرد سلول‌های الکترولیتی، کاتیون‌ها به سمت کاتد (قطب منفی) و آنیون‌ها به سمت آند (قطب مثبت) حرکت می‌کنند.

۴۵۹- گزینه۱ باید به دنبال نیم‌سلول‌هایی باشیم که مقدار emf حاصل از سلول ساخته‌شده از آن‌ها بزرگ‌تر از ۱/۵ V باشد. با اتصال نیم‌سلول‌های A و D به یکدیگر، یک سلول گالوانی با پتانسیل ۱/۵۶ V حاصل می‌شود.

$$emf = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = (0/8) - (-0/76) = 1/56\ V$$

۴۶۰- گزینه۴ در واکنش موردنظر، اتم‌های M اکسید می‌شوند (گونهٔ کاهنده) و یون‌های روی نیز کاهش پیدا می‌کنند (گونهٔ اکسنده)

$$E^\circ_{\text{واکنش}} = E^\circ(\text{گونهٔ اکسنده}) - E^\circ(\text{گونهٔ کاهنده}) = (-0/76) - (-0/13) = -0/63\ V$$

با توجه به منفی‌شدن E° این واکنش، فرایند موردنظر به صورت طبیعی و بدون نیاز به منبع انرژی خارجی انجام نمی‌شود و برای انجام‌شدن آن به یک منبع انرژی خارجی نیاز است؛ پس این واکنش در سلول‌های الکترولیتی انجام می‌شود.

۴۶۱- گزینه۳ واکنش انجام‌شده در این سلول به صورت مقابل است:

$$Pb^{2+}(l) + 2Cl^{-}(l) \xrightarrow{2e^{-}} Pb(l) + Cl_2(g)$$

براساس معادلهٔ این واکنش، شمار مول‌های عنصر تولیدشده در سمت آند (کلر) با شمار مول‌های عنصر تولیدشده در سمت کاتد (سرب) برابر است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) طی این واکنش، گاز کلر تولیدشده و فلز سرب در ظرف واکنش باقی می‌ماند. سرب (II) کلرید اولیه یک ترکیب یونی است و رسانایی آن در حالت مذاب به کمک حرکت یون‌ها ایجاد می‌شود در حالی که سرب یک مادهٔ فلزی است و رسانایی آن توسط حرکت الکترون‌ها انجام می‌شود.

۲) الکترود متصل‌شده به قطب مثبت منبع تغذیه، قطب مثبت (آند) این سلول را تشکیل داده و در اطراف آن یون‌های کلرید اکسایش می‌یابند.

۴) در مدار بیرونی همهٔ سلول‌های الکتروشیمیایی (گالوانی و الکترولیتی)، الکترون‌ها از سمت آند به طرف کاتد حرکت می‌کنند.

۴۶۲- گزینه۲ عبارت‌های [أ]، [ب] و [ت] درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

[أ] عدد اکسایش اتم مرکزی در یون نیترات (NO_3^-) برابر با ۵+ و در گوگرد تری‌اکسید (SO_3) برابر ۶+ است. چون اتم‌های این عناصر در بالاترین عدد اکسایش خود قرار دارند، حتی در حضور یک اکسندهٔ قوی هم نمی‌توانند اکسید شوند.

[ب] در واکنش $Fe^{2+} + 2Ag \rightarrow Fe + 2Ag^{+}$، پایداری واکنش‌دهنده‌ها بیشتر بوده و برای انجام‌شدن آن به یک سلول الکترولیتی نیاز است.

[پ] در واکنش گاز اتن با آب، اتانول تولید می‌شود. عدد اکسایش هر دو اتم C موجود در اتن برابر با ۲− است اما عدد اکسایش اتم‌های C موجود در اتانول برابر با ۱− و ۳− است. چون عدد اکسایش اتم‌های کربن در این فرایند تغییر می‌کند، پس واکنش انجام‌شده از نوع اکسایش ـ کاهش است.

[ت] در مراحل تهیهٔ فلز Mg از آب دریا، منیزیم هیدروکسید ($Mg(OH)_2$) تولید می‌شود. این ماده به عنوان ضداسید برای درمان بیماری معده کاربرد دارد.

۴۶۳- گزینه۳ در سلول الکترولیتی مربوط به برقکافت کلسیم کلرید مذاب، یون‌های کلرید در مجاورت با تیغهٔ آندی اکسایش یافته و سبب تولید گاز زردرنگ کلر می‌شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) الکترودهای سلول‌های الکترولیتی بی‌اثر هستند، در واکنش‌های آندی و کاتدی شرکت نمی‌کنند و اغلب از جنس گرافیت هستند.

۲) در سلول‌های الکترولیتی، الکترودهای آند و کاتد به ترتیب به قطب‌های مثبت و منفی باتری متصل می‌شوند.

۴) واکنش انجام‌شده در سلول الکترولیتی موردنظر به صورت مقابل است:

$$2Na^{+}(l) + 2Br^{-}(l) \xrightarrow{2e^{-}} 2Na(l) + Br_2(g)$$

با توجه به معادلهٔ این واکنش، به ازای عبور یک مول الکترود از مدار خارجی، یک مول یون برمید اکسید شده و نیم مول بخار برم حاصل می‌شود.

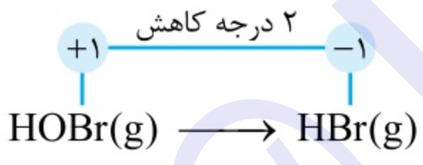
۴۶۴- گزینه۲ در قطب مثبت (آند) سلول الکترولیتی مربوط به برقکافت کلسیم کلرید، یون‌های کلرید اکسایش یافته و پس از انتقال الکترون‌های خود به گونهٔ اکسنده، به گاز کلر تبدیل می‌شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در سطح آند سلول‌های الکترولیتی، رقابت آندی بین گونه‌های شیمیایی اتفاق می‌افتد. در این رقابت، گونه‌ای که پتانسیل الکترودی کوچک‌تری داشته باشد، اکسایش پیدا می‌کند.

۳) در سلول‌های الکترولیتی، همانند سلول‌های گالوانی، جهت حرکت الکترون‌ها در مدار خارجی همسو با جهت حرکت کاتیون‌ها در الکترولیت سلول موردنظر است.

۴) واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است:



در برقکافت کلسیم برمید، برخلاف واکنش فوق، اتم‌های برم الکترون از دست داده و اکسایش پیدا می‌کنند.

۴۶۵- گزینه۳ عبارت‌های [أ]، [ب] و [ت] درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

[أ] در آند این سلول الکترولیتی، یون‌های برمید اکسایش یافته و بخار برم تولید می‌شود. از بخار برم می‌توانیم برای تمایز هیدروکربن‌های سیرنشده مثل آلکن‌ها از هیدروکربن‌های سیرشده استفاده کنیم. برای این کار، مقداری از بخار قرمزرنگ برم را به هیدروکربن موردنظر اضافه می‌کنیم. اگر هیدروکربن موردنظر سیرنشده باشد، با مولکول‌های برم واکنش داده و از رنگ مخلوط واکنش کاسته می‌شود.

[ب] در سلول‌های الکترولیتی، همانند سلول‌های گالوانی، یون‌های مثبت موجود در الکترولیت به سمت کاتد و یون‌های منفی به سمت آند جذب می‌شوند.

[پ] در سلول‌های الکترولیتی، کاتد معادل با قطب منفی و در سلول‌های گالوانی، کاتد معادل با قطب مثبت است.

[ت] در کاتد این سلول، فلز سرب بر اثر کاهش یون‌های سرب (II) تولید می‌شوند. این عنصر متعلق به گروه چهاردهم جدول تناوبی بوده و در حالت جامد چکش‌خوار است و جریان برق و گرما را به راحتی از خود عبور می‌دهد.

۴۶۶- گزینه۲ در سلول‌های الکترولیتی، واکنش‌های شیمیایی در خلاف جهت طبیعی به پیش رفته و انرژی الکتریکی به انرژی شیمیایی تبدیل می‌شود. در واکنش انجام‌شده در این سلول‌ها، برخلاف سلول‌های گالوانی، پایداری فراورده‌ها کم‌تر از واکنش‌دهنده‌ها است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) واکنش انجام‌شده در این سلول به صورت مقابل است:

$$Ca^{2+}(l) + 2Br^{-}(l) \xrightarrow{2e^-} Ca(l) + Br_2(g)$$

جرم کلسیم (فراوردهٔ تولیدشده در کاتد) را برابر با m گرم در نظر گرفته و جرم برم تولیدشده را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,g\,Br_2 = m\,g\,Ca \times \frac{1\,mol\,Ca}{40\,g\,Ca} \times \frac{1\,mol\,Br_2}{1\,mol\,Ca} \times \frac{160\,g\,Br_2}{1\,mol\,Br_2} = 4m\,g$$

(۳) در سلول‌های گالوانی، همانند سلول‌های الکترولیتی، الکترون‌ها در آند تولید شده و در کاتد مصرف می‌شوند.

(۴) در سلول‌های الکترولیتی، نیم‌واکنش کاهش در مجاورت با کاتد (قلب منفی سلول) انجام می‌شود.

۴۶۷- گزینه۳ واکنش‌های انجام‌شده هنگام برقکافت هر ماده به صورت زیر است:

$$\text{برقکافت } MgBr_2: Mg^{2+}(l) + 2Br^{-}(l) \xrightarrow{2e^-} Mg(l) + Br_2(g) \qquad \text{برقکافت } NaBr: 2Na^{+}(l) + 2Br^{-}(l) \xrightarrow{2e^-} 2Na(l) + Br_2(g)$$

جرم سدیم برمید موجود در مخلوط اولیه را برابر با m گرم و جرم منیزیم برمید موجود در آن را برابر با n گرم در نظر می‌گیریم و با توجه به معادلهٔ هر واکنش، شمار الکترون‌های مبادله‌شده طی برقکافت هر ماده را محاسبه می‌کنیم.

$$NaBr: ?\,mol\,e^- = m\,g\,NaBr \times \frac{1\,mol\,NaBr}{103\,g\,NaBr} \times \frac{2\,mol\,e^-}{2\,mol\,NaBr} = \frac{m}{103}\,mol$$

$$MgBr_2: ?\,mol\,e^- = n\,g\,MgBr_2 \times \frac{1\,mol\,MgBr_2}{184\,g\,MgBr_2} \times \frac{2\,mol\,e^-}{1\,mol\,MgBr_2} = \frac{n}{92}\,mol$$

با توجه به داده‌های سؤال، طی برقکافت کامل این مخلوط، $2/408 \times 10^{23}$ الکترون (معادل با ۰/۴ مول الکترون) مبادله شده است، پس داریم:

$$\text{مجموع شمار مول‌های } e^- \text{ مبادله‌شده} = 0/4 = \frac{m}{103} + \frac{n}{92}$$

از طرف دیگر مجموع جرم واکنش‌های مصرف‌شده (n, m)، برابر با ۳۹ گرم بوده است؛ پس ابتدا یک دستگاه دو معادله و دو مجهول تشکیل می‌دهیم تا به کمک آن، جرم هر ماده را به دست بیاوریم.

$$\begin{cases} m + n = 39 \\ \frac{m}{103} + \frac{n}{92} = 0/4 \end{cases} \Rightarrow \text{جرم سدیم برمید} = m = 20/6\,g \quad , \quad \text{جرم منیزیم برمید} = n = 18/4\,g$$

پس در مخلوط اولیهٔ واکنش، ۱۸/۴ گرم منیزیم برمید (معادل با ۰/۱ مول منیزیم برمید) و ۲۰/۶ گرم سدیم برمید (معادل با ۰/۲ مول سدیم برمید) وجود داشته است. با توجه به شمار مول‌های هر ماده، درصد یون‌های برمید را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{درصد یون برمید} = \frac{\text{شمار یون‌های برمید}}{\text{شمار یون‌های حاصل از سدیم برمید} + \text{شمار یون‌های حاصل از منیزیم برمید}} \times 100 = \frac{0/4}{0/3 + 0/4} \times 100 = 57/1$$

۴۶۸- گزینه۲ معادلهٔ واکنش‌های انجام‌شده به صورت زیر است:

$$\text{برقکافت } CaBr_2: Ca^{2+}(l) + 2Br^{-}(l) \xrightarrow{2e^-} Ca(l) + Br_2(g) \qquad \text{برقکافت } NaI: 2Na^{+}(l) + 2I^{-}(l) \xrightarrow{2e^-} 2Na(l) + I_2(g)$$

جرم برقکافت‌شده از هر ترکیب را برابر با m گرم در نظر گرفته و شمار الکترون‌های مبادله‌شده طی برقکافت هر ترکیب را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{کلسیم برمید}: ?\,mol\,e^- = m\,g\,CaBr_2 \times \frac{1\,mol\,CaBr_2}{200\,g\,CaBr_2} \times \frac{2\,mol\,e^-}{1\,mol\,CaBr_2} = \frac{m}{100}\,mol$$

$$\text{سدیم یدید}: ?\,mol\,e^- = m\,g\,NaI \times \frac{1\,mol\,NaI}{150\,g\,NaI} \times \frac{2\,mol\,e^-}{2\,mol\,NaI} = \frac{m}{150}\,mol$$

با توجه به محاسبات انجام‌شده، مقدار جریان مصرف‌شده برای برقکافت کامل کلسیم برمید، ۱/۵ برابر مقدار جریان مورد نیاز برای برقکافت سدیم یدید است.

۴۶۹- گزینه۴ مخلوط مذاب موجود در این سلول الکترولیتی، شامل کاتیون‌های منیزیم و کلسیم و آنیون‌های کلرید و برمید می‌شود. ابتدا باید براساس نسبت جرمی فراورده‌های تولیدشده در آند و کاتد این سلول، گونه‌های برنده و بازنده را مشخص کنیم.

برای فراورده‌های اولیهٔ تولیدشده در این سلول، ۴ حالت زیر را می‌توان متصور شد.

$$\text{حالت I}: \begin{cases} \text{کاتد}: Mg^{2+} \\ \text{آند}: Cl^- \end{cases} \qquad \text{حالت II}: \begin{cases} \text{کاتد}: Mg^{2+} \\ \text{آند}: Br^- \end{cases} \qquad \text{حالت III}: \begin{cases} \text{کاتد}: Ca^{2+} \\ \text{آند}: Cl^- \end{cases} \qquad \text{حالت IV}: \begin{cases} \text{کاتد}: Ca^{2+} \\ \text{آند}: Br^- \end{cases}$$

از میان حالت‌های فوق، اگر یون‌های منیزیم در کاتد برنده شده و یون‌های برمید نیز در آند برندهٔ رقابت شوند (حالت II)، جرم فراوردهٔ تولیدشده در مجاورت کاتد (منیزیم)، ۰/۱۵ برابر جرم فراوردهٔ تولیدشده در آند (بخار برم) می‌شود. در این شرایط، معادلهٔ واکنش شیمیایی انجام‌شده به صورت $MgBr_2(l) \rightarrow Mg(l) + Br_2(g)$ می‌شود.

با توجه به این‌که در رقابت آندی این سلول، از میان یون‌های برمید و کلرید، یون‌های برمید اکسایش یافته‌اند، پی می‌بریم که تمایل یون‌های این عنصر به از دست دادن الکترون بیشتر بوده و پتانسیل کاهشی آن کم‌تر از کلر است.

در نقطهٔ مقابل، چون در کاتد این سلول یون‌های منیزیم در رقابت با یون‌های کلسیم کاهش پیدا می‌کنند، پی می‌بریم که یون‌های منیزیم تمایل بیشتری برای گرفتن الکترون دارند و پتانسیل کاهشی آن‌ها بزرگ‌تر از کلسیم است. با توجه به بزرگ‌تربودن پتانسیل کاهشی منیزیم در مقایسه با کلسیم، این عنصر در سری الکتروشیمیایی در موقعیت بالاتری نسبت به کلسیم قرار می‌گیرند.

۴۷۰- گزینه ۲ در سلول‌های الکترولیتی، یک واکنش شیمیایی با E° منفی در خلاف جهت طبیعی به پیش رانده می‌شود؛ پس می‌توان گفت E° نیم‌واکنش انجام‌شده در کاتد این سلول‌ها، کوچک‌تر از E° نیم‌واکنش انجام‌شده در آند آن‌ها است. در سلول الکترولیتی مربوط به برقکافت آب نیز نیم‌واکنش: $2H_2O(l) + 2e^- \rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)$ در کاتد و نیم‌واکنش: $2H_2O(l) \rightarrow O_2 + 4H^+(aq) + 4e^-$ در آند انجام می‌شود؛ پس می‌توان گفت E° نیم‌واکنش اول کوچک‌تر از E° نیم‌واکنش دوم است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) نیم‌واکنش موردنظر، پس از موازنه به صورت مقابل است: $2H_2O(l) + 2e^- \rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)$

۳) در سمت کاتد سلول مربوط به برقکافت آب، نیم‌واکنش کاهش مولکول‌های این ماده انجام می‌شود.

۴) معادلهٔ نیم‌واکنش کاهش کلر به صورت $Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$ است. همان‌طور که مشخص است، به ازای مصرف ۲ مول الکترون در این نیم‌واکنش‌ها، ۲ مول از مادهٔ اکسنده مصرف می‌شود.

۴۷۱- گزینه ۳ عبارت‌های آ و ب درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ در ساختار سلول‌های الکترولیتی (سلول استفاده‌شده برای برقکافت آب)، برخلاف سلول‌های گالوانی، دیوارهٔ متخلخل وجود ندارد.

ب چون پتانسیل کاهشی استاندارد منگنز کوچک‌تر از روی است، اتم‌های این عنصر در مقایسه با اتم‌های روی قدرت کاهندگی (تمایل به اکسیدشدن) بیشتری داشته و به همین خاطر، با محلول‌های اسیدی با سرعت بیشتری واکنش می‌دهند.

پ با افزایش قدرت کاهندگی گونهٔ فلزی به کار رفته در کاتد یک سلول گالوانی، E° این فلز کاهش یافته و مقدار emf آن سلول نیز کاهش پیدا می‌کند.

ت چون پتانسیل کاهشی استاندارد روی بزرگ‌تر از منگنز است، اتم‌های این عنصر تمایل بیشتری به جذب الکترون داشته و به همین خاطر، در ابتدای واکنش یون‌های Zn^{2+} در رقابت با یون‌های Mn^{2+} برنده شده و کاهش پیدا می‌کنند و یک لایهٔ نازک از آن‌ها روی الکترود منفی (کاتد) رسوب می‌کند.

۴۷۲- گزینه ۲ عبارت‌های ب و پ درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ آب خالص رسانایی الکتریکی ناچیزی دارد؛ از این رو برای برقکافت آن باید مقداری از یک مادهٔ الکترولیت را به آب اضافه کنیم.

ب در آند سلول‌های الکترولیتی مربوط به برقکافت آب، مولکول‌های H_2O اکسایش یافته و اکسیژن تولید می‌شود.

پ در سلول الکترولیتی مربوط به برقکافت آب، مولکول‌های H_2O هم در نیم‌واکنش اکسایش، هم در نیم‌واکنش کاهش شرکت می‌کنند.

ت در آند سلول الکترولیتی مورد استفاده برای برقکافت آب، مولکول‌های H_2O اکسایش یافته و یون هیدروژن تولید می‌شود. یون‌های هیدروژن تولیدشده، محلول موردنظر را اسیدی می‌کنند و رنگ کاغذ pH نیز در مجاورت با محلول‌های اسیدی قرمز می‌شود.

۴۷۳- گزینه ۲ در آند سلول الکترولیتی موردنظر، گاز اکسیژن و در کاتد آن گاز هیدروژن تولید می‌شود. چون جرم مولی اکسیژن (۳۲ گرم بر مول) ۱۶ برابر جرم مولی هیدروژن (۲ گرم بر مول) است، پس در شرایط یکسان از نظر دما و فشار محیط، چگالی گاز تولیدشده در آند این سلول ۱۶ برابر چگالی گاز آزادشده در کاتد آن است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در آند این سلول، نیم‌واکنش مقابل انجام می‌شود: $2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^-$

یون‌های هیدروژن تولیدشده در این نیم‌واکنش، محلول اطراف آند را اسیدی کرده و pH آن را کاهش می‌دهند.

۳) در سلول‌های سوختی هیدروژن ـ اکسیژن، گازهای H_2 و O_2 با یکدیگر واکنش داده و مولکول‌های H_2O تولید می‌شوند در حالی که در این سلول، مولکول‌های آب در حال تجزیه‌شدن به عناصر H_2 و O_2 هستند.

۴) در مدار بیرونی سلول‌های الکترولیتی، الکترون‌ها از طرف آند (قطب مثبت) به سمت کاتد (قطب منفی) حرکت می‌کنند.

۴۷۴- گزینه ۲ واکنش برقکافت آب به صورت مقابل است: $2H_2O(l) \rightarrow 2H_2(g) + O_2(g)$

همان‌طور که مشخص است، حجم گاز هیدروژن تولیدشده طی این فرایند، در هر لحظه دو برابر حجم گاز اکسیژن تولیدشده در آن خواهد بود؛ چرا که ضریب هیدروژن در معادلهٔ موازنه‌شدهٔ این واکنش دو برابر ضریب اکسیژن است. با توجه به این‌که در شکل داده‌شده، حجم گاز در لولهٔ سمت راست بیشتر از لولهٔ سمت چپ است، پس الکترود B کاتد (محل تولید گاز هیدروژن) و الکترود A نیز آند (محل تولید گاز اکسیژن) است.

عبارت‌های آ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ الکترود A، آند (قطب مثبت) این سلول را تشکیل می‌دهد و به قطب مثبت مولد متصل شده است. در این شرایط، مولکول‌های آب از سمت سر منفی خود (از طرف اتم اکسیژن) به طرف تیغهٔ A جهت‌گیری می‌کنند.

ب طی واکنش‌های انجام‌شده در سلول‌های الکترولیتی، پایداری فراورده‌های حاصل کم‌تر از پایداری واکنش‌دهنده‌های مصرف‌شده است.

پ در سمت A گاز اکسیژن تولید می‌شود در حالی که از گاز هیدروژن به عنوان سوخت در سلول‌های سوختی استفاده می‌شود.

ت به هنگام کارکرد این سلول، کاتیون‌ها به سمت تیغهٔ کاتد (قطب منفی) حرکت می‌کنند. در این سلول، تیغهٔ B معادل با کاتد است.

۴۷۵- گزینه۲ معادلهٔ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است: $۴NO_۲(g)+O_۲(g) \rightarrow ۲N_۲O_۵(g)$

با توجه به جرم گاز $N_۲O_۵$ تولیدشده، مقدار گاز اکسیژن مصرف‌شده را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,g\,O_۲ = ۲۱/۶\,g\,N_۲O_۵ \times \frac{۱\,mol\,N_۲O_۵}{۱۰۸\,g\,N_۲O_۵} \times \frac{۱\,mol\,O_۲}{۲\,mol\,N_۲O_۵} = ۰/۱\,mol$$

واکنش برقکافت آب نیز به صورت $۲H_۲O(l) \rightarrow O_۲(g)+۲H_۲(g)$ است. بر این اساس، داریم:

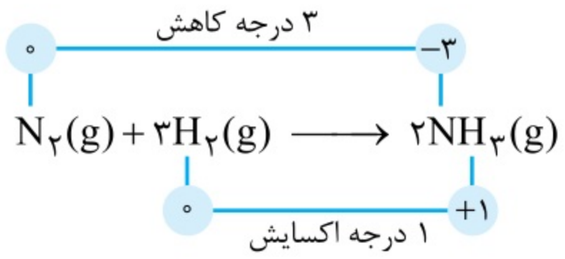
$$?\,g\,H_۲O = ۰/۱\,mol\,O_۲ \times \frac{۲\,mol\,H_۲O}{۱\,mol\,O_۲} \times \frac{۱۸\,g\,H_۲O}{۱\,mol\,H_۲O} = ۳/۶\,g$$

۴۷۶- گزینه۱ فقط عبارت آ درست است.

بررسی چهار عبارت:

آ کاهنده‌ترین عنصر فلزی، لیتیم است. این عنصر در میان سایر عناصر فلزی دارای کوچک‌ترین پتانسیل کاهشی استاندارد است و در سری الکتروشیمیایی نیز در موقعیت پایین‌تری نسبت به طلا قرار می‌گیرد.

ب واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است:



چون عدد اکسایش اتم‌های نیتروژن در حال کاهش‌یافتن است، این ماده در نقش اکسنده در واکنش شرکت می‌کند.

پ در آند سلول الکترولیتی مربوط به برقکافت آب، یون‌های هیدروژن و در کاتد این سلول نیز یون‌های هیدروکسید تولید می‌شوند. با توجه به برابربودن شمار یون‌های هیدروژن و هیدروکسید تولیدشده، محلول موجود در این سلول به طور کلی حالت خنثی دارد.

ت در سلول‌های الکترولیتی، الکترودی که به قطب منفی باتری متصل است، کاتد نام دارد.

۴۷۷- گزینه۲ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است: $۲H_۲O(l) \rightarrow ۲H_۲(g)+O_۲(g)$

گاز اکسیژن در آند و گاز هیدروژن در کاتد این سلول تولید می‌شود. با توجه به حجم بادکنک‌های متصل به هر قسمت از این سلول، پی می‌بریم که بادکنک A محتوی گاز $H_۲$ و بادکنک B محتوی گاز $O_۲$ است، پس الکترود سمت راست در نقش کاتد و الکترود سمت چپ نیز در نقش آند این سلول است. بر این اساس، فقط عبارت آ درست است.

بررسی چهار عبارت:

آ در کاتد این سلول، گاز هیدروژن براساس نیم‌واکنش مقابل تولید می‌شود: $۲H_۲O(l)+۲e^- \rightarrow H_۲(g)+۲OH^-(aq)$

همان‌طور که مشخص است، به ازای مصرف ۲ مول الکترون در این نیم‌واکنش، یک مول گاز هیدروژن تولید می‌شود.

ب حجم گاز هیدروژن تولیدشده در این واکنش، ۲ برابر حجم گاز اکسیژن تولیدشده در آن است؛ پس حجم بادکنک A باید ۲ برابر حجم بادکنک B باشد. این در حالی است که اگر شعاع بادکنک A، ۲ برابر شعاع بادکنک B باشد، حجم این بادکنک ۸ برابر حجم بادکنک B می‌شود.

پ قطب D باتری، به آند (قطب مثبت) سلول متصل است؛ پس قطب D معادل با قطب مثبت باتری می‌شود. در مجاورت با تیغهٔ متصل به قطب مثبت باتری، نیم‌واکنش اکسایش مولکول‌های آب انجام می‌شود.

ت در این واکنش، به ازای تولید هر مول گاز اکسیژن (۳۲ گرم اکسیژن)، ۲ مول گاز هیدروژن (۴ گرم هیدروژن) تولید می‌شود؛ پس جرم گاز تولیدشده در مجاورت آند این سلول ۸ برابر جرم گاز تولیدشده در مجاورت با کاتد آن است.

۴۷۸- گزینه۳ الکترودی از سلول موردنظر که گاز کلر در مجاورت با آن تولید می‌شود (الکترود B)، آند این سلول را تشکیل می‌دهد و می‌دانیم که در سلول‌های الکترولیتی، الکترون‌ها در مدار خراجی از سمت آند (تیغهٔ B) به سمت کاتد (تیغهٔ A) حرکت می‌کنند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) تیغهٔ B، معادل با آند یا قطب مثبت این سلول الکترولیتی است.

۲) سلول موردنظر یک سلول الکترولیتی است و واکنش انجام‌شده در آن در خلاف جهت طبیعی به پیش رانده می‌شود.

۴) معادلهٔ کلی واکنش انجام‌شده به صورت: $۲NaCl(l) \rightarrow ۲Na(l)+Cl_۲(g)$ بوده و سدیم کلرید شرکت‌کننده در این واکنش حالت مذاب دارد.

۴۷۹- گزینه ۴ اگر پتانسیل کاهشی استاندارد فلز A بیشتر از فلز B باشد، موقعیت این عنصر در سری الکتروشیمیایی بالاتر از B قرار می‌گیرد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) به خاطر پایداری بیشتر یون سدیم نسبت به اتم‌های Na و تمایل زیاد این اتم‌ها به از دست دادن الکترون، برای تهیهٔ فلز سدیم از یک ماده که حاوی یون‌های سدیم است، باید انرژی زیادی را مصرف کرد.

۲) واکنش شیمیایی انجام‌شده در سلول گالوانی روی ـ هیدروژن به صورت مقابل است: $Zn(s)+2H^+(aq)\rightarrow Zn^{2+}(aq)+H_2(g)$

همان‌طور که مشخص است، در این واکنش مثل واکنش برقکافت آب، گاز هیدروژن تولید می‌شود.

۳) در سلول دانز، به منظور کاهش دمای ذوب سدیم کلرید و صرفه‌جویی در مصرف انرژی، مقداری کلسیم کلرید را به سدیم کلرید اضافه می‌کنند.

۴۸۰- گزینه ۴ با توجه به غلظت یون کلرید، شمار مول‌های سدیم کلرید حل‌شده در ۲۰۰ کیلوگرم از این محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,mol\,NaCl = 200\,kg\,\text{محلول} \times \frac{1000\,g\,\text{محلول}}{1\,kg\,\text{محلول}} \times \frac{1420\,g\,Cl^-}{10^6\,g\,\text{محلول}} \times \frac{1\,mol\,Cl^-}{35/5\,g\,Cl^-} \times \frac{1\,mol\,NaCl}{1\,mol\,Cl^-} = 8\,mol$$

معادلهٔ برقکافت سدیم کلرید مذاب به صورت مقابل است: $2NaCl(l)\rightarrow 2Na(l)+Cl_2(g)$

پس داریم:

$$?\,g\,Na = 8\,mol\,NaCl \times \frac{2\,mol\,Na}{2\,mol\,NaCl} \times \frac{23\,g\,Na}{1\,mol\,Na} = 184\,g$$

اتم‌های سدیم در مجاورت با کاتد (قطب منفی) سلول دانز و طی فرایند کاهش یون‌های سدیم تولید می‌شوند.

۴۸۱- گزینه ۲ عبارت‌های ب و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ) نیم‌واکنش انجام‌شده در مجاورت با کاتد این سلول به صورت مقابل است: $Na^+(l)+e^-\rightarrow Na(l)$

ب) این سلول (سلول دانز)، نوعی از سلول‌های الکترولیتی است که در صنعت برای تهیهٔ فلز سدیم به کار می‌رود.

پ) گونهٔ شرکت‌کننده در نیم‌واکنش کاهش انجام‌شده در سلول‌های دانز (یون سدیم)، شعاع اتمی کوچک‌تری نسبت به گونهٔ شرکت‌کننده در نیم‌واکنش اکسایش انجام‌شده در این سلول (یون کلرید) دارد.

ت) سدیم یک فلز کاهنده و فعال است و به همین خاطر، از محلول‌های آبی حاوی یون‌های سدیم نمی‌توان برای به دست آوردن این فلز استفاده کرد.

۴۸۲- گزینه ۲ واکنش انجام‌شده در سلول دانز به صورت مقابل است: $2NaCl(l)\rightarrow 2Na(l)+Cl_2(g)$

با توجه به جرم سدیم تولیدشده در این واکنش، شمار مول‌های کلر حاصل را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,mol\,Cl_2 = 1/15\,kg\,Na \times \frac{1000\,g\,Na}{1\,kg\,Na} \times \frac{1\,mol\,Na}{23\,g\,Na} \times \frac{1\,mol\,Cl_2}{2\,mol\,Na} = 25\,mol$$

در مرحلهٔ بعد، با توجه به مقدار کلر تولیدشده، جرم NaClO حاصل از واکنش $Cl_2(g)+2NaOH(aq)\rightarrow NaCl(aq)+NaClO(aq)+H_2O(l)$ را به دست می‌آوریم:

$$?\,g\,NaClO = 25\,mol\,Cl_2 \times \frac{1\,mol\,NaClO}{1\,mol\,Cl_2} \times \frac{74/5\,g\,NaClO}{1\,mol\,NaClO} = 1862/5\,g$$

با توجه به جرم NaClO تولیدشده، حجم محلول ۵ درصد جرمی از این ماده را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,L\,\text{محلول} = 1862/5\,g\,NaClO \times \frac{100\,g\,\text{محلول}}{5\,g\,NaClO} \times \frac{1\,mL\,\text{محلول}}{1\,g\,\text{محلول}} \times \frac{1\,L\,\text{محلول}}{1000\,mL\,\text{محلول}} = 37/25\,L$$

۴۸۳- گزینه ۱ با اضافه‌کردن لیتیم کلرید به محتویات این سلول، مقداری یون لیتیم و مقداری یون کلرید به آن اضافه می‌شود. از آن‌جا که عنصر لیتیم کاهنده‌ترین عنصر فلزی است، یون‌های لیتیم کم‌ترین قدرت اکسندگی (تمایل به جذب الکترون) را نسبت به سایر یون‌های فلزی دارند. در مجاورت با کاتد سلول موردنظر نیز بین یون‌های سدیم و لیتیم، برای کاهش‌یافتن رقابت رخ می‌دهد اما با توجه به قدرت اکسندگی بیشتر یون‌های سدیم، تغییری در نوع فراوردهٔ تولیدشده در مجاورت با این الکترود ایجاد نمی‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) یون‌های کلرید در قطب مثبت (آند) سلول دانز اکسایش پیدا می‌کنند.

۳) یون‌های سدیم در مجاورت با کاتد سلول دانز کاهش پیدا می‌کنند. طی این فرایند، شعاع اتمی یون‌های سدیم افزایش پیدا می‌کند.

۴) هر مول یون سدیم، در سلول دانز یک مول الکترون می‌گیرد و یک مول فلز سدیم مذاب را تولید می‌کند.

۴۸۴- گزینه ۴ واکنش گاز کلر و هیدروژن به صورت مقابل است: $H_2(g)+Cl_2(g)\rightarrow 2HCl(g)$

با انحلال گاز هیدروژن کلرید در آب، محلول هیدروکلریک اسید حاصل می‌شود که یک پاک‌کنندهٔ خورنده است. با توجه به حجم و pH محلول پاک‌کننده، مقدار گاز هیدروژن کلرید حل‌شده در محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$[H^+]=10^{-pH} \Rightarrow [H^+]=10^{-0/3}=0/5\,mol.L^{-1} \xrightarrow{\alpha=1} [HCl]=[H^+]=0/5\,mol.L^{-1}$$

$$?\,mol\,HCl = 600\,mL\,\text{محلول} \times \frac{1\,L\,\text{محلول}}{1000\,mL\,\text{محلول}} \times \frac{0/5\,mol\,HCl}{1\,mol\,HCl} = 0/3\,mol$$

معادلهٔ واکنش انجام‌شده در سلول الکترولیتی موردنظر به صورت $2NaCl(l) \rightarrow 2Na(l) + Cl_2(g)$ است. ابتدا جرم گاز کلر مصرف‌شده برای تولید گاز HCl را به دست می‌آوریم و پس از آن، جرم سدیم تولیدشده را محاسبه می‌کنیم.

مقدار گاز Cl_2 تولیدشده در سلول دانز:

$$?\,g\,Cl_2 = 0/3\,mol\,HCl \times \frac{1\,mol\,Cl_2}{2\,mol\,HCl} \times \frac{71\,g\,Cl_2}{1\,mol\,Cl_2} = 10/65\,g$$

مقدار $Na(l)$ تولیدشده در سلول دانز:

$$?\,g\,Na = 10/65\,g\,Cl_2 \times \frac{1\,mol\,Cl_2}{71\,g\,Cl_2} \times \frac{2\,mol\,Na}{1\,mol\,Cl_2} \times \frac{23\,g\,Na}{1\,mol\,Na} = 6/9\,g$$

۴۸۵- گزینه۳ عبارت‌های آ، پ و ث درست هستند.

بررسی پنج عبارت:

آ در سلول مربوط به برقکافت سدیم کلرید مذاب، همانند سلول‌های سوختی، عناصر سازندهٔ تیغه‌های آندی و کاتدی در واکنش انجام‌شده شرکت نمی‌کنند و به همین خاطر، جرم تیغه‌های آندی و کاتدی ثابت باقی می‌ماند.

ب در سمت کاتد سلول مربوط به برقکافت سدیم کلرید مذاب، فلز سدیم تولید می‌شود. این عنصر در گروه اول از تناوب سوم جدول تناوبی جا گرفته است و شعاع اتمی بزرگ‌تری نسبت به عناصر هم‌دورهٔ خود دارد. توجه داریم که در یک تناوب، با حرکت از سمت چپ به راست، شعاع اتمی عناصر کاهش پیدا می‌کند.

پ در سلول‌های الکترولیتی، همانند سلول‌های گالوانی، نیم‌واکنش اکسایش در مجاورت با آند انجام می‌شود.

ت در سمت آند سلول موردنظر گاز کلر تولید می‌شود. این عنصر در تناوب سوم و گروه ۱۷ جدول دوره‌ای جا دارد در حالی که واکنش‌پذیرترین عنصر گروه ۱۷، فلوئور است و در تناوب دوم جا دارد.

ث در کاتد سلول موردنظر، یون‌های سدیم و کلسیم برای کاهش‌یافتن با یکدیگر رقابت می‌کنند که از میان آن‌ها، عنصری که پتانسیل کاهشی استاندارد بزرگ‌تری دارد (سدیم)، الکترون‌ها را گرفته و کاهش پیدا می‌کند.

۴۸۶- گزینه۱ در قدم اول، شمار مول‌های گاز کلر تولیدشده در این فرایند را با توجه به قانون گازها محاسبه می‌کنیم.

$$\frac{P.V}{T} \propto n \Rightarrow \frac{n_2}{n_1} = \frac{P_2.V_2.T_1}{P_1.V_1.T_2} \Rightarrow \frac{n_2}{1} = \frac{2 \times 96 \times 273}{1 \times 22/4 \times (273+117)} \Rightarrow n_2 = 6\,mol$$

معادلهٔ واکنش انجام‌شده در سلول دانز به صورت مقابل است: $2NaCl(l) \rightarrow 2Na(l) + Cl_2(g)$

با توجه به شمار مول‌های گاز کلر تولیدشده، مقدار سدیم حاصل از این سلول را نیز به دست می‌آوریم:

$$?\,mol\,Na = 6\,mol\,Cl_2 \times \frac{2\,mol\,Na}{1\,mol\,Cl_2} = 12\,mol$$

فلز سدیم براساس معادلهٔ $2Na(l) + 2H_2O(l) \rightarrow 2NaOH(aq) + H_2(g)$ با آب واکنش می‌دهد. ابتدا غلظت یون هیدروکسید را در محلول نهایی محاسبه می‌کنیم و پس از آن، pH این محلول را به دست می‌آوریم.

$$?\,mol\,NaOH = 12\,mol\,Na \times \frac{1\,mol\,NaOH}{1\,mol\,Na} = 12\,mol$$

$$[NaOH] = \frac{\text{مول NaOH}}{\text{لیتر محلول}} \Rightarrow [NaOH] = \frac{12}{60} = 0/2\,mol.L^{-1} \xrightarrow{\alpha=1} [OH^-] = [NaOH] = 0/2\,mol.L^{-1}$$

$$pH = -\log(\frac{10^{-14}}{[OH^-]}) \Rightarrow pH = -\log(\frac{10^{-14}}{0/2}) = -\log(5 \times 10^{-14}) = 13/3$$

۴۸۷- گزینه۲ طی مراحل استخراج منیزیم کلرید از آب دریا، ابتدا یون‌های منیزیم موجود در آب را با یک محلول بازی وارد واکنش می‌کنند تا یون‌های منیزیم موجود در محلول در قالب رسوب منیزیم هیدروکسید از آن خارج شوند. پس از عبور از صافی، منیزیم هیدروکسید حاصل را با محلول هیدروکلریک اسید وارد واکنش می‌کنند تا منیزیم کلرید حاصل شود. منیزیم کلرید تولیدشده را نیز به حالت مذاب درمی‌آورند و برقکافت می‌کنند.

۴۸۸- گزینه۱ نیم‌واکنش‌های انجام‌شده در این سلول الکترولیتی به صورت زیر هستند:

نیم‌واکنش انجام‌شده در کاتد: $Mg^{2+}(l) + 2e^- \rightarrow Mg(l)$

نیم‌واکنش انجام‌شده در آند: $2Cl^-(l) \rightarrow Cl_2(g) + 2e^-$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ به ازای تولید هر مول فلز منیزیم در این سلول، ۲ مول یون کلرید اکسید شده و یک مول گاز کلر تولید می‌شود.

۳ در واکنش انجام‌شده در این سلول، یون‌های کلرید به عنوان گونهٔ کاهنده، اکسایش پیدا می‌کنند. یون‌های منیزیم موجود در این سلول نیز به عنوان گونهٔ اکسنده، کاهش پیدا می‌کنند.

۴ در سلول‌های الکترولیتی، با برقراری جریان الکتریکی آنیون‌ها به سمت آند و کاتیون‌ها به سمت کاتد حرکت می‌کنند.

۴۸۹- گزینه۲ عبارت‌های ب و پ درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ منیزیم، همانند سدیم و آلومینیم در دستهٔ فلزهای فعال قرار داشته و اتم‌های آن قدرت کاهندگی زیادی دارند.

ب در زمان‌های گذشته، از نور تولیدشده در واکنش سوختن منیزیم به عنوان فلش عکاسی استفاده می‌شده است.

پ منیزیم، یک عنصر فلزی است و همانند سایر عناصر فلزی رسانایی الکتریکی و گرمایی زیادی دارد و در واکنش با نافلزها الکترون از دست می‌دهد.

ت منیزیم، در گروه دوم جدول تناوبی جا دارد در حالی که نام «فلزهای قلیایی» به عناصر گروه اول اختصاص دارد.

۴۹۰- گزینه ۳ نیم‌واکنش آندی به هنگام برقکافت منیزیم کلرید به صورت مقابل است: $2Cl^-(l) \rightarrow Cl_2(g) + 2e^-$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در سلول موردنظر، فلز منیزیم مذاب روی منیزیم کلرید مذاب قرار می‌گیرد؛ پس نتیجه می‌گیریم که فلز $Mg(l)$ چگالی کم‌تری نسبت به $MgCl_2(l)$ دارد.

۲) در اطراف کاتد سلول الکترولیتی مربوط به برقکافت آب، یون‌های هیدروکسید طی نیم‌واکنش $2H_2O \rightarrow H_2(g) + 2OH^-$ تولید می‌شوند؛ پس این محلول خاصیت بازی دارد و رنگ کاغذ pH را به آبی تغییر می‌دهد.

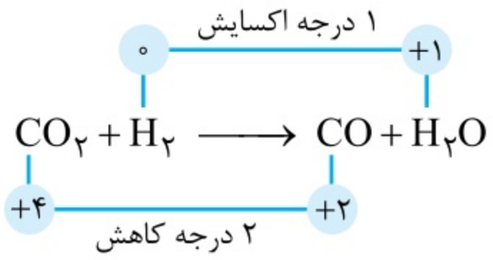
۴) به هنگام کارکرد سلول‌های گالوانی، آنیون‌ها از طریق دیوارهٔ متخلخل به سمت محلول آندی حرکت می‌کنند؛ پس به مرور زمان غلظت آنیون‌ها در این محلول افزایش پیدا می‌کند.

۴۹۱- گزینه ۳ عبارت‌های أ، پ و ت نادرست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ در مراحل تهیهٔ فلز منیزیم از آب دریا، آب را پس از افزودن یون‌های هیدروکسید به آن از صافی عبور می‌دهند.

ب معادلهٔ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است:



همان‌طور که مشخص است، طی این واکنش اتم‌های H اکسایش یافته و اتم‌های C کاهش پیدا می‌کنند.

پ برای استخراج منیزیم از آب دریا، ابتدا منیزیم هیدروکسید را به منیزیم کلرید تبدیل می‌کنند و در مرحلهٔ بعد، پس از ذوب‌کردن منیزیم کلرید، این مادهٔ مذاب را برقکافت می‌کنند.

ت در سلول گالوانی آلومینیم ـ مس، تیغهٔ مسی در نقش کاتد است و به مرور زمان، رنگ محلول موجود در اطراف آن کم‌رنگ‌تر می‌شود.

۴۹۲- گزینه ۲ معادلهٔ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است: $MgCl_2(l) \rightarrow Mg(l) + Cl_2(g)$

با توجه به معادلهٔ واکنش، جرم منیزیم تولیدشده را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\,Mg = 5/6\,m^3\,Cl_2 \times \frac{1000\,L\,Cl_2}{1\,m^3\,Cl_2} \times \frac{1\,mol\,Cl_2}{22/4\,L\,Cl_2} \times \frac{1\,mol\,Mg}{1\,mol\,Cl_2} \times \frac{24\,g\,Mg}{1\,mol\,Mg} = 6000\,g$$

در مرحلهٔ بعد، جرم آلومینیم موجود در این آلیاژ را با توجه به جرم منیزیم موجود در آن محاسبه می‌کنیم.

$$?\,g\,Al = 6000\,g\,Mg \times \frac{1\,mol\,Mg}{24\,g\,Mg} \times \frac{4\,mol\,Al}{3\,mol\,Mg} \times \frac{27\,g\,Al}{1\,mol\,Al} = 9000\,g$$

بنا بر محاسبات انجام‌شده، در آلیاژ موردنظر ۶۰۰۰ گرم منیزیم و ۹۰۰۰ گرم آلومینیم وجود دارد؛ پس جرم این آلیاژ برابر با ۱۵ kg می‌شود.

۴۹۳- گزینه ۳ در قدم اول، مقدار منیزیم موجود در ۲۵ kg از آب دریا را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,mol\,Mg = 25\,kg\,\text{محلول} \times \frac{1000\,g\,\text{محلول}}{1\,kg\,\text{محلول}} \times \frac{1344\,g\,Mg}{10^6\,g\,\text{محلول}} \times \frac{1\,mol\,Mg}{24\,g\,Mg} = 1/4\,mol$$

واکنش‌های انجام‌شده در مرحلهٔ بعد، به صورت زیر هستند:

$$\left.\begin{array}{l} \text{واکنش فلز Mg با گاز اکسیژن}: 2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO \\ \text{واکنش MgO با گاز } CO_2: MgO + CO_2 \rightarrow MgCO_3 \end{array}\right\} \xrightarrow{\text{هم‌ارزی واکنش‌ها}} Mg \sim CO_2$$

با توجه به واکنش‌های فوق، پی می‌بریم که به ازای مصرف هر مول منیزیم، یک مول گاز CO_2 به مواد معدنی تبدیل می‌شود؛ پس داریم:

$$?\,mL\,CO_2 = 1/4\,mol\,Mg \times \frac{1\,mol\,CO_2}{1\,mol\,Mg} \times \frac{22/4\,L\,CO_2}{1\,mol\,CO_2} = 31/36\,L$$

۴۹۴- گزینه ۲ افزون بر emf، مقدار بازدهی و سرعت انجام واکنش در سلول‌های نورالکتروشیمیایی پایین است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در سلول‌های نورالکتروشیمیایی، همانند سلول گالوانی آلومینیم ـ هیدروژن، گاز هیدروژن طی نیم‌واکنش کاهش در نیم‌سلول کاتدی تولید می‌شود.

۳) نیم‌واکنش کاتدی در سلول موردنظر، مشابه نیم‌واکنش کاتدی انجام‌شده در سلول برقکافت آب و به صورت $2H_2O + 2e^- \rightarrow 2OH^- + H_2$ است.

۴) در سلول‌های نورالکتروشیمیایی از انرژی پرتوهای نور و در سلول‌های الکترولیتی، از انرژی یک مولد الکتریکی (باتری) برای انجام واکنش استفاده می‌شود.

۴۹۵- گزینه ۲ عبارت‌های ب و ت درست است.

بررسی چهار عبارت:

أ نیم‌واکنش اکسایش انجام‌شده در سلول موردنظر به صورت مقابل است: $Si(s) + 2H_2O(l) \rightarrow SiO_2(s) + 4H^+(aq) + 4e^-$

ب در سلول‌های نورالکتروشیمیایی، همانند سلول‌های گالوانی، مقدار emf مثبت بوده و در مدار الکتریکی بیرونی، جریان الکتریسیته برقرار می‌شود.

پ در سلول‌های نورالکتروشیمیایی که برای تهیهٔ گاز هیدروژن از آب به کار می‌رود، مولکول‌های H_2O در نقش اکسنده و اتم‌های Si در نقش کاهنده هستند.

ت در سلول‌های نورالکتروشیمیایی، همانند سلول‌های گالوانی و الکترولیتی، الکترون‌های موجود در مدار خارجی از سمت آند به طرف کاتد جاری می‌شوند.

۴۹۶- گزینهٔ ۳ گونهٔ کاهندهٔ استفاده‌شده در سلول‌های نورالکتروشیمیایی که برای تهیهٔ گاز H_2 از آب به کار می‌رود، سیلیسیم است. این عنصر شبه‌فلزی متعلق به گروه ۱۴ جدول تناوبی بوده و در حالت جامد، سطحی درخشان و صیقلی دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در سلول‌های الکترولیتی، برخلاف سلول‌های نورالکتروشیمیایی، یک واکنش الکتروشیمیایی در خلاف جهت طبیعی به پیش رانده می‌شود.

۲) غشای مبادله‌کنندهٔ استفاده‌شده در ساختار سلول‌های سوختی هیدروژن ـ اکسیژن، فقط به یون‌های H_3O^+ اجازهٔ عبور داده و آنیونی از آن رد نمی‌شود.

۴) واکنش برقکافت آب به صورت $2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$ است. طی این فرایند، مقدار مول‌های گاز هیدروژن تولیدشده در کاتد (گاز H_2) دو برابر مقدار مول‌های گاز تولیدشده در سمت آند (گاز O_2) است؛ پس سرعت تولید گاز در کاتد، دو برابر سرعت تولید گاز در آند می‌شود.

۴۹۷- گزینهٔ ۲ آهن فراوان‌ترین عنصر سازندهٔ کرهٔ زمین بوده و پرمصرف‌ترین فلز جهان نیز به شمار می‌رود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) پتانسیل کاهشی استاندارد اغلب فلزها کوچک‌تر از پتانسیل کاهشی اکسیژن است و به همین خاطر، اغلب عناصر فلزی در حضور اکسیژن زنگ می‌زنند.

۳) نیم‌واکنش نوشته‌شده، مربوط به کاهش مولکول‌های O_2 در محیط‌های خنثی است. همان‌طور که می‌دانیم، پتانسیل کاهشی استاندارد فلزهای نجیب از جمله طلا و پلاتین بیشتر از پتانسیل کاهشی استاندارد اکسیژن است و این عناصر در مقابل خوردگی با اکسیژن مقاوم هستند.

۴) طلا و پلاتین جزء فلزهای نجیب هستند و حتی در محیط‌های اسیدی هم اکسایش پیدا نمی‌کنند.

۴۹۸- گزینهٔ ۱ فقط عبارت ت نادرست است.

بررسی پنج عبارت:

أ واکنش‌های انجام‌شده در سلول‌های الکترولیتی و گالوانی، در دستهٔ واکنش‌های اکسایش ـ کاهش سودمند قرار می‌گیرند.

ب زنگ‌زدن آهن، تیره‌شدن سطح نقره و ایجاد زنگار سبزرنگ بر سطح مس، نمونه‌هایی از فرایند خوردگی هستند.

پ سالانه ۲۰ درصد از آهن تولیدشده برای جایگزین‌کردن قطعه‌های آهنی زنگ‌زده استفاده می‌شود.

ت در واکنش ترمیت، اتم‌های آهن کاهش یافته و اتم‌های آلومینیم اکسایش پیدا می‌کنند؛ در حالی که در فرایند خوردگی آهن، اتم‌های آهن الکترون از دست داده و اکسایش پیدا می‌کنند.

ث پتانسیل کاهشی استاندارد اکسیژن در محیط‌های خنثی و اسیدی به ترتیب برابر با ۰/۴ V و ۱/۲۳ V است.

۴۹۹- گزینهٔ ۳ فراوردهٔ نهایی تولیدشده در خوردگی آهن، زنگ آهن با فرمول شیمیایی $Fe(OH)_3$ است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) فساد مواد غذایی، سیاه‌شدن وسایل نقره‌ای و خوردگی فلزها، از جمله واکنش‌های اکسایش ـ کاهش نامطلوب هستند.

۲) به کمک فرایندهای الکتروشیمیایی، می‌توان سطح کدرشدهٔ اجسام نقره‌ای را مجدداً صیقلی کرد.

۴) به فرایند تردشدن، خردشدن و فروریختن فلزها بر اثر واکنش‌های اکسایش ـ کاهش، خوردگی گفته می‌شود.

۵۰۰- گزینهٔ ۱ معادلهٔ واکنش تبدیل آهن (II) هیدروکسید به آهن (III) هیدروکسید به صورت زیر است:

$$4Fe(OH)_2(s) + 2H_2O(l) + O_2(g) \rightarrow 4Fe(OH)_3(s)$$

مجموع ضرایب مواد = ۱۱

۵۰۱- گزینهٔ ۲ عبارت‌های أ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ نیم‌واکنش کاهش اکسیژن در محیط‌های اسیدی به صورت مقابل است: $O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2O(l)$

نیم‌واکنش انجام‌شده در آند سلول الکترولیتی برقکافت آب به صورت مقابل است: $2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^-$

ب الکترون‌های حاصل از اکسایش اتم‌های آهن به کمک فلز آهن به سمت محل کاهش مولکول‌های اکسیژن حرکت می‌کنند.

پ در واکنش‌های مربوط به خوردگی آهن، اتم‌های Fe در نقش عامل کاهنده، اکسایش پیدا می‌کنند.

ت آهن (II) هیدروکسید، همانند آهن (III) هیدروکسید در آب نامحلول بوده و در مرحلهٔ اول زنگ‌زدن آهن تولید می‌شود.

۵۰۲- گزینهٔ ۱ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است: $4Fe(s) + 3O_2(g) + 6H_2O(l) \rightarrow 4Fe(OH)_3(s)$

با توجه به داده‌های موجود در صورت سؤال، ۱۴ گرم از فلز آهن دچار خوردگی شده و ۵۶ گرم از آن به صورت دست‌نخورده باقی مانده است؛ پس داریم:

$$?\,g\,Fe(OH)_3 = 14\,g\,Fe \times \frac{1\,mol\,Fe}{56\,g\,Fe} \times \frac{4\,mol\,Fe(OH)_3}{4\,mol\,Fe} \times \frac{107\,g\,Fe(OH)_3}{1\,mol\,Fe(OH)_3} = 26/75\,g$$

جرم نهایی جسم فلزی = جرم آهن + جرم زنگ آهن = $56\,g + 26/75\,g = 82/75\,g$

با اکسایش ۱۴ g آهن در این فرایند، $\frac{3}{16}$ مول گاز O_2 معادل با ۴/۲ لیتر از این گاز نیز مصرف می‌شود.

۵۰۳- گزینه ۴ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است: $4Fe(OH)_2 + 2H_2O + O_2 \rightarrow Fe(OH)_3$

چون ضریب اکسیژن در این واکنش ۰/۲۵ برابر ضریب $Fe(OH)_2$ است، به ازای مصرف هر مول $Fe(OH)_2$، ۰/۲۵ مول اکسیژن مصرف می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) نیم‌واکنش کاهش اکسیژن در محیط خنثی به صورت مقابل است: $O_2(g) + 4H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$

در کاتد سلول‌های سوختی هیدروژن ـ اکسیژن نیز، نیم‌واکنش مقابل رخ می‌دهد: $O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2O(l)$

البته توجه داریم که نیم‌واکنش کاهش O_2 در محیط‌های اسیدی، مشابه نیم‌واکنش انجام‌شده در آند سلول سوختی هیدروژن ـ اکسیژن است.

۲) واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است: $4Fe(s) + 3O_2(g) + 6H_2O(l) \rightarrow 4Fe(OH)_3(s)$

۳) در فرایند خوردگی آهن، اتم‌های آهن ابتدا به یون‌های آهن (II) اکسایش پیدا می‌کنند و پس از آن به آهن (III) اکسایش می‌یابند.

۵۰۴- گزینه ۱ واکنش کلی انجام‌شده به صورت مقابل است: $4Fe(s) + 3O_2(g) + 6H_2O(l) \rightarrow 4Fe(OH)_3(s)$

ابتدا به کمک قانون گازها، شمار مول‌های گاز اکسیژن مصرف‌شده را محاسبه می‌کنیم.

$$\frac{PV}{T} \propto n \Rightarrow \frac{n_2}{n_1} = \frac{P_2.V_2.T_1}{P_1.V_1.T_2} \Rightarrow \frac{n_2}{1} = \frac{1 \times 0/384 \times 273}{1 \times 22/4 \times (273+39)} \Rightarrow n_2 = 0/015\ mol$$

در مرحلهٔ بعد، با توجه به شمار مول‌های گاز اکسیژن مصرف‌شده، جرم اتم‌های آهن اکسیدشده را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,g\,Fe = 0/015\,mol\,O_2 \times \frac{4\,mol\,Fe}{3\,mol\,O_2} \times \frac{56\,g\,Fe}{1\,mol\,Fe} = 1/12\,g$$

۵۰۵- گزینه ۳ معادلهٔ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است: $4Fe(OH)_2 + 2H_2O + O_2 \rightarrow 4Fe(OH)_3$

با توجه به معادلهٔ این واکنش، جرم آهن (III) هیدروکسید تولیدشده را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,g\,Fe(OH)_3 = 0/2\,mol\,O_2 \times \frac{4\,mol\,Fe(OH)_3}{1\,mol\,O_2} \times \frac{107\,g\,Fe(OH)_3}{1\,mol\,Fe(OH)_3} = 85/6\,g$$

۵۰۶- گزینه ۴ نیم‌واکنش کاتدی انجام‌شده در سلول‌های سوختی هیدروژن ـ اکسیژن، شامل کاهش مولکول‌های O_2 می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) مولکول‌های O_2 در محیط‌های اسیدی براساس معادلهٔ $O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$ کاهش پیدا می‌کنند.

۲) کاتیون‌های حاصل از فلزی که پتانسیل کاهشی بزرگ‌تری نسبت به هیدروژن دارد، نسبت به یون‌های هیدروژن تمایل بیشتری به جذب الکترون داشته و اکسنده‌های قوی‌تری نسبت به یون هیدروژن محسوب می‌شوند.

۳) نیم‌واکنش موردنظر در هیچ‌کدام از مراحل مربوط به زنگ‌زدن آهن اتفاق نمی‌افتد.

۵۰۷- گزینه ۲ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است:

۳ درجه اکسایش (۰ → +۳)

$$4Fe(s) + 3O_2(g) + 6H_2O(l) \longrightarrow 4Fe(OH)_3(s)$$

به ازای مصرف‌شدن ۴ مول آهن (۲۲۴ گرم آهن) در این واکنش، ۱۲ مول الکترون بین گونه‌های اکسنده و کاهنده مبادله شده و ۴ مول رسوب آهن (III) هیدروکسید (۴۲۸ گرم آهن (III) هیدروکسید) تولید می‌شود. در واقع، به ازای مبادله‌شدن ۱۲ مول الکترون بین گونه‌های اکسنده و کاهنده، ۲۰۴ گرم تفاوت جرم بین آهن (III) هیدروکسید تولیدشده و آهن مصرف‌شده ایجاد می‌شود؛ پس داریم:

$$?\,e^-\ \text{تعداد} = 5/1\ \text{تفاوت جرم} \times \frac{12\,mole^-}{204\,g\ \text{تفاوت جرم}} \times \frac{6/02 \times 10^{23}\ e^-\ \text{تعداد}}{1\,mole^-} = 1/806 \times 10^{23}$$

۲ درجه کاهش (۰ → −۲)

$$2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(l)$$

معادلهٔ واکنش انجام‌شده در سلول‌های سوختی هیدروژن ـ اکسیژن به صورت مقابل است:

در این واکنش شیمیایی، به ازای مبادلهٔ ۴ مول الکترون بین گونه‌های اکسنده و کاهنده، یک مول اکسیژن مصرف می‌شود؛ پس داریم:

$$?\,g\,O_2 = 1/806 \times 10^{23}\,e^- \times \frac{1\,mole^-}{6/02 \times 10^{23}\,e^-} \times \frac{1\,mol\,O_2}{4\,mole^-} \times \frac{32\,g\,O_2}{1\,mol\,O_2} = 2/4\,g$$

۵۰۸- گزینه ۲ روش‌هایی مثل قیراندود کردن و رنگ‌زدن، به طور کامل از خوردگی آهن جلوگیری نمی‌کنند؛ چرا که به تدریج رطوبت و اکسیژن از روزنه‌های این پوشش‌ها به درون نفوذ کرده و به سطح آهن می‌رسند و فرایند خوردگی آهن دوباره آغاز می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) نیم‌واکنش کاهش اکسیژن به صورت مقابل است: $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$

۳) E° نیم‌واکنش کاهش اکسیژن در محیط‌های اسیدی بیشتر از E° نیم‌واکنش کاهش آن در محیط‌های خنثی است؛ پس می‌توان گفت مولکول‌های اکسیژن در محیط‌های اسیدی تمایل بیشتری به کاهش‌یافتن دارند.

۴) برای محافظت کاتدی از آهن، می‌توانیم از فلزهای فعالی که E° کوچک‌تری نسبت به آهن دارند استفاده کنیم.

۵۰۹- گزینه۳ عبارت‌های آ، پ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ فرایند خوردگی آهن (تردشدن، خردشدن و فروریختن آهن)،در محیط‌های اسیدی در مقایسه با محیط‌های خنثی با سرعت بیشتری رخ می‌دهد.

ب ساده‌ترین راه برای محافظت از آهن در مقابل خوردگی، ایجاد یک لایهٔ محافظ بر روی سطح آهن است.

پ نیم‌واکنش کاهش اکسیژن در فرایند خوردگی به صورت مقابل است: $O_2(g)+2H_2O(l)+4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$

نیم‌واکنش کاهش مولکول‌های آب نیز به صورت مقابل است: $2H_2O(l)+2e^- \rightarrow H_2(g)+2OH^-(aq)$

ت هنگامی که دو فلز در هوای مرطوب با هم در تماس باشند، برای اکسایش‌یافتن (از دست دادن الکترون) با هم رقابت می‌کنند.

۵۱۰- گزینه۲ با توجه به موقعیت این عناصر در سری الکتروشیمیایی، پی می‌بریم که E° فلز X نسبت به دو عنصر دیگر کوچک‌تر است و اتم‌های این عنصر در مقایسه با اتم‌های آهن و مس، تمایل بیشتری به از دست دادن الکترون دارند؛ پس در سلول گالوانی تشکیل‌شده از الکترودهای آهن و X، تیغهٔ آهن در نقش کاتد و تیغهٔ X در نقش آند است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ با ورود تیغهٔ آهنی به محلولی که حاوی کاتیون‌های فلز X است، هیچ واکنشی رخ نداده و دمای محلول ثابت می‌ماند.

۳ چون پتانسیل کاهشی فلز X کم‌تر از آهن و مس است، با اتصال عنصر X به این عناصر، اتم‌های X در رقابت برای از دست دادن الکترون پیروز شده و به‌جای اتم‌های عناصر دیگر اکسایش پیدا می‌کنند.

۴ یون‌های مس (II)، در مقایسه با کاتیون‌های حاصل از عنصر X، تمایل بیشتری برای به دست آوردن الکترون دارند.

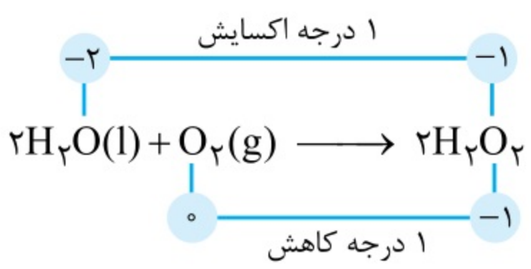
۵۱۱- گزینه۴ برای محافظت کاتدی از لوله‌های آهنی انتقال نفت، باید از عناصری استفاده کنیم که پتانسیل کاهشی آن‌ها کم‌تر از آهن باشد در حالی که پتانسیل کاهشی مس بزرگ‌تر از آهن است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ واکنش برقکافت آب به صورت $2H_2O \rightarrow O_2+2H_2$ و واکنش سلول‌های سوختی نیز به صورت $2H_2+O_2 \rightarrow 2H_2O$ است.

۲ طی فرایند خوردگی آهن، الکترون‌های تولیدشده در نیم‌واکنش اکسایش، از طریق آهن (مدار درونی) به سمت آند جریان پیدا می‌کنند.

۳ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است:



همان‌طور که مشخص است، به ازای مصرف هر مول O_2، ۲ مول الکترون مبادله می‌شود.

در واکنش موردنظر (واکنش تولید هیدروژن پراکسید)، اتم‌های اکسیژن، هم نقش اکسندگی دارند، هم نقش کاهندگی.

۵۱۲- گزینه۲ در صورت اتصال منیزیم به آهن، به منظور حفاظت کاتدی از آهن، اتم‌های منیزیم اکسایش یافته و مصرف می‌شوند. از این رو، تکه‌های منیزیم متصل‌شده به آهن را باید به صورت دوره‌ای تعویض کرد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ با توجه به مقایسهٔ میان پتانسیل‌های کاهشی، یون‌های مس (I) در مقایسه با یون‌های مس (II) تمایل بیشتری به جذب الکترون دارند و قدرت اکسندگی آن‌ها بیشتر است.

۳ پتانسیل کاهشی استاندارد برای عناصری که در مقایسه با هیدروژن تمایل بیشتری به از دست دادن الکترون دارند، منفی است.

۴ برای محافظت کاتدی از آهن، باید از فلزی استفاده کنیم که پتانسیل کاهشی کوچک‌تری در مقایسه با آهن داشته باشد. در چنین شرایطی، کاتیون‌های حاصل از عنصر موردنظر قدرت اکسندگی کم‌تری در مقایسه با یون‌های آهن (II) خواهند داشت.

۵۱۳- گزینه۴ همهٔ عبارت‌های داده‌شده درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ چون پتانسیل کاهشی منیزیم کم‌تر از آهن است، برای محافظت کاتدی از آهن، می‌توان از این عنصر فلزی استفاده کرد.

ب در سلول گالوانی منیزیم ـ آهن، تیغهٔ منیزیم در نقش آند بوده و جریان الکترون‌ها در مدار خارجی از سمت این تیغه به سمت تیغهٔ آهن است.

پ خوردگی آهن یک واکنش اکسایش ـ کاهش ناخواسته است و در شهرهای بندری به مقدار بیشتری انجام می‌شود.

ت نیم‌واکنش کاهش اکسیژن در محیط‌های اسیدی به صورت مقابل است: $O_2(g)+4H^+(aq)+4e^- \rightarrow 2H_2O(l)$

همان‌طور که مشخص است، در این نیم‌واکنش یون‌های هیدروژن مصرف می‌شوند؛ پس خاصیت اسیدی محیط موردنظر کاهش پیدا می‌کند.

۵۱۴- گزینه۱ با توجه به واکنش‌های انجام‌شده، قدرت کاهندگی (تمایل به از دست دادن الکترون) اتم‌های فلز M بیشتر از آلومینیم بوده و قدرت کاهندگی آلومینیم نیز بیشتر از آهن است. مقایسهٔ پتانسیل کاهشی این عناصر به صورت: $M < Al < Fe$ است. از آن‌جا که پتانسیل کاهشی استاندارد فلز M کم‌تر از آهن است، از این عنصر می‌توانیم به عنوان محافظ کاتدی آهن استفاده کنیم.

@Kotob_Konkor

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) در سلول گالوانی حاصل از اتصال الکترودهای M و آهن، الکترود آهنی در نقش کاتد و الکترود M در نقش آند است.

۳) ترتیب قدرت اکسندگی این یون‌ها به صورت مقابل است: $Fe^{2+} > Al^{3+} > M^{2+}$: قدرت اکسندگی

۴) با توجه به تفاوت مقدار پتانسیل کاهشی این عناصر با یکدیگر، سلول گالوانی $M-Fe$ در شرایط استاندارد، پتانسیل الکتریکی (emf) بزرگ‌تری نسبت به سلول $Fe-Al$ دارد.

۵۱۵- گزینه ۳ اگر یک قطعه از فلز مس با یک قطعهٔ روی در تماس با یکدیگر باشند، یک سلول گالوانی ایجاد می‌شود که در آن اتم‌های روی اکسایش پیدا می‌کنند؛ پس در این حالت، فلز روی معادل با آند (قطب منفی) سلول ایجادشده است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) چون پتانسیل کاهشی استاندارد مس بزرگ‌تر از روی است، اتم‌های این عنصر قدرت کاهندگی کم‌تری در مقایسه با روی دارند.

۲) در سلول الکترولیتی مربوط به برقکافت آب، در مجاورت با کاتد، گاز H_2 و در مجاورت با آند، گاز O_2 تولید می‌شود.

۴) چون پتانسیل کاهشی مس بزرگ‌تر از آلومینیم است، محلول نمک‌های آلومینیم را می‌توانیم در ظروف مسی نگه‌داری کنیم.

۵۱۶- گزینه ۴ قطعات فلزی پوشانده‌شده با لایهٔ قلع، حلبی نام دارند. در صورت خراش‌برداشتن سطح حلبی، اتم‌های آهن اکسایش پیدا می‌کنند و به شکل یون‌های آهن (II) وارد محلول می‌شوند.

۵۱۷- گزینه ۴ در صورت خراش‌برداشتن سطح حلبی، اتم‌های عنصری که پتانسیل کاهشی کوچک‌تری دارند (آهن) اکسایش پیدا می‌کنند و در قالب یون‌های آهن (II) وارد الکترولیت می‌شوند. با توجه به این‌که در این فرایند، اتم‌های آهن در حال اکسایش هستند، پس در سلول گالوانی تشکیل‌شده، آهن در نقش آند است.

۵۱۸- گزینه ۲ عبارت‌های آ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ) پتانسیل کاهشی استاندارد قلع، بزرگ‌تر از آهن است و به همین خاطر از قلع نمی‌توان به عنوان محافظ کاتدی آهن استفاده کرد.

ب) قلع یک عنصر فلزی از گروه چهاردهم جدول تناوبی است در حالی که عناصر فلزی واسطه، در گروه‌های ۳ تا ۱۲ جدول تناوبی جا دارند.

پ) چون پتانسیل کاهشی قلع از آهن بزرگ‌تر است، از این عنصر نمی‌توانیم به عنوان محافظ کاتدی آهن استفاده کنیم.

ت) قلع، همانند سایر عناصر فلزی موجود در جدول تناوبی، رسانایی الکتریکی و گرمایی بالایی دارد.

۵۱۹- گزینه ۲ چون E° فلز روی در مقایسه با E° عناصر آهن، قلع و مس کوچک‌تر است، از آن می‌توان به عنوان محافظ کاتدی سایر عناصر استفاده کرد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در آهن سفید (آهن گالوانیزه)، فلزی که E° بزرگ‌تری دارد (آهن)، توسط فلزی که E° کوچک‌تری دارد (روی) پوشیده می‌شود.

۳) در فرایند موردنظر، اتم‌های روی اکسایش یافته و مولکول‌های اکسیژن کاهش می‌یابند؛ پس روی گونهٔ کاهنده و اکسیژن گونهٔ اکسنده است.

۴) برای ساختن ظروف بسته‌بندی مواد غذایی، از ورقه‌های حلبی به عنوان مادهٔ اولیه استفاده می‌شود.

۵۲۰- گزینه ۳ عبارت‌های آ، ب و پ درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ) میخ آهنی موجود در ظرف A، توسط نوار منیزیم در مقابل خوردگی محافظت می‌شود؛ پس میخ موجود در ظرف B سریع‌تر زنگ می‌زند.

ب) با اضافه‌شدن گاز CO_2 به این ظرف، مقداری از مولکول‌های CO_2 در آب حل شده و به کربنیک اسید تبدیل می‌شوند. در این شرایط، محلول موردنظر خاصیت اسیدی پیدا می‌کند و سرعت خوردگی میخ موجود در آن نیز افزایش می‌یابد.

پ) با افزایش فشار گاز اکسیژن، مقدار بیشتری از این گاز در آب حل می‌شود و غلظت گاز اکسیژنِ در دسترس برای انجام فرایند خوردگی افزایش پیدا می‌کند و همان‌طور که می‌دانیم، افزایش غلظت واکنش‌دهنده‌های شرکت‌کننده در یک فرایند، موجب افزایش سرعت آن واکنش می‌شود.

ت) پتانسیل کاهشی منیزیم کم‌تر از آهن است در حالی که پتانسیل کاهشی قلع از آهن بزرگ‌تر است. در صورت اتصال فلز قلع به آهن، اتم‌های آهن به عنوان محافظ کاتدی قلع اکسایش یافته و با سرعت بیشتری دچار خوردگی می‌شوند.

۵۲۱- گزینه ۴ عبارت‌های پ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ) با استفاده از دو تیغهٔ غیرهم‌جنس (مثل یک تیغه از جنس روی و یک تیغه از جنس مس) و یک میوه مثل لیمو، می‌توان یک باتری لیمویی را ساخت.

ب) چون آلومینیم در جدول تناوبی در سمت راست سدیم قرار داشته و خاصیت فلزی کم‌تری دارد، پس می‌توان گفت قدرت کاهندگی (تمایل به اکسیدشدن) یک نمونه از اتم‌های آلومینیم، در مقایسه با قدرت کاهندگی اتم‌های سدیم کم‌تر است.

پ) هر چه‌قدر که مقدار $E^\circ(M^{2+}/M)$ مثبت‌تر باشد، گونهٔ M^{2+} قدرت اکسندگی (تمایل به گرفتن الکترون) بیشتری خواهد داشت.

ت) در ساختار آهن سفید (آهن گالوانیزه)، عناصر آهن و روی قرار دارند، در حالی که حلبی از قلع و آهن ساخته شده است. آهن و روی متعلق به دستهٔ d هستند؛ اما قلع در گروه ۱۴ قرار داشته و متعلق به دستهٔ p جدول تناوبی است.

@Kotob_Konkor

۵۲۲- گزینه۲ واکنش انجام‌شده در هنگام خوردگی آهن، همانند واکنش انجام‌شده در سلول‌های سوختی، در جهت طبیعی به پیش رانده می‌شود. این واکنش به طور کلی گرماده بوده و فراورده‌های حاصل از آن پایداری بیشتری در مقایسه با واکنش‌دهنده‌ها دارند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در صورت ایجاد خراش در سطح حلبی، اتم‌های آهن به عنوان محافظ کاتدی قلع اکسایش پیدا کرده و به سرعت دچار خوردگی می‌شوند.

۳) در واکنش‌های انجام‌شده به هنگام خوردگی حلبی خراشیده‌شده، مولکول‌های O_2 به عنوان عامل اکسنده و اتم‌های Fe به عنوان عامل کاهنده شرکت می‌کنند.

۴) در محل ایجاد خراش بر روی آهن سفید، اتم‌های روی اکسایش پیدا می‌کنند. الکترون‌های حاصل از این فرایند، در نیم‌واکنش کاهش اکسیژن با معادلهٔ $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$ شرکت می‌کنند.

۵۲۳- گزینه۲ عبارت‌های آ و پ درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ در ورقه‌های حلبی، همانند فرایند روغن‌کاری سطح آهن، با ایجاد یک پوشش محافظ در سطح آهن، از خوردگی این فلز جلوگیری می‌شود.

ب *حتماً از شیمی یازدهم یادتون هست که* از آلکان‌های مایع به خاطر انحلال‌پذیری کم آن‌ها در آب، می‌توانیم برای ایجاد یک پوشش محافظ بر روی سطح آهن استفاده کنیم. با این کار، از رسیدن آب به آهن جلوگیری شده و این فلز در مقابل خوردگی محافظت می‌شود. این در حالی است که چهار عضو اول خانوادهٔ آلکان‌ها (متان، اتان، پروپان و بوتان)، در دمای اتاق به حالت گاز هستند.

پ در صورت ایجاد خراش بر روی سطح حلبی، اتم‌های آهن به عنوان محافظ کاتدی قلع، اکسایش پیدا کرده و به یون‌های آهن (II) تبدیل می‌شوند.

ت گریس یک هیدروکربن سیرشده به فرمول $C_{18}H_{38}$ است و از آن برای محافظت از آهن در مقابل خوردگی استفاده می‌شود. توجه داریم که فرمول شیمیایی $C_{25}H_{52}$ مربوط به وازلین است.

۵۲۴- گزینه۳ چون واکنش‌پذیری روی بیشتر از آهن است، یک قطعه از این فلز در مقایسه با یک قطعه از فلز آهن، دمای محلول مس (II) سولفات را می‌تواند به میزان بیشتری افزایش بدهد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در همهٔ انواع سلول‌هایی که در آن‌ها از گاز O_2 به عنوان عامل اکسنده استفاده می‌شود، مولکول‌های این گاز در سمت کاتد کاهش پیدا می‌کنند.

۲) در سطح یک ورقه از آهن سفید (آهن گالوانیزه)، فلز روی قرار دارد و چون E° روی منفی است، اتم‌های این فلز در واکنش با اسیدها اکسایش پیدا می‌کنند.

۴) برای ساختن برخی از انواع باتری‌های دگمه‌ای، از فلز لیتیم که واکنش‌پذیرترین فلز موجود در تناوب دوم جدول دوره‌ای است، استفاده می‌شود.

۵۲۵- گزینه۲ عبارت‌های پ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ در یک ورقهٔ حلبی، سطح فلز آهن با قلع پوشیده شده است؛ پس در این تصویر فلز A معادل با قلع است.

ب با توجه به تصویر داده‌شده، خراش موجود در سطح حلبی فقط در ضخامت لایهٔ قلع قرار دارد و به آهن موجود در لایه‌های زیرین نرسیده است. بر این اساس، اتم‌های آهن همواره در مقابل خوردگی محافظت شده و اکسایش پیدا نمی‌کنند.

پ در واکنش‌های انجام‌شده به هنگام خوردگی عناصر فلزی توسط اکسیژن، مولکول‌های O_2 به عنوان عامل اکسنده، کاهش پیدا می‌کنند.

ت نیم‌واکنش‌های کاتدی انجام‌شده به هنگام خوردگی حلبی یا آهن گالوانیزهٔ خراشیده‌شده، مشابه هم است و شامل کاهش مولکول‌های اکسیژن براساس معادلهٔ $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$ می‌شود.

۵۲۶- گزینه۱ با توجه به توضیحات داده‌شده، قدرت کاهندگی آهن بیشتر از فلز M بوده و مطابق با جدول مقابل، در جدول پتانسیل کاهشی، فلز M در موقعیت بالاتری نسبت به آهن قرار دارد.

پتانسیل کاهشی استاندارد
M
Fe

از طرف دیگر می‌دانیم که فلز آهن پتانسیل کاهشی بزرگ‌تری در مقایسه با روی دارد؛ پس پتانسیل کاهشی فلز M نیز از روی بیشتر است و در سلول گالوانی تشکیل‌شده از عناصر M و روی، الکترود روی، قطب منفی (آند) سلول را تشکیل می‌دهد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) در جدول سری الکتروشیمیایی، عنصر M در موقعیت بالاتری در مقایسه با آهن قرار دارد.

۳) قلع، همانند فلز M در سری الکتروشیمیایی در موقعیت بالاتری قرار دارد اما در رابطه با موقعیت عناصر M و قلع نسبت به یکدیگر نمی‌توانیم اظهارنظر کنیم.

۴) فلز M نسبت به فلز منیزیم قدرت کاهندگی (تمایل به از دست دادن الکترون) کم‌تری دارد و پس از ورود یک قطعه از این فلز به محلول منیزیم سولفات، هیچ واکنشی در این محلول اتفاق نمی‌افتد.

۵۲۷- گزینه۳ عبارت‌های آ، پ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ از آهن گالوانیزه در ساختن تانکر آب، کانال کولر و ... استفاده می‌شود.

ب سدیم، یک فلز فعال از گروه اول جدول تناوبی است در حالی که منیزیم و آلومینیم نیز در دستهٔ فلزهای فعال قرار دارند و به ترتیب متعلق به گروه‌های ۲ و ۱۳ جدول تناوبی هستند.

پ با ایجاد خراش در سطح آهن گالوانیزه، اتم‌های روی به عنوان محافظ کاتدی آهن شروع به اکسیدشدن می‌کنند.

ت نیم‌واکنش انجام‌شده در مجاورت با آند سلول برقکافت آب به صورت مقابل است: $2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^+(aq)$

همان‌طور که مشخص است، طی این فرایند عدد اکسایش اتم‌های اکسیژن از ۲− به صفر افزایش پیدا می‌کند.

۵۲۸- گزینهٔ ۴ در فرایند آبکاری یک جسم توسط نقره، به ازای اکسایش هر اتم نقره در آند (تیغهٔ نقره‌ای)، یک یون نقره در مجاورت با کاتد (قطعهٔ فلزی) کاهش یافته و به اتم نقره تبدیل می‌شود؛ پس غلظت یون نقره در محلول الکترولیت ثابت می‌ماند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ اگر E° فلز به کار رفته در کاتد سلول کوچک‌تر از E° نقره باشد، با قطع جریان خارجی از مدار، اتم‌های فلز به کار رفته در کاتد، اکسایش پیدا کرده و الکترون‌های خود را به یون‌های نقره می‌دهند و سبب کاهش این یون‌ها می‌شوند.

۲ در مدار بیرونی این سلول الکترولیتی، الکترون‌ها از سمت تیغهٔ نقره (آند) به طرف جسم فلزی (کاتد) حرکت می‌کنند.

۳ بیشتربودن یا کم‌تربودن پتانسیل کاهشی عنصر سازندهٔ جسم فلزی، تأثیری در روند کلی فرایند آبکاری ندارد.

۵۲۹- گزینهٔ ۳ عبارت‌های آ، ب و ت نادرست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ از سلول‌های الکترولیتی به منظور تجزیهٔ سدیم کلرید مذاب، برقکافت آب و آبکاری فلزات استفاده می‌شود اما این سلول‌ها در تولید برق کاربردی ندارند.

ب برای آبکاری یک جسم فلزی، این جسم را باید به قطب منفی مولد متصل کنیم تا در موقعیت کاتد سلول الکترولیتی قرار بگیرد.

پ در این نیم‌واکنش، هر مولکول O_2 با جذب ۲ الکترون به یون O_2^{2-} کاهیده می‌شود.

ت برای محافظت کاتدی از اجسام آهنی، باید این اجسام را به فلزهایی متصل کنیم که پتانسیل کاهشی استاندارد کوچک‌تری در مقایسه با آهن داشته باشند در حالی که پتانسیل کاهشی استاندارد مس بزرگ‌تر از آهن است.

۵۳۰- گزینهٔ ۱ با قطع جریان برق، اتم‌های Fe سازندهٔ قاشق شروع به اکسیدشدن کرده و الکترون‌های خود را به یون‌های نقرهٔ موجود در محلول می‌دهند. یون‌های نقره نیز کاهش یافته و به اتم‌های نقره تبدیل می‌شوند. کل این فرایند در مجاورت با قاشق آهنی انجام می‌شود و جرم تیغهٔ نقره‌ای هیچ تغییری نمی‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ در صورت ایجاد خراش بر روی قاشق آبکاری‌شده، عنصری که E° کوچک‌تری دارد در نقش آند قرار گرفته و اتم‌های آن اکسید می‌شوند.

۳ در قطب منفی (کاتد) سلول موردنظر، یون‌های نقره کاهش یافته و بر روی قاشق آهنی رسوب می‌کنند.

۴ تیغهٔ نقره‌ای در موقعیت آند سلول موردنظر قرار می‌گیرد و با کارکرد این سلول، از وزن آن کاسته می‌شود.

۵۳۱- گزینهٔ ۲ سلول (I)، یک سلول گالوانی است. در این سلول، تیغهٔ نقره‌ای در نقش کاتد (قطب مثبت) و تیغهٔ آهنی در نقش آند (قطب منفی) است. سلول (II) نیز یک سلول الکترولیتی است که تیغهٔ نقره‌ای موجود در آن در نقش آند (قطب مثبت) و تیغهٔ آهنی موجود در آن در نقش کاتد (قطب منفی) قرار دارد. بر این اساس، عبارت‌های آ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ در سلول (I)، الکترون‌ها از سمت آند (تیغهٔ Fe) به سمت کاتد (تیغهٔ Ag) جاری می‌شوند. در سلول (II) نیز الکترون‌ها از سمت آند (تیغهٔ Ag) به سمت کاتد (تیغهٔ Fe) جاری می‌شوند.

ب فراورده‌های تولیدشده در سلول (I)، شامل اتم‌های نقره و یون‌های آهن (III) می‌شوند در حالی که تنها واکنش‌دهندهٔ مصرف‌شده در سلول (II)، اتم‌های نقره هستند. معادلهٔ واکنش کلی سلول (II) به صورت مقابل است: $Ag(s,\text{آند}) \rightarrow Ag(s,\text{کاتد})$

پ در سلول‌های الکترولیتی، کاتیون‌ها به سمت قطب منفی (کاتد) و در سلول‌های گالوانی نیز کاتیون‌ها به سمت قطب مثبت (کاتد) حرکت می‌کنند.

ت با قطع جریان خارجی در مدار بیرونی سلول (II)، اتم‌های آهن اکسید شده و الکترون‌های خود را به یون‌های نقره می‌دهند.

۵۳۲- گزینهٔ ۱ در سمت کاتد سلول‌های سوختی، نیم‌واکنش $O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2O(l)$ انجام می‌شود. همان‌طور که می‌دانیم، E° این نیم‌واکنش بزرگ‌تر از صفر است؛ در حالی که E° نیم‌واکنش اکسایش انجام‌شده در این سلول‌ها برابر صفر است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ خوردگی وسایل آهنی و مس، علاوه بر از بین بردن زیبایی این وسایل، به سلامتی بدن نیز آسیب می‌زند.

۳ سلول‌های سوختی در دستهٔ سلول‌های گالوانی و سلول‌های مربوط به آبکاری، در دستهٔ سلول‌های الکترولیتی قرار دارند.

۴ برای جلوگیری از خوردگی وسایل فلزی، می‌توان سطح این وسایل را با یکی از عناصر نقره، کروم، نیکل و طلا پوشش داد.

۵۳۳- گزینهٔ ۴ عبارت‌های ب و پ درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ در یون SO_4^{2-}، عدد اکسایش اتم گوگرد برابر با ۶+ است. چون این اتم در بالاترین عدد اکسایش خود قرار گرفته است، پس یون SO_4^{2-} توانایی اکسیدشدن نداشته و فقط می‌تواند به عنوان یک عامل اکسنده، کاهش پیدا کند.

ب در یک قطعهٔ خراشیده‌شده از آهن سفید (آهن گالوانیزه)، اتم‌های Zn و مولکول‌های O_2 به ترتیب در نقش گونه‌های کاهنده و اکسنده هستند.

پ در سلول‌های نورالکتروشیمیایی، همانند سلول مربوط به برقکافت آب، نیم‌واکنش $2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$ در محل کاتد انجام می‌شود.

ت در یک سلول الکترولیتی مربوط به آبکاری، الکترولیت باید دارای کاتیون‌های فلزی باشد که قرار است یک لایهٔ نازک از آن بر روی جسم قرار بگیرد.

۵۳۴- گزینه۳ در سلول موردنظر، تیغهٔ نقره‌ای در نقش آند بوده و به قطب مثبت مولد متصل است؛ پس مولکول‌های آب از سمت سر منفی خود (اتم اکسیژن) به سمت تیغهٔ نقره جهت‌گیری می‌کنند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ آهن (III) هیدروکسید یک ترکیب نامحلول در آب است و از آن برای تهیهٔ محلول‌های الکترولیت استفاده نمی‌شود.

۲ در آند سلول آبکاری، اتم‌های نقره اکسید می‌شوند در حالی که در کاتد (قطب مثبت) سلول گالوانی $Fe - Ag$، یون‌های نقره کاهش پیدا می‌کنند.

۴ در سلول‌های آبکاری، جسم آهنی را باید به قطب منفی و تیغهٔ نقره‌ای را باید به قطب مثبت مولد متصل کنیم.

۵۳۵- گزینه۲ چون جنس آند این سلول از زغال است، به هنگام کارکرد سلول از غلظت کروم (III) سولفات کاسته می‌شود. ابتدا جرم کروم مصرف‌شده را به دست می‌آوریم و پس از آن، جرم کروم (III) سولفات موردنظر را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,g\,Cr = ۱۰۰۰\,\text{قاشق} \times \frac{۰/۰۱۰۴\,g\,Cr}{۱\,\text{قاشق}} = ۱۰/۴\,g$$

$$?\,g\,Cr_2(SO_4)_3 = ۱۰/۴\,g\,Cr \times \frac{۱\,mol\,Cr}{۵۲\,g\,Cr} \times \frac{۱\,mol\,Cr_2(SO_4)_3}{۲\,mol\,Cr} \times \frac{۳۹۲\,g\,Cr_2(SO_4)_3}{۱\,mol\,Cr_2(SO_4)_3} \times \frac{۱۰۰\,g\,Cr_2(SO_4)_3\,\text{ناخالص}}{۸۰\,g\,Cr_2(SO_4)_3} = ۴۹$$

۵۳۶- گزینه۳ سلول‌های آبکاری و سلول مربوط به برقکافت سدیم کلرید مذاب، در دستهٔ سلول‌های الکترولیتی قرار داشته و کاتیون‌های موجود در آن‌ها در هنگام کارکرد سلول، به سمت تیغهٔ کاتد (قطب منفی) حرکت می‌کنند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ در سلول‌های مربوط به آبکاری، نیم‌واکنش‌های انجام‌شده در آند و کاتد وارونهٔ یکدیگر هستند.

۲ در سمت آند این سلول، نیم‌واکنش اکسایش اتم‌های Zn انجام می‌شود. پس از آبکاری، یک جسم آهنی با پوششی از روی به دست می‌آید که در صورت ایجاد خراش بر روی آن، اتم‌های روی به عنوان محافظ کاتدی آهن شروع به اکسیدشدن می‌کنند.

۴ در مدار بیرونی همهٔ انواع سلول‌های الکتروشیمیایی، الکترون‌ها از طرف آند به سمت کاتد حرکت می‌کنند.

۵۳۷- گزینه۴ در سلول‌های سوختی، به ازای اکسایش هر مول O_2، ۴ مول الکترون در مدار خارجی جاری می‌شود؛ پس داریم:

$$?\,mol\,e^- = ۴۴۸\,L\,O_2 \times \frac{۱\,mol\,O_2}{۲۲/۴\,L\,O_2} \times \frac{۴\,mol\,e^-}{۱\,mol\,O_2} = ۸۰\,mol$$

در سلول آبکاری نقره نیز به ازای جاری‌شدن هر مول الکترون در مدار خارجی، یک مول یون نقره کاهش پیدا می‌کند.

$$?\,g\,Ag = ۸۰\,mol\,e^- \times \frac{۱\,mol\,Ag}{۱\,mol\,e^-} \times \frac{۱۰۸\,g\,Ag}{۱\,mol\,Ag} = ۸۶۴۰\,g$$

۵۳۸- گزینه۳ خوردگی وسایل مسی و آهنی، زیبایی این وسایل را از بین برده و موجب آسیب‌رساندن به بدن انسان می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ در سلول مربوط به فرایند آبکاری، به مرور زمان جرم تیغهٔ کاتدی افزایش پیدا کرده و جرم تیغهٔ آندی کاهش پیدا می‌کند.

۲ در سلول‌های سوختی، هیدروژن ـ اکسیژن، حالت فیزیکی گونهٔ کاهنده (H_2) و اکسنده (O_2) گازی است. در باتری‌های روی ـ نقره نیز حالت فیزیکی گونهٔ کاهنده (Zn) و اکسنده (Ag_2O) جامد است.

۴ در مراحل استخراج منیزیم از آب دریا، ابتدا یک مادهٔ بازی را به آب اضافه می‌کنند تا یون‌های منیزیم در قالب رسوب منیزیم هیدروکسید جدا شوند.

۵۳۹- گزینه۳ برای انجام فرایند آبکاری، جسم فلزی را باید به قطب منفی مولد (سلول گالوانی) و تیغهٔ نقره‌ای را باید به قطب مثبت مولد متصل کنیم. با توجه به کم‌تربودن پتانسیل کاهشی استاندارد آلومینیم در مقایسه با مس، تیغهٔ آلومینیمی (B)، آند (قطب منفی) سلول گالوانی و تیغهٔ مس نیز کاتد (قطب مثبت) این سلول را تشکیل می‌دهد.

نیم‌واکنش انجام‌شده در مجاورت قاشق فلزی به صورت $Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag(s)$ است؛ پس داریم:

$$?\,mol\,e^- = ۲/۱۶\,g\,Ag \times \frac{۱\,mol\,Ag}{۱۰۸\,g\,Ag} \times \frac{۱\,mol\,e^-}{۱\,mol\,Ag} = ۰/۰۲\,mol$$

با انجام‌شدن واکنش در سلول گالوانی، جرم آند (آلومینیم) کاهش پیدا کرده و جرم کاتد (مس) افزایش پیدا می‌کند. معادلهٔ کلی واکنش شیمیایی انجام‌شده در این سلول به صورت: $2Al(s) + 3Cu^{2+}(aq) \rightarrow 2Al^{3+}(aq) + 3Cu(s)$ است؛ پس با اکسایش ۲ مول آلومینیم (۵۴ گرم آلومینیم) در این سلول، ۶ مول الکترون بین گونه‌های اکسنده و کاهنده مبادله شده و ۳ مول یون مس (۱۹۲ گرم مس) کاهش پیدا می‌کند. به عبارت دیگر، به ازای مبادلهٔ ۶ مول الکترون در این سلول، تفاوت جرم تیغه‌ها به اندازهٔ ۲۴۶ گرم افزایش پیدا می‌کند؛ پس داریم:

$$?\,g\,\text{تفاوت جرم} = ۰/۰۲\,mol\,e^- \times \frac{۲۴۶\,g\,\text{تفاوت جرم}}{۶\,mol\,e^-} = ۰/۸۲\,g$$

$$\text{تفاوت جرم نهایی تیغه‌ها} = \text{تفاوت جرم اولیه} + \text{تفاوت جرم ایجادشده} = ۵ + ۰/۸۲ = ۵/۸۲\,g$$

۵۴۰- گزینه ۱ آند سلول مورد استفاده برای انجام فرایند هال، از جنس گرافیت بوده و اتم‌های آن طی واکنش با مولکول‌های O_2 اکسایش یافته و از جرم این تیغه‌ها کاسته می‌شود؛ در حالی که در سلول استفاده‌شده برای برقکافت سدیم کلرید مذاب، جرم تیغه‌های آندی و کاتدی ثابت باقی می‌ماند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) انجام‌شدن فرایند هال، به مقدار بسیار زیادی انرژی نیاز دارد.

۳) معادلهٔ واکنش انجام‌شده در فرایند هال به صورت مقابل است: $2Al_2O_3(l) + 3C(s) \rightarrow 4Al(l) + 3CO_2(g)$

۴) بدنهٔ سلول مورد استفاده برای فرایند هال، به قطب منفی مولد متصل شده و کاتد سلول موردنظر را تشکیل می‌دهد.

۵۴۱- گزینه ۲ عبارت‌های آ و پ درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ در سلول مورد استفاده برای فرایند هال، جنس آند همانند جنس کاتد از گرافیت است.

ب در سلول‌های الکترولیتی، قطب مثبت معادل با آند بوده و جرم آن یا کاهش پیدا می‌کند یا بدون تغییر باقی می‌ماند.

پ آلومینیم، همانند سدیم و منیزیم، یک فلز فعال است و در طبیعت به شکل ترکیب یافت می‌شود.

ت دیوارهٔ ظرف مورد استفاده در فرایند هال، در نقش کاتد این سلول بوده و با گذشت زمان جرم آن بدون تغییر باقی می‌ماند.

۵۴۲- گزینه ۲ با توجه به سرعت خروج آلومینیم، شمار مول‌های Al تولیدشده در یک دقیقه را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,mol\,Al = 20\,mL\,Al \times \frac{2/7\,g\,Al}{1\,mL\,Al} \times \frac{1\,mol\,Al}{27\,g\,Al} = 2\,mol$$

معادلهٔ واکنش انجام‌شده در فرایند هال به صورت مقابل است: $2Al_2O_3(l) + 3C(s) \rightarrow 4Al(l) + 3CO_2(g)$

با توجه به معادلهٔ این واکنش، مقدار CO_2 تولیدشده و سرعت متوسط تولید این ماده را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,mol\,CO_2 = 2\,mol\,Al \times \frac{3\,mol\,CO_2}{4\,mol\,Al} = 1/5\,mol$$

$$\bar{R}_{CO_2} = \frac{\Delta n_{CO_2}}{\Delta t} \Rightarrow \bar{R}_{CO_2} = \frac{1/5}{60} = 0/025\,mol.s^{-1}$$

۵۴۳- گزینه ۲ عبارت‌های آ و پ درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ ایجاد لایهٔ Al_2O_3 متراکم در سطح آلومینیم، سبب محافظت از لایه‌های زیرین آلومینیم در برابر خوردگی می‌شود و به همین خاطر از این عنصر فلزی برای ساختن لوازم خانگی، هواپیماها و کشتی‌ها استفاده می‌شود.

ب اکسید فلزی موجود در سنگ معدن بوکسیت، Al_2O_3 است. در فرایند هال، آلومینیم مذاب به همراه گاز CO_2 تولید می‌شود.

پ زنگ آهن برخلاف Al_2O_3 ساختار متخلخل دارد و لایه‌های آهن قرارگرفته در زیر آن دچار خوردگی می‌شوند.

ت نیم‌واکنش انجام‌شده در آند سلول مربوط به فرایند هال به صورت مقابل است: $2O^{2-}(l) \rightarrow O_2(g) + 4e^-$

۵۴۴- گزینه ۴ عبارت‌های ب و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ واکنش کلی انجام‌شده در سلول نور الکتروشیمیایی موردنظر به صورت مقابل است: $Si(s) + 2H_2O(l) \rightarrow SiO_2(s) + 2H_2(g)$

ب عدد اکسایش گوگرد در یون $S_2O_7^{2-}$ برابر با ۶+ است. بیشترین و کم‌ترین عدد اکسایش اتم‌های N در ترکیب‌های مختلف نیز برابر با ۵+ و ۳− است.

پ در سلول نورالکتروشیمیایی که برای تهیهٔ گاز H_2 از آب به کار می‌رود، حباب‌های گاز هیدروژن در اطراف کاتد دیده می‌شود؛ در حالی که در سلول هال، حباب‌های گاز کربن دی‌اکسید در اطراف تیغه‌های آند دیده می‌شوند.

ت در این رابطه، داریم: $Zn^{2+}(aq) < Fe^{2+}(aq) < Sn^{2+}(aq)$:قدرت اکسندگی $\Rightarrow Zn > Fe > Sn$:قدرت کاهندگی

۵۴۵- گزینه ۴ چگالی آلومینیم تولیدشده در فرایند هال، بیشتر از چگالی آلومینیم اکسید موجود در سلول است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) طی خوردگی آهن، همانند واکنش اکسایش انجام‌شده در سلول‌های سوختی، مولکول‌های O_2 به عنوان عامل اکسنده کاهش پیدا می‌کنند.

۲) در فرایند هال، به ازای تولید ۴ مول آلومینیم، ۳ مول گاز CO_2 تولید می‌شود؛ پس داریم:

$$?\,mol\,CO_2 = 135\,g\,Al \times \frac{1\,mol\,Al}{27\,g\,Al} \times \frac{3\,mol\,CO_2}{4\,mol\,Al} = 3/75\,mol$$

۳) با تشکیل یک لایهٔ محافظ Al_2O_3 در سطح آلومینیم، این عنصر فلزی در برابر خوردگی مقاومت می‌کند.

۵۴۶- گزینه ۴ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است:

$$2Al_2O_3(l) + 3C(s) \rightarrow 4Al(l) + 3CO_2(g)$$

با توجه به جرم آلومینیم تولیدشده، مقدار گاز CO_2 حاصل را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,mol\,CO_2 = 1/08\,ton\,Al \times \frac{10^6\,g\,Al}{1\,ton\,Al} \times \frac{1\,mol\,Al}{27\,g\,Al} \times \frac{3\,mol\,CO_2}{4\,mol\,Al} = 3 \times 10^4\,mol$$

گاز CO_2 با کلسیم اکسید براساس معادلهٔ مقابل واکنش می‌دهد:

$$CaO(s) + CO_2(g) \rightarrow CaCO_3(s)$$

براساس معادلهٔ واکنش فوق، جرم کلسیم اکسید مورد استفاده را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,kg\,CaO = 3 \times 10^4\,mol\,CO_2 \times \frac{1\,mol\,CaO}{1\,mol\,CO_2} \times \frac{56\,g\,CaO}{1\,mol\,CaO} \times \frac{1\,kg\,CaO}{1000\,g\,CaO} = 1680\,kg$$

۵۴۷- گزینه ۴ همهٔ عبارت‌های داده‌شده درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ در سلول مربوط به آبکاری اجسام فلزی با نقره، اتم‌های نقره در آند اکسایش پیدا می‌کنند و یون‌های نقره نیز در کاتد کاهش می‌یابند.

ب واکنش انجام‌شده در برقکافت نمک خوراکی به صورت مقابل است:

$$2Na^+(l) + 2Cl^-(l) \rightarrow 2Na(l) + Cl_2(g)$$

شمار مول‌های فراوردهٔ تولیدشده در کاتد این سلول، دو برابر شمار مول‌های فراوردهٔ تولیدشده در آند است.

پ به ازای تولید هر مول Al در فرایند هال، ۰/۷۵ مول گاز CO_2 (معادل با ۱۶/۸ L گاز CO_2) تولید می‌شود.

ت به منظور کاهش دمای ذوب سدیم کلرید به هنگام برقکافت این ماده، مقداری کلسیم کلرید را به آن اضافه می‌کنند.

۵۴۸- گزینه ۴ سلول مورد استفاده برای برقکافت سدیم کلرید مذاب، همانند سلول مورد استفاده برای فرایند هال، از نوع الکترولیتی است. با توجه به دما و فشار گاز کلر موجود در مخزن ۸ لیتری و به کمک قانون گازها، مقدار مول‌های گاز Cl_2 را در هر حالت محاسبه می‌کنیم.

شرایط اولیه: $\frac{PV}{T} \propto n \Rightarrow \frac{n_2}{n_1} = \frac{P_2.V_2.T_1}{P_1.V_1.T_2} \Rightarrow \frac{n_2}{1} = \frac{2 \times 8 \times 273}{1 \times 22/4 \times (273+117)} \Rightarrow n_2 = 0/5\,mol$

شرایط نهایی: $\frac{PV}{T} \propto n \Rightarrow \frac{n_3}{n_1} = \frac{P_3.V_3.T_1}{P_1.V_1.T_3} \Rightarrow \frac{n_3}{1} = \frac{6/4 \times 8 \times 273}{1 \times 22/4 \times (273+39)} \Rightarrow n_2 = 2\,mol$

بر این اساس، طی واکنش انجام‌شده، ۱/۵ مول گاز کلر تولید شده است. در سلول دانز، به ازای تولید هر مول Cl_2، دو مول سدیم تولید می‌شود؛ پس داریم:

$$?\,g\,Na = 1/5\,mol\,Cl_2 \times \frac{2\,mol\,Na}{1\,mol\,Cl_2} \times \frac{23\,g\,Na}{1\,mol\,Na} = 69\,g$$

در سلول دانز، یون‌های کلرید در مجاورت آند اکسایش یافته و گاز کلر را تولید می‌کنند.

۵۴۹- گزینه ۲ واکنش انجام‌شده در این سلول به صورت مقابل است:

$$2Al(s) + 3Cu^{2+}(aq) \rightarrow 2Al^{3+}(aq) + 3Cu(s)$$

در این واکنش، با کاهش ۳ مول یون مس (II)، ۲ مول اتم آلومینیم اکسید شده و وارد محلول می‌شود؛ پس با گذشت زمان و کارکرد این سلول، مجموع شمار کاتیون‌های موجود در آن کاهش پیدا می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ در فرایند برقکافت آب، به ازای تولید هر یون هیدروژن در آند، یک یون هیدروکسید نیز در کاتد تولید می‌شود.

۳ آلومینیم یک عنصر فلزی بوده و در دستهٔ منابع تجدیدناپذیر حاصل از کرهٔ زمین قرار دارد.

۴ غلظت مولی محلول ۲ درصد جرمی هیدروفلوئوریک اسید، براساس رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{10.a.d}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow \text{غلظت مولی} = \frac{10 \times 2 \times 1}{20} = 1\,mol.L^{-1}$$

چون هیدروفلوئوریک اسید یک اسید ضعیف است، از محلول ۱ مولار آن نمی‌توان به عنوان الکترولیت SHE استفاده کرد.

۵۵۰- گزینه ۱ فقط عبارت ب نادرست است.

بررسی چهار عبارت:

أ با ایجاد خراش در سطح قطعه‌هایی از آهن سفید (آهن گالوانیزه) و حلبی در هوای مرطوب، نیم‌واکنش کاهش اکسیژن در سمت کاتد انجام می‌شود.

ب عدد اکسایش اتم C در متانول (CH_3OH)، برابر با ۲− و عدد اکسایش اتم N در مولکول NO برابر ۲+ است.

پ در سلول هال اتم‌های کربن به عنوان گونهٔ کاهنده مصرف می‌شوند. در سلول نورالکتروشیمیایی که برای تهیهٔ گاز هیدروژن از آب به کار می‌رود نیز اتم‌های سیلیسیم به عنوان گونهٔ کاهنده مصرف می‌شوند. *حتماً می‌دونیم که* سیلیسیم و کربن متعلق به گروه ۱۴ هستند.

ت در سلول‌های سوختی، انرژی شیمیایی مستقیماً به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود؛ اما در نیروگاه‌های حرارتی (توربین بخار)، انرژی شیمیایی ابتدا به انرژی گرمایی (انرژی نهفته در بخار آب) تبدیل شده و پس از آن، به انرژی مکانیکی (حرکت توربین) تبدیل می‌شود و در انتها هم به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.

۵۵۱- گزینه ۲ واکنش‌های انجام‌شده در این سلول الکترولیتی به صورت مقابل هستند:

I) $2Al_2O_3(l) + 3C(s) \rightarrow 4Al(l) + 3CO_2(g)$

II) $MgCl_2(l) \rightarrow Mg(l) + Cl_2(g)$

در واکنش (I) به ازای تولید هر مول آلومینیم، ۳ مول الکترون و در واکنش (II) نیز به ازای تولید هر مول منیزیم، ۲ مول الکترون بین گونه‌های اکسنده و کاهنده مبادله می‌شود. شمار الکترون‌های مبادله‌شده در هر سلول را برابر با m مول در نظر گرفته و حجم گاز تولیدشده در هر سلول را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,L\,CO_2 = m\,mol\,e^- \times \frac{1\,mol\,CO_2}{4\,mol\,e^-} \times \frac{22/4\,L\,CO_2}{1\,mol\,CO_2} = 5/6m\,L$$

$$?\,L\,Cl_2 = m\,mol\,e^- \times \frac{1\,mol\,Cl_2}{2\,mol\,e^-} \times \frac{22/4\,L\,Cl_2}{1\,mol\,Cl_2} = 11/2m\,L$$

بر این اساس، حجم گاز تولیدشده در آند سلول مربوط به فرایند هال، نصف حجم گاز تولیدشده طی برقکافت منیزیم کلرید است. در مرحلهٔ بعد، جرم فلز تولیدشده در هر سلول را محاسبه می‌کنیم.

$$\left.\begin{aligned} ?\,g\,Al &= m\,mol\,e^- \times \frac{1\,mol\,Al}{3\,mol\,e^-} \times \frac{27\,g\,Al}{1\,mol\,Al} = 9m\,g \\ ?\,g\,Mg &= m\,mol\,e^- \times \frac{1\,mol\,Mg}{2\,mol\,Mg} \times \frac{24\,g\,Mg}{1\,mol\,Mg} = 12m\,g \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{\text{جرم Al تولیدشده}}{\text{جرم Mg تولیدشده}} = \frac{9m}{12m} = 0/75$$

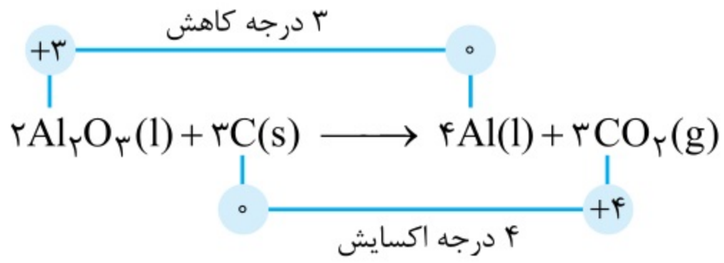
۵۵۲- گزینه ۲ مقدار E° فلزهای نجیب مثبت است در حالی که مقدار E° فلزهای فعال منفی است؛ پس فلزهای نجیب در سری الکتروشیمیایی در موقعیت بالاتری نسبت به فلزهای فعال قرار می‌گیرند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) تولید قوطی‌های آلومینیمی از قوطی‌های کهنه، فقط به ۷ درصد انرژی لازم برای تهیهٔ همان تعداد قوطی از فرایند هال نیاز دارد.

۳) در سلول الکترولیتی مورد استفاده برای آبکاری، باید جسم به کار رفته به عنوان کاتد رسانای جریان الکتریسیته باشد تا بتواند الکترون‌ها را به گونهٔ اکسنده انتقال داده و سبب کاهش این ماده شود.

۴) فرایند انجام‌شده به صورت مقابل است:



۵۵۳- گزینه ۴ همهٔ عبارت‌های داده‌شده درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ شیمی دانشی است که به ما کمک می‌کند تا به صورت هوشمندانه، از مواد در خلق آثاری هنرمندانه، زیبا و ماندگار بهره ببریم.

ب انسان‌ها از دیرباز مواد ضروری برای زندگی خود را از خوان نعمت‌های الهی گسترده‌شده در زمین تهیه کرده و برای رفع نیاز، آن‌ها را تغییر داده‌اند.

پ مواد اولیهٔ مورد استفاده برای ساختن آثار به جا مانده از گذشتگان، افزون بر فراوانی و در دسترس بودن، باید واکنش‌پذیری کم، استحکام بالا و پایداری مناسبی داشته باشند.

ت آثار به جا مانده از گذشتگان، با استفاده از موادی مثل سنگ، فلز و سفال ساخته شده‌اند.

۵۵۴- گزینه ۲ آثار به جا مانده از گذشتگان، از مواد اولیه‌ای با واکنش‌پذیری کم و استحکام بالا ساخته شده‌اند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) هر یک از آثار به جا مانده از گذشتگان در جهان را می‌توان نمادی از هنر زمان خویش دانست.

۳) افزون بر محیط و شیوهٔ زندگی، آیین‌ها، آداب و رسوم و حتی ادبیات و افسانه‌ها نیز از جمله عوامل مؤثر بر روش تغییر مواد توسط انسان‌ها هستند.

۴) در اطراف ما، شمار بسیار زیادی از مواد گوناگون با رفتارهای معین وجود دارند که تنها از شمار معینی اتم با آرایش و چیدمانی نظام‌مند پدید آمده‌اند.

۵۵۵- گزینه ۳ عبارت‌های أ، ب و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ هر یک از آثار به جای مانده از زمان‌های گذشته، افزون بر زیبایی، بازتابی از ماندگاری آن اثر نیز به شمار می‌رود.

ب عمر طولانی آثار به جا مانده از زمان‌های گذشته، نشان از پایداری، استحکام زیاد و واکنش‌پذیری کم مواد سازندهٔ این آثار دارد.

پ انسان‌ها از زمان‌های گذشته مواد مورد نیاز خود را از زمین به دست آورده و پس از ایجاد تغییر، آن‌ها را مورد استفاده قرار می‌داده‌اند.

ت شیمی‌دان‌ها ابتدا نوع، مقدار، ساختار و رفتار مواد سازندهٔ آثار به جا مانده را بررسی کردند و پس از آن با بهره‌گیری از دانش خود، توانستند به مواد جدیدتری دست پیدا کنند.

۵۵۶- گزینه ۲ فراوان‌ترین اکسید فلزی موجود در خاک رس، آلومینیم اکسید (Al_2O_3) است. این اکسید فلزی، به همراه برخی از ناخالصی‌ها، در ساختار سنگ معدن آلومینیم (بوکسیت) وجود دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) هنگام پختن سفالینه‌های تهیه‌شده از خاک رس، آب موجود در این خاک تبخیر می‌شود. در این شرایط، درصد جرمی آب کاهش پیدا کرده و درصد جرمی سایر اجزای سازندهٔ این خاک افزایش پیدا می‌کند.

۳) برخی از عناصر فلزی موجود در ساختار اکسیدهای سازندهٔ خاک رس، متعلق به دستهٔ d (مثل Fe_2O_3) هستند در حالی که عناصر موجود در ساختار برخی از این اکسیدها متعلق به دستهٔ s (مثل Na_2O و MgO) و برخی از آن‌ها متعلق به دستهٔ p (مثل Al_2O_3) هستند.

۴) برای استخراج برخی از فلزهای موجود در ساختار اکسیدهای سازندهٔ خاک رس، نمی‌توانیم از واکنش این اکسیدها با کربن استفاده کنیم به عنوان مثال، چون واکنش‌پذیری فلز سدیم بیشتر از واکنش‌پذیری کربن است، با استفاده از کربن نمی‌توانیم فلز سدیم را از ساختار سدیم اکسید (Na_2O) خارج کنیم.

۵۵۷- گزینه۳ عبارت‌های آ، پ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ سدیم اکسید، یکی از اکسیدهای فلزی موجود در خاک رس است. این ماده براساس معادلهٔ: $Na_2O(s) + H_2O(l) \rightarrow 2NaOH(aq)$ با آب واکنش داده و موجب افزایش pH (افزایش خاصیت بازی) آب می‌شود.

ب فرمول شیمیایی آهن (III) اکسید به صورت Fe_2O_3 بوده و جرم مولی آن برابر با $160\ g.mol^{-1}$ است. بر این اساس، داریم:

$$\frac{\text{درصد جرمی Fe در } Fe_2O_3}{\text{درصد جرمی O در } Fe_2O_3} = \frac{\frac{\text{جرم مولی Fe} \times 2}{\text{جرم مولی } Fe_2O_3} \times 100}{\frac{\text{جرم مولی O} \times 3}{\text{جرم مولی } Fe_2O_3} \times 100} = \frac{\frac{56 \times 2}{160} \times 100}{\frac{16 \times 3}{160} \times 100} = \frac{112}{48} = \frac{7}{3}$$

پ فراوان‌ترین اکسید موجود در خاک رس، SiO_2 است. این اکسید، علاوه بر خاک رس، یکی از سازنده‌های اصلی بسیاری از سنگ‌ها، صخره‌ها و شن و ماسه است. وجود این ماده باعث استحکام و ماندگاری سازه‌های سنگی و نقشکنده‌های روی آن‌ها شده است.

ت از آن‌جا که آهن (III) اکسید به رنگ قرمز دیده می‌شود، سرخ‌فام‌بودن خاک‌های رس را به وجود این اکسید فلزی در خاک‌های موردنظر نسبت می‌دهند.

۵۵۸- گزینه۳ فراوان‌ترین عنصر سازندهٔ کرهٔ زمین، آهن (Fe) است. از واکنش این عنصر با اکسیژن، اکسیدهای آهن (FeO و Fe_2O_3) تولید می‌شوند در حالی که فراوان‌ترین اکسید فلزی موجود در خاک رس، آلومینیم اکسید (Al_2O_3) است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) با افزایش عمر یادگاری‌های به جا مانده از زمان‌های گذشته، این آثار گفتنی‌های بیشتری از اسرار هنر و زیبایی را فاش می‌کنند.

۲) اگر جرم مولی عنصر B را برابر x گرم بر مول در نظر بگیریم، جرم مولی A برابر با 2x گرم بر مول می‌شود؛ پس داریم:

$$\text{درصد جرمی A در ترکیب } AB_2 = \frac{\text{جرم مولی A}}{\text{جرم مولی } AB_2} \times 100 = \frac{2x}{2x + x + x} \times 100 = 50$$

۴) براساس یافته‌های تجربی، سیلیس (SiO_2) افزون بر خاک رس، یکی از اصلی‌ترین اجزای سازندهٔ شن و ماسه نیز هست.

۵۵۹- گزینه۲ به ازای مصرف‌شدن هر مول از Fe_2O_3 موجود در این خاک، ۲ مول آهن تولید می‌شود. بر این اساس، ابتدا جرم Fe_2O_3 مصرف‌شده را محاسبه می‌کنیم و پس از آن، جرم خاک رس مورد نیاز را به دست می‌آوریم:

روش اول (ضریب تبدیل):

$$?\,g\,Fe_2O_3 = 33/6\,g\,Fe \times \frac{1\,mol\,Fe}{56\,g\,Fe} \times \frac{1\,mol\,Fe_2O_3}{2\,mol\,Fe} \times \frac{160\,g\,Fe_2O_3}{1\,mol\,Fe_2O_3} = 48\,g$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم آهن}}{\text{ضریب آهن} \times \text{جرم مولی آهن}} = \frac{\text{جرم آهن (III) اکسید}}{\text{ضریب آهن (III) اکسید} \times \text{جرم مولی آهن (III) اکسید}} \Rightarrow \frac{33/6\,g}{2 \times 56} = \frac{x\,g}{1 \times 160} \Rightarrow x = 48\,g$$

در قدم بعد، جرم خاک رس مورد نیاز را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,g\,\text{خاک رس} = 48\,g\,Fe_2O_3 \times \frac{100\,g\,\text{خاک رس}}{0/96\,g\,Fe_2O_3} \times \frac{1\,kg\,\text{خاک رس}}{1000\,g\,\text{خاک رس}} = 5\,kg$$

۵۶۰- گزینه۳ یک نمونه به جرم 100 g از این خاک خیس‌شده را در نظر می‌گیریم. اگر درصد جرمی آب و سیلیس موجود در این خاک به ترتیب برابر با ۴۰٪ و x٪ باشد، در نمونهٔ موردنظر 40 g آب و x g سیلیس وجود دارد. با پختن سفالینه‌های ساخته‌شده از این نمونهٔ خاک رس، نیمی از آب موجود در آن (20 g) تبخیر شده و جرم نمونهٔ موردنظر به 80 g می‌رسد؛ پس داریم:

$$\text{درصد جرمی سیلیس در سفالینهٔ پخته‌شده} = \frac{\text{جرم سیلیس}}{\text{جرم سفالینه}} \times 100 = \frac{x}{80} \times 100 = 1/25\,x$$

بر این اساس، با پختن سفالینهٔ موردنظر، درصد جرمی سیلیس ۱/۲۵ برابر شده و از x درصد به 1/25x درصد رسیده است.

۵۶۱- گزینه۴ با توجه به درصد جرمی نیتروژن در این مخلوط شیمیایی، در هر کیلوگرم (۱۰۰۰ گرم) از آن، 140 g نیتروژن باید وجود داشته باشد. براساس جرم نیتروژن موجود در این مخلوط، جرم آمونیوم سولفات $((NH_4)_2SO_4)$ موجود در آن را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,g\,(NH_4)_2SO_4 = 140\,g\,N \times \frac{1\,mol\,N}{14\,g\,N} \times \frac{1\,mol\,(NH_4)_2SO_4}{2\,mol\,N} \times \frac{132\,g\,(NH_4)_2SO_4}{1\,mol\,(NH_4)_2SO_4} = 660\,g$$

با توجه به محاسبات انجام‌شده، طی مخلوط‌کردن 660 g آمونیوم سولفات و 340 g پتاسیم کلرید، مخلوطی حاصل می‌شود که درصد جرمی نیتروژن در آن برابر ۱۴٪ است.

۵۶۲- گزینهٔ ۳ در قدم اول، با توجه به درصد جرمی داده‌شده جرم آلومینیم اکسید موجود در هر تن از این خاک را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\,Al_2O_3 = 1\,ton\,\text{خاک} \times \frac{1000\,kg\,\text{خاک}}{1\,ton\,\text{خاک}} \times \frac{1000\,g\,\text{خاک}}{1\,kg\,\text{خاک}} \times \frac{17\,g\,Al_2O_3}{100\,g\,\text{خاک}} = 1/7 \times 10^5\,g$$

معادلهٔ مربوط به فرایند هال، به صورت مقابل است: $2Al_2O_3(l) + 3C(s) \rightarrow 4Al(l) + 3CO_2(g)$

با توجه به معادلهٔ این واکنش و جرم آلومینیم اکسید موجود در خاک موردنظر، حجم گاز CO_2 تولیدشده را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,L\,CO_2 = 1/7 \times 10^5\,g\,Al_2O_3 \times \frac{1\,mol\,Al_2O_3}{102\,g\,Al_2O_3} \times \frac{3\,mol\,CO_2}{2\,mol\,Al_2O_3} \times \frac{22/4\,L\,CO_2}{1\,mol\,CO_2} = 5/6 \times 10^4\,L$$

۵۶۳- گزینهٔ ۲

یادآوری

فرمول شیمیایی آلکان‌ها (هیدروکربن‌های غیرحلقوی سیرشده) به صورت C_nH_{2n+2}، فرمول شیمیایی آلکن‌ها (هیدروکربن‌هایی با یک پیوند دوگانهٔ کربن ـ کربن) به صورت C_nH_{2n} و فرمول شیمیایی کلی آلکین‌ها (هیدروکربن‌هایی با یک پیوند سه‌گانهٔ کربن ـ کربن) به صورت C_nH_{2n-2} است.

فرمول شیمیایی این هیدروکربن به صورت C_nH_{2n-2} بوده و جرم مولی آن برابر با $14n-2$ گرم بر مول است. با توجه به درصد جرمی اتم‌های کربن در این ترکیب، مقدار n در فرمول شیمیایی آن را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{درصد جرمی کربن} = \frac{\text{جرم اتم‌های کربن}}{\text{جرم مولی}} \times 100 \Rightarrow 87/5 = \frac{12n}{14n-2} \times 100 \Rightarrow \frac{12n}{14n-2} = \frac{7}{8} \Rightarrow n = 7$$

با توجه به مقدار n، فرمول شیمیایی این هیدروکربن به صورت C_7H_{12} است در مرحلهٔ بعد، حجم مولی گازها را در دمای $39\,^\circ C$ و فشار یک اتمسفر محاسبه می‌کنیم.

$$\frac{P_1.V_1}{T_1.n_1} = \frac{P_2.V_2}{T_2.n_2} \xrightarrow{\text{مقایسه با شرایط STP}} \frac{1 \times 22/4}{273 \times 1} = \frac{1 \times V_2}{(273+39) \times 1} \Rightarrow V_2 = 25/6\,L$$

معادلهٔ سوختن هیدروکربن موردنظر به صورت $C_7H_{12}(g) + 10O_2(g) \rightarrow 7CO_2(g) + 6H_2O(l)$ است. براساس معادلهٔ سوختن این ترکیب، حجم گاز CO_2 حاصل از سوختن هر مول از آن را در شرایط موردنظر محاسبه می‌کنیم.

$$?\,L\,CO_2 = 1\,mol\,C_7H_{12} \times \frac{7\,mol\,CO_2}{1\,mol\,C_7H_{12}} \times \frac{25/6\,L\,CO_2}{1\,mol\,CO_2} = 179/2\,L$$

۵۶۴- گزینهٔ ۴ جرم مس (II) اکسید موجود در این مخلوط را برابر با x گرم و جرم مس (I) اکسید موجود در آن را برابر با $250-x$ گرم در نظر می‌گیریم.

با توجه به فرمول شیمیایی هر ترکیب، جرم اتم‌های اکسیژن موجود در این مواد را به دست می‌آوریم:

مس (II) اکسید (CuO): $?\,g\,O = x\,g\,CuO \times \frac{1\,mol\,CuO}{80\,g\,CuO} \times \frac{1\,mol\,O}{1\,mol\,CuO} \times \frac{16\,g\,O}{1\,mol\,O} = \frac{x}{5}\,g$

مس (I) اکسید: $?\,g\,O = (250-x)\,g\,Cu_2O \times \frac{1\,mol\,Cu_2O}{144\,g\,Cu_2O} \times \frac{1\,mol\,O}{1\,mol\,Cu_2O} \times \frac{16\,g\,O}{1\,mol\,O} = \frac{250-x}{9}\,g$

در مرحلهٔ بعد، جرم اکسیژن موجود در این مخلوط ۲۵۰ گرمی را با توجه به درصد جرمی آن محاسبه می‌کنیم.

$$\text{درصد جرمی اکسیژن} = \frac{\text{جرم اکسیژن}}{\text{جرم مخلوط}} \times 100 \Rightarrow 12 = \frac{m}{250} \times 100 \Rightarrow m = 30\,g$$

در قدم آخر، با توجه به جرم اکسیژن موجود در مخلوط، مقدار x (جرم مس (II) اکسید موجود در مخلوط) را به دست می‌آوریم:

جرم اکسیژن موجود در مس (II) اکسید + جرم اکسیژن موجود در مس (I) اکسید = جرم اکسیژن موجود در مخلوط

$$\Rightarrow 30\,g = \frac{250-x}{9}\,g + \frac{x}{5}\,g \Rightarrow x = 25\,g$$

۵۶۵- گزینهٔ ۲ چون پتانسیل کاهشی مس بزرگ‌تر از صفر است، این فلز با محلول‌های اسیدی واکنش نمی‌دهد. در نقطهٔ مقابل، آلومینیم یک فلز فعال بوده و براساس معادلهٔ $2Al(s) + 6H^+(aq) \rightarrow 2Al^{3+}(aq) + 3H_2(g)$ با محلول‌های اسیدی واکنش می‌دهد. با توجه به حجم گاز هیدروژن تولیدشده در این فرایند، جرم آلومینیم موجود در آلیاژ موردنظر را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,g\,Al = 89/6\,L\,H_2 \times \frac{1\,mol\,H_2}{22/4\,L\,H_2} \times \frac{2\,mol\,Al}{3\,mol\,H_2} \times \frac{27\,g\,Al}{1\,mol\,Al} = 72\,g$$

با توجه به جرم آلومینیم، ابتدا جرم مس موجود در آلیاژ را محاسبه می‌کنیم و پس از آن، درصد جرمی مس را به دست می‌آوریم.

$$\text{جرم آلیاژ} = \text{جرم مس} + \text{جرم آلومینیم} \Rightarrow 125\,g = x\,g + 72\,g \Rightarrow x = 53\,g$$

$$\text{درصد جرمی مس} = \frac{\text{جرم مس}}{\text{جرم آلیاژ}} \times 100 \Rightarrow \text{درصد جرمی مس} = \frac{53}{125} \times 100 = 42/4$$

۵۶۶- گزینه ۴ مخلوطی به حجم ۱۰۰ L از گازهای CO_2 و CO را در شرایطی که حجم مولی گازها برابر با V لیتر بر مول است، در نظر می‌گیریم و جرم اکسیژن موجود در هر یک از اجزای سازندهٔ آن را به دست می‌آوریم.

$$\text{جرم اکسیژن موجود در } CO_2: ?\,g\,O = 100\,L \text{ مخلوط} \times \frac{75\,L\,CO_2}{100\,L\,CO_2} \times \frac{1\,mol\,CO_2}{V\,L\,CO_2} \times \frac{2\,mol\,O}{1\,mol\,CO_2} \times \frac{16\,g\,O}{1\,mol\,O} = \frac{2400}{V}\,g$$

$$\text{جرم اکسیژن موجود در } CO: ?\,g\,O = 100\,L \text{ مخلوط} \times \frac{25\,L\,CO}{100\,L\,CO} \times \frac{1\,mol\,CO}{V\,L\,CO} \times \frac{1\,mol\,O}{1\,mol\,CO} \times \frac{16\,g\,O}{1\,mol\,O} = \frac{400}{V}\,g$$

در مرحلهٔ بعد، جرم هر یک از اجزای سازندهٔ این مخلوط گازی را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{نمونهٔ } CO_2: ?\,g\,CO_2 = 100\,L \text{ مخلوط} \times \frac{75\,L\,CO_2}{100\,L \text{ مخلوط}} \times \frac{1\,mol\,CO_2}{V\,L\,CO_2} \times \frac{44\,g\,CO_2}{1\,mol\,CO_2} = \frac{3300}{V}\,g$$

$$\text{نمونهٔ } CO: ?\,g\,CO = 100\,L \text{ مخلوط} \times \frac{25\,L\,CO}{100\,L \text{ مخلوط}} \times \frac{1\,mol\,CO}{V\,L\,CO} \times \frac{28\,g\,CO}{1\,mol\,CO} = \frac{700}{V}\,g$$

در مرحلهٔ آخر، با توجه به جرم‌های به دست آمده از محاسبات صفحهٔ قبل، درصد جرمی اکسیژن را به دست می‌آوریم:

$$\text{درصد جرمی اکسیژن} = \frac{\text{جرم اکسیژن موجود در } CO + \text{جرم اکسیژن موجود در } CO_2}{\text{جرم گاز } CO + \text{جرم گاز } CO_2} \times 100 = \frac{\frac{2400}{V} + \frac{400}{V}}{\frac{3300}{V} + \frac{700}{V}} \times 100 = \frac{2800}{4000} \times 100 = 70$$

۵۶۷- گزینه ۴ با توجه به درصد جرمی کربن و هیدروژن، درصد جرمی اکسیژن را به دست آورده و پس از آن، تعداد اتم‌های اکسیژن موجود در هر مولکول از این ترکیب را به دست می‌آوریم.

$$\text{درصد جرمی O} = 100 - (\text{درصد جرمی C} + \text{درصد جرمی H}) = 100 - (26/7 + 2/2) = 71/1$$

$$\text{درصد جرمی اکسیژن} = \frac{\text{تعداد اتم‌های اکسیژن در هر مول} \times \text{جرم مولی اکسیژن}}{\text{جرم مولی ترکیب}} \times 100 \Rightarrow 71/1 = \frac{16 \times n}{90} \times 100 \Rightarrow n = 4$$

به همین روش، شمار اتم‌های H و C موجود در هر مولکول از این ترکیب را نیز می‌توانیم به دست بیاوریم. در این شرایط، فرمول شیمیایی ترکیب موردنظر معادل با $C_2H_2O_4$ می‌شود و در هر مولکول از آن، ۲ اتم کربن و ۲ اتم هیدروژن وجود خواهد داشت.

۵۶۸- گزینه ۲ فرمول شیمیایی هر ترکیب را به دست آورده و پس از آن، درصد جرمی اتم‌های کربن را محاسبه می‌کنیم.

یادآوری

برای محاسبهٔ تعداد اتم‌های هیدروژن موجود در یک ترکیب آلی، از رابطهٔ زیر استفاده می‌کنیم:

$$\text{تعداد اتم‌های هیدروژن} = 2 \times \underset{\downarrow}{C} + 2 - 2 \times (\text{تعداد پیوندهای دوگانه} + \text{تعداد حلقه‌ها} + \text{تعداد پیوندهای سه‌گانه}) \times 4 - \underset{\downarrow}{X} + \underset{\uparrow}{N}$$

تعداد اتم‌های کربن — تعداد اتم‌های هالوژن — تعداد اتم‌های نیتروژن

بررسی چهار گزینه:

۱) فرمول شیمیایی این ترکیب به صورت $C_7H_8O_3$ است؛ پس داریم:

$$\text{درصد جرمی کربن} = \frac{\text{جرم مولی کربن} \times 7}{\text{جرم مولی}} \times 100 = \frac{7 \times 12}{140} \times 100 = 60$$

۲) فرمول شیمیایی ترکیب داده‌شده به صورت $C_6H_5NO_2$ است. در رابطه با این ترکیب، داریم:

$$\text{درصد جرمی کربن} = \frac{\text{جرم مولی کربن} \times 6}{\text{جرم مولی ترکیب}} \times 100 = \frac{6 \times 12}{123} \times 100 = 58/5$$

۳) فرمول شیمیایی این ترکیب به صورت $C_5H_8O_2$ است؛ پس داریم:

$$\text{درصد جرمی کربن} = \frac{\text{جرم مولی کربن} \times 5}{\text{جرم مولی ترکیب}} \times 100 = \frac{5 \times 12}{100} \times 100 = 60$$

۴) فرمول شیمیایی ترکیب موردنظر معادل با $C_6H_4N_2O$ است؛ پس داریم:

$$\text{درصد جرمی کربن} = \frac{\text{جرم مولی کربن} \times 6}{\text{جرم مولی ترکیب}} \times 100 = \frac{6 \times 12}{120} \times 100 = 60$$

۵۶۹- گزینه ۴ واکنش سوختن اتن (C_2H_4) و پروپان (C_3H_8) به صورت زیر است:

سوختن اتن : $C_2H_4(g) + 3O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 2H_2O(g)$

سوختن پروپان : $C_3H_8(g) + 5O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(g)$

طی این فرایند، ۱۵۴ g گاز کربن دی‌اکسید (معادل با ۳/۵ مول کربن دی‌اکسید) تولید شده است اگر شمار مول‌های اتن و پروپان موجود در مخلوط اولیه را به ترتیب برابر با x و y مول در نظر بگیریم، با توجه به معادله‌های موازنه‌شده، از سوختن آن‌ها به ترتیب ۲x مول و ۳y مول گاز کربن دی‌اکسید تولید می‌شود؛ پس داریم:

$$\text{گاز } CO_2 \text{ حاصل از سوختن پروپان} + \text{گاز } CO_2 \text{ حاصل از سوختن اتن} = \text{کل } CO_2 \text{ تولیدشده} \Rightarrow ۳/۵ = ۲x + ۳y$$

در مرحلهٔ بعد، جرم هر یک از اجزای سازندهٔ این مخلوط گازی را محاسبه می‌کنیم.

$$\left.\begin{array}{l} ?\,g\,C_2H_4 = x\,mol\,C_2H_4 \times \dfrac{۲۸\,g\,C_2H_4}{۱\,mol\,C_2H_4} = ۲۸x\,g \\ ?\,g\,C_3H_8 = y\,mol\,C_3H_8 \times \dfrac{۴۴\,g\,C_3H_8}{۱\,mol\,C_3H_8} = ۴۴y\,g \end{array}\right\} \Rightarrow \text{جرم مخلوط} = \text{جرم اتن} + \text{جرم پروپان} \Rightarrow ۵۰\,g = ۲۸x + ۴۴y$$

تا این‌جای کار، دو معادله داریم و دو مجهول. با قراردادن این معادله‌ها در یک دستگاه، مقدار x و y را به دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} ۳/۵ = ۲x + ۳y \\ ۵۰ = ۲۸x + ۴۴y \end{cases} \Rightarrow x = ۱\,mol, y = ۰/۵\,mol \Rightarrow \text{جرم گاز اتن} = ۲۸\,g \quad , \quad \text{جرم گاز پروپان} = ۲۲\,g$$

در مرحلهٔ آخر، درصد جرمی گاز اتن را در مخلوط موردنظر به دست می‌آوریم.

$$\text{درصد جرمی اتن} = \frac{\text{جرم اتن}}{\text{جرم مخلوط}} \times ۱۰۰ \Rightarrow \text{درصد جرمی اتن} = \frac{۲۸}{۵۰} \times ۱۰۰ = ۵۶$$

۵۷۰- گزینه ۲ کلسیم اکسید و منیزیم اکسید، براساس معادله‌های زیر با گاز کربن دی‌اکسید واکنش می‌دهند:

$$CaO(s) + CO_2(g) \rightarrow CaCO_3(s) \qquad MgO(s) + CO_2(g) \rightarrow MgCO_3(s)$$

هر مول از این دو ترکیب شیمیایی، با یک مول گاز CO_2 به طور کامل واکنش می‌دهند؛ پس ابتدا شمار مول‌های CO_2 مصرف‌شده را به دست می‌آوریم:

$$?\,mol\,CO_2 = ۷۱/۶۸\,L\,CO_2 \times \frac{۱\,mol\,CO_2}{۲۲/۴\,L\,CO_2} = ۳/۲\,mol$$

با توجه به شمار مول‌های CO_2 مصرف‌شده، می‌توان گفت در مخلوط اولیه مجموعاً ۳/۲ مول CaO و MgO وجود داشته است. در این شرایط، اگر شمار مول‌های CaO را برابر با x مول در نظر بگیریم، شمار مول‌های MgO برابر با $۳/۲ - x$ مول می‌شود. با توجه به جرم اولیهٔ مخلوط موردنظر، داریم:

$$\text{جرم مخلوط} = \text{جرم CaO} + \text{جرم MgO} \Rightarrow ۱۶۰\,g = x\,mol\,CaO \times \frac{۵۶\,g\,CaO}{۱\,mol\,CaO} + (۳/۲ - x)\,mol\,MgO \times \frac{۴۰\,g\,MgO}{۱\,mol\,MgO} \Rightarrow x = ۲\,mol$$

با توجه به محاسبات بالا، در این مخلوط ۲ مول کلسیم اکسید (معادل با ۱۱۲ g کلسیم اکسید) وجود داشته است؛ پس داریم:

$$\text{درصد جرمی کلسیم اکسید در مخلوط اولیه} = \frac{\text{جرم CaO}}{\text{جرم مخلوط}} \times ۱۰۰ = \frac{۱۱۲}{۱۶۰} \times ۱۰۰ = ۷۰$$

۵۷۱- گزینه ۳ یک نمونهٔ x مولی از کلسیم کربنات ($CaCO_3$) را در نظر می‌گیریم. جرم این نمونه برابر با ۱۰۰x گرم بوده و ۳x مول اتم اکسیژن (معادل با ۴۸x گرم اتم اکسیژن) در آن وجود دارد. این ترکیب براساس معادلهٔ روبه‌رو تجزیه می‌شود:

$$CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g)$$

براساس معادلهٔ این واکنش، با تجزیه‌شدن y مول کلسیم کربنات، y مول گاز CO_2 (معادل با ۴۴y گرم گاز CO_2) از مخلوط واکنش خارج شده و جرم مواد جامد باقی‌مانده نیز به اندازهٔ ۴۴y گرم کاهش پیدا می‌کند. طی این فرایند، ۲y مول اتم اکسیژن (معادل با ۳۲y گرم اکسیژن) نیز از ساختار مواد جامد موجود در ظرف واکنش خارج می‌شود. با توجه به توضیحات داده‌شده، داریم:

$$\text{درصد جرمی اکسیژن در مخلوط نهایی} = \frac{\text{جرم اکسیژن خارج‌شده از مخلوط} - \text{جرم اکسیژن در مخلوط اولیه}}{\text{جرم گاز } CO_2 \text{ خارج‌شده از مخلوط} - \text{جرم کلسیم کربنات اولیه}} \times ۱۰۰$$

$$\Rightarrow ۴۳/۷۵ = \frac{۴۸x - ۳۲y}{۱۰۰x - ۴۴y} \times ۱۰۰ \Rightarrow \frac{۷}{۱۶} = \frac{۴۸x - ۳۲y}{۱۰۰x - ۴۴y} \Rightarrow ۷۰۰x - ۳۰۸y = ۷۶۸x - ۵۱۲y \Rightarrow ۲۰۴y = ۶۸x \Rightarrow \frac{y}{x} = \frac{۱}{۳}$$

با توجه به نسبت y (مقدار کلسیم کربنات تجزیه‌شده) به x (مقدار کلسیم کربنات اولیه)، طی این فرایند ۳۳/۳ درصد از کلسیم کربنات اولیه تجزیه شده است.

۵۷۲- گزینه ۲ در قدم اول، جرم نیتروژن موجود در این مخلوط شیمیایی را به دست می‌آوریم.

$$?\,g\,N = ۱\,kg\,\text{مخلوط} \times \frac{۱۰۰۰\,g\,\text{مخلوط}}{۱\,kg\,\text{مخلوط}} \times \frac{۱۶/۸\,g\,N}{۱۰۰\,g\,\text{مخلوط}} = ۱۶۸\,g$$

شمار مول‌های اوره ($CO(NH_2)_2$) موجود در این مخلوط را برابر با x mol و شمار مول‌های آمونیوم نیترات (NH_4NO_3) موجود در آن را برابر با y mol در نظر می‌گیریم و جرم نیتروژن موجود در هر ماده را محاسبه می‌کنیم.

$$\left.\begin{array}{l} \text{نمونهٔ اوره:}\ ?\,g\,N = x\,mol\,CO(NH_2)_2 \times \dfrac{۲\,mol\,N}{۱\,mol\,CO(NH_2)_2} \times \dfrac{۱۴\,g\,N}{۱\,mol\,N} = ۲۸x\,g \\ \text{نمونهٔ آمونیوم نیترات:}\ ?\,g\,N = y\,mol\,NH_4NO_3 \times \dfrac{۲\,mol\,N}{۱\,mol\,NH_4NO_3} \times \dfrac{۱۴\,g\,N}{۱\,mol\,N} = ۲۸y\,g \end{array}\right\} \Rightarrow ۱۶۸\,g = ۲۸x\,g + ۲۸y\,g$$

در مرحلهٔ بعد، جرم اوره و آمونیوم نیترات را محاسبه می‌کنیم و مجموع جرم این دو ترکیب نیتروژن‌دار را برابر با ۴۰۰ g قرار می‌دهیم.

$$\left.\begin{array}{l} \text{نمونهٔ اوره:}\ ?\,g\,CO(NH_2)_2 = x\,mol\,CO(NH_2)_2 \times \dfrac{60\,g\,CO(NH_2)_2}{1\,mol\,CO(NH_2)_2} = 60x\,g \\ \text{نمونهٔ آمونیوم نیترات:}\ ?\,g\,NH_4NO_3 = y\,mol\,NH_4NO_3 \times \dfrac{80\,g\,NH_4NO_3}{1\,mol\,NH_4NO_3} = 80y\,g \end{array}\right\} \Rightarrow 400\,g = 60x\,g + 80y\,g$$

معادله‌های حاصل را در یک دستگاه قرار می‌دهیم تا مقادیر x و y به دست بیاید.

$$\begin{cases} 168 = 28x + 28y \\ 400 = 60x + 80y \end{cases} \Rightarrow x = 4\,mol, y = 2\,mol \Rightarrow \text{جرم اوره} = 240\,g \quad , \quad \text{جرم آمونیوم نیترات} = 160\,g$$

با توجه به محاسبات انجام‌شده، در ۱۰۰۰ گرم از این مخلوط شیمیایی، ۲۴۰ گرم اوره وجود دارد؛ پس درصد جرمی اوره برابر با ۲۴٪ است.

۵۷۳- گزینه۱ با توجه به جرم مس تولیدشده در این فرایند، جرم مس (II) سولفید مصرف‌شده را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 \Rightarrow 75 = \frac{16\,g}{x\,g} \times 100 \Rightarrow x = \frac{64}{3}\,g$$

$$?\,g\,CuS = \frac{64}{3}\,g\,Cu \times \frac{1\,mol\,Cu}{64\,g\,Cu} \times \frac{1\,mol\,CuS}{1\,mol\,Cu} \times \frac{96\,g\,CuS}{1\,mol\,CuS} = 32\,g$$

در مرحلهٔ بعد، درصد جرمی مس (II) سولفید را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{درصد جرمی مس (II) سولفید} = \frac{\text{جرم مس (II) سولفید}}{\text{جرم سنگ معدن}} \times 100 = \frac{32\,g}{500\,g} \times 100 = 6/4$$

۵۷۴- گزینه۱ با توجه به درصد جرمی داده‌شده، در این نمونهٔ ۲۰۰ گرمی، ۵۶ گرم اتم نیتروژن وجود دارد. شمار مول‌های NO_2 موجود در این مخلوط را برابر $x\,mol$ و شمار مول‌های N_2O_5 موجود در آن را برابر با y مول در نظر می‌گیریم. بر این اساس، داریم:

$$\left.\begin{array}{l} NO_2\ \text{گاز:}\ ?\,g\,N = x\,mol\,NO_2 \times \dfrac{1\,mol\,N}{1\,mol\,NO_2} \times \dfrac{14\,g\,N}{1\,mol\,N} = 14x\,g \\ N_2O_5\ \text{گاز:}\ ?\,g\,N = y\,mol\,N_2O_5 \times \dfrac{2\,mol\,N}{1\,mol\,N_2O_5} \times \dfrac{14\,g\,N}{1\,mol\,N} = 28y\,g \end{array}\right\} \Rightarrow 56\,g = 14x\,g + 28y\,g$$

در مرحلهٔ بعد، جرم هر یک از اجزای سازندهٔ این مخلوط گازی را به دست می‌آوریم:

$$\left.\begin{array}{l} NO_2\ \text{گاز:}\ ?\,g\,NO_2 = x\,g\,NO_2 \times \dfrac{46\,g\,NO_2}{1\,mol\,NO_2} = 46x\,g \\ N_2O_5\ \text{گاز:}\ ?\,g\,N_2O_5 = y\,g\,N_2O_5 \times \dfrac{108\,g\,N_2O_5}{1\,mol\,N_2O_5} = 108y\,g \end{array}\right\} \Rightarrow 200\,g = 46x\,g + 108y\,g$$

با قراردادن معادله‌های حاصل در یک دستگاه دو معادله و دو مجهول، شمار مول‌های NO_2 (x) برابر با ۲ و شمار مول‌های N_2O_5 (y) نیز برابر با یک مول به دست می‌آید. به عبارت دیگر، این مخلوط گازی مجموعاً از ۳ مول مولکول مجزا تشکیل شده است؛ پس داریم:

$$?\,L\ \text{مخلوط گازی} = 3\,mol\ \text{مخلوط گازی} \times \frac{22/4\,L\ \text{مخلوط گازی}}{1\,mol\ \text{مخلوط گازی}} = 67/2\,L$$

۵۷۵- گزینه۴ به ازای تجزیه‌شدن x مول منیزیم کربنات ($84x$ گرم منیزیم کربنات) براساس واکنش داده‌شده، x مول گاز CO_2 ($44x$ گرم گاز CO_2) تولید شده و از مخلوط واکنش خارج می‌شود. در چنین شرایطی، جرم منیزیم کربنات باقی‌مانده در مخلوط برابر با $84x - 294$ گرم و جرم مخلوط جامد باقی‌مانده برابر با $44x - 294$ گرم می‌شود؛ پس داریم:

$$\text{درصد جرمی}\ MgCO_3\ \text{در مخلوط جامد باقی‌مانده} = \frac{\text{جرم}\ MgCO_3\ \text{در مخلوط جامد باقی‌مانده}}{\text{جرم مخلوط جامد باقی‌مانده}} \times 100$$

$$\Rightarrow 84 = \frac{294 - 84x}{294 - 44x} \times 100 \Rightarrow x = 1\,mol$$

با توجه به مقدار x، پس از تجزیه‌شدن یک مول منیزیم کربنات، درصد جرمی این ماده در مخلوط موردنظر به ۸۴٪ می‌رسد. با توجه به سرعت متوسط واکنش، داریم:

$$\bar{R}_{\text{واکنش}} = \frac{-\Delta n_{MgCO_3}}{\Delta t \times \text{ضریب}} \Rightarrow 0/02 = \frac{1\,mol\,MgCO_3}{\Delta t \times 1} \Rightarrow \Delta t = 50\,s$$

۵۷۶- گزینه۲ در یک نمونهٔ ۱۰۰ گرمی از خاک رس خشک‌شده، ۳۶ گرم آلومینیم اکسید و ۵ گرم آب وجود دارد. با توجه به درصد جرمی آب در نمونهٔ اولیه از این خاک، جرم آب تبخیرشده برای به دست آمدن خاک خشک‌شده (x) را به دست می‌آوریم.

$$\text{درصد جرمی آب در نمونهٔ اولیهٔ خاک} = \frac{\text{جرم آب تبخیرشده}}{\text{جرم آب تبخیرشده + جرم آب در خاک خشک‌شده}} \times 100 \Rightarrow 15 = \frac{5}{5 + x} \times 100 \Rightarrow x = 11/76\,g$$

بر این اساس، پیش از خشک‌شدن خاک موردنظر، در یک نمونه به جرم ۱۱/۷۶ گرم از آن، ۳۶ گرم آلومینیم اکسید وجود داشته است؛ پس داریم:

$$\text{درصد جرمی آلومینیم اکسید در نمونهٔ اولیه} = \frac{\text{جرم آلومینیم اکسید}}{\text{جرم خاک}} \times ۱۰۰ = \frac{۳۶}{۱۱/۷۶} \times ۱۰۰ = ۳۲/۲$$

در مرحلهٔ بعد، شمار اتم‌های آهن (Fe) و سیلیسیم (Si) موجود در یک نمونهٔ ۱۰۰ گرمی از این خاک خشک را به دست می‌آوریم.

$$\left.\begin{aligned} ?\,\text{mol Si} &= ۱۰۰\,\text{g خاک} \times \frac{۴۵\,\text{g SiO}_۲}{۱۰۰\,\text{g خاک}} \times \frac{۱\,\text{mol SiO}_۲}{۶۰\,\text{g SiO}_۲} \times \frac{۱\,\text{mol Si}}{۱\,\text{mol SiO}_۲} = ۰/۷۵\,\text{mol} \\ ?\,\text{mol Fe} &= ۱۰۰\,\text{g خاک} \times \frac{۱/۲\,\text{g Fe}_۲\text{O}_۳}{۱۰۰\,\text{g خاک}} \times \frac{۱\,\text{mol Fe}_۲\text{O}_۳}{۱۶۰\,\text{g Fe}_۲\text{O}_۳} \times \frac{۲\,\text{mol Fe}}{۱\,\text{mol Fe}_۲\text{O}_۳} = ۰/۰۱۵\,\text{mol} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{\text{شمار اتم‌های Si}}{\text{شمار اتم‌های Fe}} = \frac{۰/۷۵}{۰/۰۱۵} = ۵۰$$

۵۷۷- گزینهٔ ۲ با توجه به غلظت داده‌شده از یون سدیم، مقدار سدیم کلرید موجود در مخلوط نمک‌ها را به دست می‌آوریم.

$$?\,\text{g NaCl} = ۱۰\,\text{L محلول} \times \frac{۱۰۰۰\,\text{mL محلول}}{۱\,\text{L محلول}} \times \frac{۱\,\text{g محلول}}{۱\,\text{mL محلول}} \times \frac{۳۶/۸\,\text{g Na}^+}{۱۰^۶\,\text{g محلول}} \times \frac{۱\,\text{mol Na}^+}{۲۳\,\text{g Na}^+} \times \frac{۱\,\text{mol NaCl}}{۱\,\text{mol Na}^+} \times \frac{۵۸/۵\,\text{g NaCl}}{۱\,\text{mol NaCl}} = ۰/۹۳۶\,\text{g}$$

در مرحلهٔ بعد، درصد جرمی سدیم کلرید را در مخلوط اولیه به دست می‌آوریم. $۴۶/۸ = \frac{۰/۹۳۶}{۲} \times ۱۰۰ = \frac{\text{جرم سدیم کلرید}}{\text{جرم مخلوط}} \times ۱۰۰ = \text{درصد جرمی سدیم کلرید}$

۵۷۸- گزینهٔ ۳ یک نمونه به جرم ۱۰۰ گرم از ایزوتوپ‌های M و N را در نظر می‌گیریم. در این مخلوط، ۴۰ g از ایزوتوپ M و ۶۰ g از ایزوتوپ N وجود دارد. با توجه به نیم‌عمرهای داده‌شده، جرم هر ایزوتوپ را پس از گذشتن ۲ ساعت (۱۲۰ دقیقه) از ابتدای کار به دست می‌آوریم.

یادآوری

جرم باقی‌مانده از یک مادهٔ رادیواکتیو با نیم‌عمر T، پس از گذشتن بازهٔ زمانی Δt، از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$\text{جرم مادهٔ باقی‌مانده} = \text{جرم اولیهٔ ماده} \times (\frac{۱}{۲})^{\frac{\Delta t}{T}}$$

$$\left.\begin{aligned} \text{ایزوتوپ M: جرم باقی‌مانده} &= \text{جرم اولیه} \times (\frac{۱}{۲})^{\frac{\Delta t}{T}} = ۴۰ \times (\frac{۱}{۲})^{\frac{۱۲۰}{۳۰}} = ۴۰ \times \frac{۱}{۱۶} = ۲/۵\,\text{g} \\ \text{ایزوتوپ N: جرم باقی‌مانده} &= \text{جرم اولیه} \times (\frac{۱}{۲})^{\frac{\Delta t}{T}} = ۶۰ \times (\frac{۱}{۲})^{\frac{۱۲۰}{۴۰}} = ۶۰ \times \frac{۱}{۸} = ۷/۵\,\text{g} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \text{مجموع جرم‌ها} = ۱۰\,\text{g}$$

در مرحلهٔ بعد، درصد جرمی ایزوتوپ N را در مخلوط ایزوتوپ‌ها را به دست می‌آوریم.

$$\text{درصد جرمی ایزوتوپ N} = \frac{\text{جرم ایزوتوپ N}}{\text{جرم مخلوط ایزوتوپ‌ها}} \times ۱۰۰ = \frac{۷/۵\,\text{g}}{۱۰\,\text{g}} \times ۱۰۰ = ۷۵$$

بر این اساس، درصد جرمی ایزوتوپ N در مخلوط موردنظر ۱/۲۵ برابر شده و از ۶۰٪ به ۷۵٪ رسیده است.

۵۷۹- گزینهٔ ۱ یک نمونهٔ ۱۰۰ گرمی از کودهای A و B را در نظر گرفته و جرم نیتروژن موجود در آن‌ها را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{کود A: } ?\,\text{g N} = ۱۰۰\,\text{g کود} \times \frac{۲۶/۴\,\text{g (NH}_۴\text{)}_۲\text{SO}_۴}{۱۰۰\,\text{g کود}} \times \frac{۱\,\text{mol (NH}_۴\text{)}_۲\text{SO}_۴}{۱۳۲\,\text{g (NH}_۴\text{)}_۲\text{SO}_۴} \times \frac{۲\,\text{mol N}}{۱\,\text{mol (NH}_۴\text{)}_۲\text{SO}_۴} \times \frac{۱۴\,\text{g N}}{۱\,\text{mol N}} = ۵/۶\,\text{g}$$

$$\text{کود B: } ?\,\text{g N} = ۱۰۰\,\text{g کود} \times \frac{۱۵\,\text{g CO(NH}_۲\text{)}_۲}{۱۰۰\,\text{g کود}} \times \frac{۱\,\text{mol CO(NH}_۲\text{)}_۲}{۶۰\,\text{g CO(NH}_۲\text{)}_۲} \times \frac{۲\,\text{mol N}}{۱\,\text{mol CO(NH}_۲\text{)}_۲} \times \frac{۱۴\,\text{g N}}{۱\,\text{mol N}} = ۷\,\text{g}$$

با توجه به محاسبات انجام‌شده، درصد جرمی نیتروژن در کود A برابر ۵/۶٪ و درصد جرمی نیتروژن در کود B برابر ۷٪ است. در مرحلهٔ بعد، درصد جرمی نیتروژن را در مخلوط این کودها به دست می‌آوریم.

$$\text{درصد جرمی N در مخلوط نهایی} = \frac{\text{درصد جرمی N در کود A} \times \text{جرم کود A} + \text{درصد جرمی N در کود B} \times \text{جرم کود B}}{\text{جرم کود A} + \text{جرم کود B}} = \frac{۶ \times ۵/۶ + ۱ \times ۷}{۶ + ۱} = ۵/۸$$

۵۸۰- گزینهٔ ۴ شمار مول‌های پتاسیم کلرات ($KClO_۳$) موجود در این مخلوط را برابر با x mol و شمار مول‌های جیوه (II) اکسید موجود در آن را برابر با y mol در نظر می‌گیریم و جرم هر ماده را محاسبه می‌کنیم.

$$\left.\begin{aligned} ?\,\text{g KClO}_۳ &= \text{x mol KClO}_۳ \times \frac{۱۲۲/۵\,\text{g KClO}_۳}{۱\,\text{mol KClO}_۳} = ۱۲۲/۵\text{x g} \\ ?\,\text{g HgO} &= \text{y mol HgO} \times \frac{۲۱۶\,\text{g HgO}}{۱\,\text{mol HgO}} = ۲۱۶\text{y g} \end{aligned}\right\} \Rightarrow ۵۰\,\text{g} = ۱۲۲/۵\text{x g} + ۲۱۶\text{y g}$$

در مرحلهٔ بعد، با توجه به ΔH واکنش‌های داده‌شده، مقدار انرژی مبادله‌شده در واکنش تجزیهٔ هر ماده را محاسبه می‌کنیم. از آن‌جا که طی این فرایند مقداری انرژی آزاده شده است، پس مقدار گرمای مبادله شده را برابر با $-۹/۹\ kJ$ در نظر می‌گیریم.

$$\left.\begin{array}{l} \text{واکنش تجزیهٔ پتاسیم کلرات: } ?\ kJ \text{ انرژی} = x\ mol\ KClO_۳ \times \dfrac{-۹۰\ kJ \text{ انرژی}}{۲\ mol\ KClO_۳} = -۴۵x\ kJ \\ \text{واکنش تجزیهٔ جیوه (II) اکسید: } ?\ kJ \text{ انرژی} = y\ mol\ HgO \times \dfrac{۱۸۰\ kJ \text{ انرژی}}{۲\ mol\ HgO} = ۹۰y\ kJ \end{array}\right\} \Rightarrow -۹/۹\ kJ = ۹۰y\ kJ - ۴۵x\ kJ$$

معادله‌های حاصل از محاسبات بالا را در یک دستگاه دو معادله و دو مجهول قرار می‌دهیم تا مقدار x و y به دست بیاید.

$$\begin{cases} ۵۰ = ۱۲۲/۵x + ۲۱۶y \\ -۹/۹ = ۹۰y - ۴۵x \end{cases} \Rightarrow x = ۰/۳۲\ mol \quad , \quad y = ۰/۰۵\ mol \Rightarrow \text{جرم جیوه (II) اکسید} = ۱۰/۸\ g$$

با توجه به جرم جیوه (II) اکسید، درصد جرمی این ماده را در مخلوط موردنظر به دست می‌آوریم.

$$\text{درصد جرمی جیوه (II) اکسید} = \frac{\text{جرم جیوه (II) اکسید}}{\text{جرم مخلوط}} \times ۱۰۰ = \frac{۱۰/۸\ g}{۵۰\ g} \times ۱۰۰ = ۲۱/۶$$

۵۸۱- گزینه۳ سیلیسیم ($Si_{۱۴}$)، یک عنصر شبه‌فلزی از تناوب سوم است. این عنصر در گروه ۱۴ و در خانهٔ زیر عنصر کربن جای دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) فراوان‌ترین عنصر موجود در پوستهٔ جامد زمین، اکسیژن است. این عنصر نافلزی واکنش‌پذیری بالایی داشته و در گروه ۱۶ جای دارد.

۲) در ساختار سیلیس، هر اتم Si توسط چهار پیوند یگانه به چهار اتم O و هر اتم O نیز توسط دو پیوند یگانه به دو اتم Si متصل شده است.

۴) فراوان‌ترین عنصر سازندهٔ کرهٔ زمین، آهن (Fe) است. یکی از اکسیدهای حاصل از این عنصر، آهن (III) اکسید است که سبب ایجاد رنگ سرخ در خاک‌های رس می‌شود.

۵۸۲- گزینه۳ عبارت‌های آ، پ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ گرافیت، همانند سیلیس در گروه جامدهای کووالانسی قرار دارد. در این گروه از مواد، شمار بسیار زیادی از اتم‌ها توسط پیوندهای اشتراکی به یکدیگر متصل شده‌اند.

ب ساختار گروه عاملی کتونی به صورت مقابل است:



همان‌طور که مشخص است، در ساختار این گروه عاملی، اتم اکسیژن توسط یک پیوند دوگانه به اتم کربن متصل شده است. در حالی که در ساختار کوارتز (سیلیس خالص)، هر اتم اکسیژن توسط دو پیوند یگانه به دو اتم سیلیسیم مجزا متصل شده است.

پ گرافیت یک جامد کووالانسی است و همانند سایر ترکیب‌های کووالانسی دمای ذوب بالایی دارد و در دمای اتاق به حالت جامد دیده می‌شود. ید نیز یک ترکیب مولکولی است که در دمای اتاق به حالت جامد دیده می‌شود.

ت هر یک از حلقه‌های چندضلعی موجود در ساختار سیلیس، از اتصال ۶ اتم اکسیژن به ۶ اتم سیلیسیم تشکیل شده است. در این ساختار، اتم‌های سیلیسیم در رأس‌های چندضلعی و اتم‌های اکسیژن نیز بر روی اضلاع آن قرار می‌گیرند.

۵۸۳- گزینه۳ اکسیژن فراوان‌ترین عنصر موجود در پوستهٔ جامد زمین بوده و سیلیسیم نیز دومین عنصر فراوان موجود در پوستهٔ جامد زمین است. از میان عناصر سازندهٔ کرهٔ زمین نیز اکسیژن دومین عنصر فراوان و سیلیسیم سومین عنصر فراوان است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) فراوان‌ترین اکسید موجود در پوستهٔ جامد زمین، $SiO_۲$ است که از واکنش میان سیلیسیم (یک عنصر شبه‌فلزی) و اکسیژن (یک عنصر نافلزی) تولید می‌شود.

۲) پخته‌شدن نان سنگک بر روی دانه‌های درشت سنگ را می‌توان نشانه‌ای از مقاومت گرمایی سیلیس دانست.

۴) سیلیسیم و کربن، عناصر اصلی سازندهٔ جامدهای کووالانسی به شمار می‌روند و از آن‌ها تاکنون یون تک‌اتمی در هیچ ترکیبی شناخته نشده است.

۵۸۴- گزینه۲ با توجه به بیشتربودن آنتالپی پیوند Si — O در مقایسه با پیوند Si — Si، یک نمونه از سیلیس پایداری بیشتری در مقایسه با سیلیسیم خالص دارد و به همین خاطر، سیلیسیم در طبیعت به حالت خالص یافت نشده و به طور عمده به شکل سیلیس دیده می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) کوارتز از جمله نمونه‌های خالص سیلیس ($SiO_۲$) به شمار می‌رود. درصد جرمی هر یک از عناصر سازندهٔ این ترکیب کووالانسی برابر است با:

$$\text{درصد جرمی O} = \frac{\text{جرم مولی O} \times ۲}{\text{جرم مولی سیلیس}} \times ۱۰۰ = \frac{۲ \times ۱۶}{۶۰} \times ۱۰۰ = ۵۳/۳$$

$$\text{درصد جرمی Si} = \frac{\text{جرم مولی Si} \times ۱}{\text{جرم مولی سیلیس}} \times ۱۰۰ = \frac{۱ \times ۲۸}{۶۰} \times ۱۰۰ = ۴۶/۶$$

۳) سیلیسیم دومین عنصر فراوان موجود در پوستهٔ زمین است. این عنصر یک شبه‌فلز بوده و در حالت جامد رسانایی الکتریکی کمی دارد.

۴) الماس و گرافیت، در دستهٔ جامدهای کووالانسی قرار دارند. در ساختار این گروه از مواد، مولکول‌های مجزا وجود ندارد و شبکهٔ بلوری آن‌ها از اتصال تعداد بسیار زیادی اتم توسط پیوندهای اشتراکی تشکیل شده است.

۵۸۵- گزینه۲ عبارت‌های آ و ت درست هستند.

بررسی پنج عبارت:

آ ترکیب‌های گوناگون حاصل از سیلیسیم و اکسیژن، بیش از ۹۰ درصد پوستهٔ جامد زمین را می‌سازند.

ب هر چند که سیلیسیم و کربن عناصر اصلی سازندهٔ ترکیب‌های کووالانسی هستند، اما این عناصر در ساختار برخی از ترکیب‌های یونی (مثل سدیم کربنات و کلسیم سیلیکات) و برخی از ترکیب‌های مولکولی (مثل کربن دی‌اکسید) نیز یافت می‌شوند.

پ گرافیت ساختار لایه‌ای دارد و هر لایه از آن به کمک نیروهای وان‌درووالسی در کنار لایه‌های مجاورش نگه داشته شده است.

ت سیلیس، همانند سیلیسیم خالص، در دستهٔ جامدهای کووالانسی قرار می‌گیرد. پایداری این ماده در مقایسه با یک نمونه از سیلیسیم خالص بیشتر است.

ث در ساختار الماس، همانند گرافیت، هر اتم کربن توسط چهار پیوند اشتراکی به سایر اتم‌های کربن متصل شده است.

۵۸۶- گزینه۳ سیلیس (SiO_2) در دستهٔ جامدهای کووالانسی قرار دارد در حالی که کربن دی‌اکسید یک ترکیب مولکولی است. در یک مقایسهٔ کلی، دمای ذوب ترکیب‌های کووالانسی بیشتر از دمای ذوب ترکیب‌های مولکولی است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

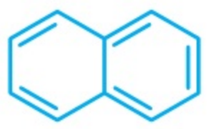
۱ کوارتز از جمله نمونه‌های خالص و شن و ماسه از جمله نمونه‌های ناخالص سیلیس به شمار می‌روند.

۲ در ساختار سیلیس، هر اتم Si به چهار اتم O و هر اتم O به دو اتم Si متصل شده است. به عبارت دیگر، در ساختار این ماده هیچ دو اتم یکسانی توسط پیوندهای اشتراکی به یکدیگر اتصال ندارند.

۴ بر روی هر یک از اتم‌های اکسیژن موجود در ساختار سیلیس، ۲ جفت‌الکترون ناپیوندی قرار گرفته است. بر این اساس، در بلوری از سیلیس که شامل n اتم سیلیسیم می‌شود، ۲n اتم اکسیژن و ۴n جفت‌الکترون ناپیوندی وجود دارد.

۵۸۷- گزینه۳ عبارت‌های آ، پ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:



آ ساختار مولکول‌های سازندهٔ نفتالن به صورت مقابل است.

همان‌طور که مشخص است، در ساختار مولکول‌های سازندهٔ نفتالن، هر اتم کربن توسط یک پیوند دوگانه و دو پیوند یگانه به سایر اتم‌ها متصل شده است. در ساختار گرافن نیز هر اتم کربن توسط یک پیوند $C=C$ و دو پیوند $C-C$ به سایر اتم‌ها متصل شده است.

ب عنصر نافلزی موجود در ساختار سیلیس معادل با اکسیژن و عنصر شبه‌فلزی موجود در ساختار آن معادل با سیلیسیم است. از آن‌جا که سیلیسیم در تناوب پایین‌تر و در سمت چپ اکسیژن قرار گرفته است، شعاع اتم‌های این عنصر در مقایسه با شعاع اتم‌های اکسیژن بزرگ‌تر است.

پ الماس و گرافیت در دستهٔ جامدهای کووالانسی قرار دارند و دگرشکل (آلوتروپ)های کربن به شمار می‌روند.

ت در رأس‌های هر یک از حلقه‌های چندضلعی موجود در ساختار سیلیس، شش سیلیسیم قرار گرفته‌اند.

۵۸۸- گزینه۲ گرافیت ساختاری لایه‌ای و تراکم اتم‌های کربن در ساختار آن کم‌تر از تراکم اتم‌های کربن در بلور الماس است. بر این اساس چگالی الماس بیشتر از گرافیت بوده و از میان نمونه‌هایی به جرم برابر از این مواد، نمونهٔ الماس حجم کم‌تری دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ کوارتز از جمله نمونه‌های خالص سیلیس به شمار می‌رود که در حالت جامد و تراش‌خورده، ساختاری سخت و شفاف دارد.

۳ لایه‌های سازندهٔ گرافیت به وسیلهٔ نیروهای وان‌درووالسی روی هم قرار گرفته‌اند و به همین خاطر، این لایه‌ها می‌توانند بر روی هم بلغزند.

۴ رسانایی الکتریکی گرافیت، همانند عناصر فلزی، توسط الکترون‌ها انجام می‌شود و به همین خاطر، به این مواد رسانای الکترونی گفته می‌شود.

۵۸۹- گزینه۴ همهٔ عبارت‌های داده‌شده درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ در هر یک از لایه‌های سازندهٔ گرافیت، اتم‌های کربن توسط چهار پیوند اشتراکی به سه اتم کربن دیگر متصل شده‌اند.

برای شمارش پیوندهای اشتراکی در هر مولکول یا ماده، هر پیوند دوگانه را معادل با ۲ پیوند و هر پیوند سه‌گانه را معادل با ۳ پیوند در نظر می‌گیریم.

ب در هر لایه از گرافیت، اتم‌های کربن توسط پیوندهای اشتراکی به یکدیگر متصل شده‌اند. بدیهی است که قدرت این پیوندهای اشتراکی، بیشتر از قدرت نیروهای وان‌درووالسی بین اتم‌های موجود در دو لایهٔ مجاور می‌باشد.

پ برخی از پیوندهای کربن ـ کربن در گرافیت یگانه هستند و برخی از این پیوندها نیز دوگانه هستند؛ پس میانگین آنتالپی پیوندهای کربن ـ کربن در این ماده بین مقدار $\Delta H(C-C)$ و $\Delta H(C=C)$ قرار می‌گیرد. در نقطهٔ مقابل، همهٔ پیوندهای کربن ـ کربن موجود در ساختار الماس یگانه هستند؛ پس می‌توان گفت میانگین آنتالپی پیوندهای کربن ـ کربن در گرافیت بیشتر از میانگین آنتالپی این پیوندها در الماس است.

ت به کمک پودر گرافیت و مقداری نوار چسب، می‌توان لایه‌ای به ضخامت نانومتر از اتم‌های کربن به دست آورد که گرافن نام دارد.

۵۹۰- گزینه۳ *با توجه به تمرینات دوره‌ای فصل اول شیمی یازدهم*، سیلیسیم دی‌اکسید براساس معادلهٔ زیر با کربن واکنش می‌دهد.

$$SiO_2(s) + 2C(s) \rightarrow Si(l) + 2CO(g)$$

با توجه به معادلهٔ این واکنش، مقدار نظری فراوردهٔ گازی تولیدشده را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,L\,CO = ۱\,kg\,\text{خاک} \times \frac{۱۰۰۰\,g\,\text{خاک}}{۱\,kg\,\text{خاک}} \times \frac{۴۸\,g\,SiO_۲}{۱۰۰\,g\,\text{خاک}} \times \frac{۱\,mol\,SiO_۲}{۶۰\,g\,SiO_۲} \times \frac{۲\,mol\,CO}{۱\,mol\,SiO_۲} \times \frac{۲۲/۴\,L\,CO}{۱\,mol\,CO} = ۳۵۸/۴\,L$$

در مرحلهٔ بعد، با توجه به بازده درصدی واکنش، مقدار عملی گاز کربن مونوکسید تولیدشده را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۷۵ = \frac{x}{۳۵۸/۴} \times ۱۰۰ \Rightarrow x = ۲۶۸/۸\,L$$

۵۹۱- گزینه۲ *از شیمی یازدهم به یاد داریم که* سیلیسیم دارای سطح صیقلی و درخشان بوده و بر اثر اصابت ضربهٔ چکش، خرد می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) گرافیت، همانند سیلیس و الماس، در دستهٔ جامدهای کووالانسی قرار می‌گیرد. از میان این مواد، الماس و سیلیس دارای ساختار سه‌بعدی هستند اما گرافیت به خاطر ساختمان لایه‌ای خود، دارای ساختار دوبعدی است.

۳) در ساختار گرافن، شمار پیوندهای یگانه $(C-C)$ دو برابر شمار پیوندهای دوگانه $(C=C)$ است.

۴) فرمول شیمیایی سیلیسیم کربید به صورت SiC بوده و شمار اتم‌های کربن موجود در این ماده با شمار اتم‌های سیلیسیم موجود در آن برابر است.

۵۹۲- گزینه۲ عبارت‌های ب و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ در بلور سیلیسیم پیوندهای $Si-Si$ و در بلور الماس پیوندهای $C-C$ وجود دارند. از آن‌جا که شعاع اتمی سیلیسیم بزرگ‌تر از شعاع اتمی الماس است و آنتالپی پیوند نیز با شعاع اتم‌های سازندهٔ آن پیوند رابطهٔ وارونه دارد، پس می‌توان گفت $\Delta H(Si-Si)$ کم‌تر از $\Delta H(C-C)$ است.

ب ساختار ذره‌ای سیلیسیم خالص، مشابه ساختار ذره‌ای فراوان‌ترین اکسید موجود در پوستهٔ جامد زمین (سیلیس) است.

پ جامدهای کووالانسی دارای ساختاری پیوسته و غول‌آسا هستند. به خاطر وجود پیوندهای کووالانسی میان همهٔ اتم‌های سازندهٔ این مواد، جامدهای کووالانسی سختی زیادی داشته و دیرگداز هستند.

ت کربن و سیلیسیم، متعلق به گروه ۱۴ جدول تناوبی هستند. به‌جز کربن و سیلیسیم، عناصر ژرمانیم، قلع و سرب نیز در گروه ۱۴ جای دارند. در حالت جامد، کربن (گرافیت)، قلع و سرب رسانای قوی جریان الکتریسیته و سیلیسیم و ژرمانیم رسانای ضعیف جریان الکتریسیته هستند.

۵۹۳- گزینه۲ تراکم اتم‌های کربن در بلور الماس بیشتر از تراکم اتم‌های این عنصر در بلور گرافیت است و به همین خاطر، چگالی یک نمونه از الماس بیشتر از چگالی یک نمونه از گرافیت می‌شود. با توجه به برابربودن حجم نمونه‌های الماس و گرافیت و بیشتربودن چگالی الماس، می‌توان نتیجه گرفت که جرم نمونهٔ الماس بیشتر از نمونهٔ گرافیت است. از طرف دیگر، سطح انرژی الماس بالاتر از سطح انرژی گرافیت بوده و به همین خاطر، آنتالپی سوختن الماس بیشتر از آنتالپی سوختن گرافیت است. با توجه به بیشتربودن جرم الماس و بزرگ‌تربودن آنتالپی سوختن این ماده نسبت به گرافیت، گرمای حاصل از سوختن نمونهٔ الماس بیشتر از گرمای حاصل از سوختن گرافیت خواهد بود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) با توجه به بیشتربودن جرم نمونهٔ الماس در مقایسه با نمونهٔ گرافیت، شمار اتم‌های کربن در نمونهٔ الماس بیشتر از نمونهٔ گرافیت خواهد بود.

۳) چون گرافیت ساختار لایه‌ای دارد، سختی آن از بلور الماس کم‌تر است و از آن برای ساختن مغز مداد استفاده می‌شود.

۴) الماس برخلاف گرافیت رسانایی الکتریکی ندارد. به خاطر سختی بالای الماس، از این ماده برای ساختن ابزار شیشه‌بری استفاده می‌شود.

۵۹۴- گزینه۳ عبارت‌های أ، ب و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ الماس یک جامد کووالانسی سه‌بعدی است که به خاطر درجهٔ سختی بالای آن، به عنوان مادهٔ اولیه برای ساختن مته‌ها به کار برده می‌شود.

ب سیلیسیم کربید (SiC)، یک جامد کووالانسی سخت و ارزان‌قیمت است که در تهیهٔ سنباده‌ها به کار برده می‌شود.

پ با کشیدن مداد بر روی کاغذ، لایه‌های کربنی موجود در ساختار گرافیت بر روی یکدیگر می‌لغزند و رد مداد بر روی کاغذ به جا می‌ماند.

ت در ساختار گرافن، اتم‌های کربن با پیوندهای اشتراکی، حلقه‌های شش‌گوشه تشکیل داده‌اند. چنین ساختاری با الگویی مانند کندوی زنبورعسل، استحکام ویژه‌ای دارد، به طوری که مقاومت کششی آن حدود ۱۰۰ برابر فولاد است.

۵۹۵- گزینه۳ عدد اکسایش اتم‌های Si در بلور $SiO_۲$، همانند عدد اکسایش اتم‌های C در یون $CO_۳^{۲-}$، برابر با $+۴$ است.

$$CO_۳^{۲-}: -۲ = x + ۳\times(-۲) \Rightarrow x = +۴ \qquad SiO_۲: ۰ = x + ۲\times(-۲) \Rightarrow x = +۴$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در بلور سیلیس، همهٔ پیوندهای اشتراکی مشابه بوده و از نوع $Si-O$ هستند. در بلور الماس نیز همهٔ پیوندها یکسان بوده و از نوع $C-C$ هستند. با توجه به یکسان‌بودن پیوندهای اشتراکی موجود در ساختار این ترکیب‌ها، انرژی لازم برای شکستن همهٔ پیوندهای موجود در آن‌ها با هم برابر است.

۲) گرافن یک جامد کووالانسی دوبعدی است که در ساختار آن، هر اتم C توسط چهار پیوند به سه اتم C دیگر متصل شده است.

۴) در ساختار سیلیس، عناصر Si و O و در ساختار سیلیسیم کربید نیز عناصر Si و C وجود دارند. تمام عناصر نام‌برده متعلق به دستهٔ p جدول تناوبی هستند.

۵۹۶- گزینه۲ عبارت‌های أ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ گرافن، گونه‌ای به ضخامت یک اتم کربن است. این گونهٔ شیمیایی، ظاهری شفاف دارد و انعطاف‌پذیر است.

ب در ساختار همهٔ جامدهای کووالانسی، تمام اتم‌های سازنده یکسان نیستند. به عنوان مثال، سیلیس از اتصال اتم‌های Si و O به یکدیگر ساخته شده است.

پ چون شعاع اتمی کربن کوچک‌تر از سیلیسیم است، آنتالپی پیوند C — C بیشتر از آنتالپی پیوند Si — C می‌شود و به همین خاطر، بلور الماس سخت‌تر از بلور سیلیسیم کربید است.

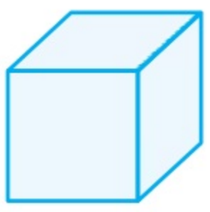
ت آرایش الکترونی اتم‌های کربن و سیلیسیم به صورت مقابل است:

$_{14}Si : 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^2$

$_{6}C : 1s^2\ 2s^2\ 2p^2$

همان‌طور که مشخص است، شمار الکترون‌هایی با $l = 1$ (الکترون‌های موجود در زیرلایه‌های p) در سیلیسیم، ۴ برابر شمار این الکترون‌ها در کربن است.

۵۹۷- گزینه۴ تصویر مقابل، یک بلور مکعبی از گرافیت با ابعاد $1\ cm \times 1\ cm \times 1\ cm$ را نشان می‌دهد. با توجه به چگالی داده‌شده، جرم این بلور مکعبی‌شکل برابر $2/28\ g$ است.



$1\ cm = 10^7\ nm$

با توجه به فاصلهٔ میان صفحات کربنی در بلور گرافیت، شمار لایه‌های کربنی موجود در ساختار این بلور مکعبی را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{تعداد لایه‌های کربنی} = \text{طول ضلع بلور} \div \text{فاصلهٔ میان لایه‌ها} = 10^7\ nm \div 333/3\ nm = 3 \times 10^4 \text{ لایه}$$

بر این اساس، جرم ۳۰۰۰۰ لایهٔ گرافن با ابعاد $1\ cm \times 1\ cm$، برابر $2/28\ g$ است. ابتدا جرم هر لایه را محاسبه کرده و پس از آن، شمار اتم‌های کربن موجود در یک قطعه به مساحت $24\ cm^2$ از این ماده را به دست می‌آوریم.

$$\text{جرم هر لایه گرافن} = \text{جرم بلور} \div \text{تعداد لایه‌های کربنی} = 2/28\ g \div 30000 = 7/6 \times 10^{-5}\ g$$

$$?\ mol\,C = 24\ cm^2 \times \frac{7/6 \times 10^{-5}\ g}{1\ cm^2} \times \frac{1\ mol\,C}{12\ g\,C} = 1/52 \times 10^{-4}\ mol$$

۵۹۸- گزینه۳ عناصر اصلی سازندهٔ جامدهای کووالانسی، کربن و سیلیسیم هستند. به خاطر وجود پیوندهای اشتراکی بین همهٔ اتم‌های سازندهٔ این مواد، جامدهای کووالانسی سختی بالایی داشته و دیرگداز هستند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ کوارتز، یک نمونهٔ خالص از سیلیس به شمار می‌رود. یک نمونه از این ماده، همانند یخ، ظاهری شفاف داشته و سختی بالایی دارد.

۲ رفتارهای شیمیایی مواد مولکولی به طور عمده به پیوندهای اشتراکی (جفت‌الکترون‌های پیوندی) و جفت‌الکترون‌های ناپیوندی موجود در آن‌ها بستگی دارد.

۴ مواد مولکولی از واحدهای مجزایی به نام مولکول تشکیل شده‌اند. این مواد در دمای اتاق به هر یک از حالت‌های گاز (مثل کلر و متان)، مایع (مثل برم و هگزان) و یا جامد (مثل نفتالن و ید) دیده می‌شوند.

۵۹۹- گزینه۱ فقط عبارت ب نادرست است.

بررسی چهار عبارت:

أ سیلیسیم کربید، یک جامد کووالانسی است که در آن همهٔ اتم‌ها توسط پیوندهای اشتراکی به یکدیگر متصل شده‌اند؛ در حالی که یخ یک جامد مولکولی است و در ساختار آن مولکول‌های مجزای H_2O در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند.

ب یخ یک جامد مولکولی سخت و شفاف با یک ساختار سه‌بعدی است. در نقطهٔ مقابل، گرافیت یک جامد کووالانسی با ساختار دوبعدی است.

پ در ساختار یخ، هر اتم O توسط دو پیوند اشتراکی به دو اتم H از همان مولکول و توسط دو پیوند هیدروژنی به دو اتم H از مولکول‌های دیگر متصل شده است.

ت رفتارهای فیزیکی مواد مولکولی (مثل آنتالپی تبخیر و نقطهٔ جوش) به نوع و قدرت نیروهای بین مولکولی در این مواد بستگی دارد.

۶۰۰- گزینه۲ آب خالص از تجمع مولکول‌های H_2O تشکیل شده و رسانایی الکتریکی ناچیزی دارد در حالی که الماس یک جامد کووالانسی است که جریان الکتریسیته را از خود عبور نمی‌دهد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ آنتالپی تبخیر، دمای ذوب و دمای جوش، از جمله ویژگی‌های فیزیکی مواد مولکولی هستند که به نوع و مقدار نیروهای بین مولکولی در این مواد بستگی دارند.

۳ در ساختار برف، مولکول‌های H_2O در یک آرایش منظم و سه‌بعدی قرار گرفته و حلقه‌های شش‌گوشه را تشکیل می‌دهند.

۴ برای توصیف ویژگی‌های جامدهای کووالانسی مثل الماس و سیلیس، از واژه‌های شیمیایی رایج مثل مولکول و ... نمی‌توان استفاده کرد.

۶۰۱- گزینه۳ عبارت‌های ب، پ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ هر یک از شش‌گوشه‌های موجود در ساختار یخ، از کنار هم قرارگرفتن ۶ مولکول H_2O تشکیل شده است.

ب در مواد مولکولی، قدرت نیروهای بین مولکولی (پیوندهای هیدروژنی یا نیروهای وان‌درواسی) ضعیف‌تر از قدرت پیوندهای اشتراکی موجود بین اتم‌ها در هر مولکول است.

پ مولکول‌ها، اجزای سازندهٔ مواد مولکولی به شمار می‌روند و بر اثر اتصال دو یا چند اتم مجزا توسط پیوندهای اشتراکی ایجاد می‌شوند.

ت اغلب ترکیب‌های آلی در گروه مواد مولکولی قرار می‌گیرند. در این مواد، همانند سایر ترکیب‌های آلی، مولکول‌ها نقش کلیدی در تعیین خواص و رفتار ماده دارند.

۶۰۲- گزینه۲ از هالوژن‌ها برای ساختن لامپ جلوی خودروها استفاده می‌شود. از میان عناصر مختلفی که در این گروه قرار می‌گیرند، فلوئور و کلر در دمای اتاق به حالت گاز بوده و برم و ید به ترتیب به حالت مایع و جامد هستند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ متان، آمونیاک و کربن دی‌اکسید از جمله مواد مولکولی هستند در حالی که گرافیت و سیلیسیم کربید در دستهٔ جامدهای کووالانسی قرار می‌گیرند.

۳ الکترون‌های سازندهٔ پیوند $Cl-Cl$ در مولکول‌های کلر، به هر دو اتم سازندهٔ این مولکول‌ها تعلق دارند.

۴ پلی‌اتن ($(C_2H_4)_n$)، همانند اتن (C_2H_4)، در دستهٔ مواد مولکولی قرار داشته و برای توصیف آن می‌توان از واژه‌های «فرمول مولکولی» و «نیروهای بین مولکولی» استفاده کرد. علاوه بر پلی‌اتن، سایر پلیمرها (مثل پلی‌استرها، پلی‌آمیدها و ...) نیز در گروه مواد مولکولی قرار می‌گیرند.

۶۰۳- گزینه۳ عبارت‌های ب، پ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ در ساختار ذره‌ای کوارتز (سیلیس خالص)، اتم‌های Si در رأس شش‌گوشه‌ها قرار می‌گیرند، در حالی که در ساختار ذره‌ای یخ، اتم‌های اکسیژن در رأس شش‌گوشه‌های تشکیل‌شده قرار می‌گیرند.

ب اتم‌های اکسیژن در ساختار کوارتز به صورت $Si-O-Si$ و در ساختار یخ به صورت $H-O-H$ دیده می‌شوند.

پ درصد جرمی اکسیژن موجود در هر ماده را به دست می‌آوریم:

$$\left.\begin{array}{l}\text{درصد جرمی O در سیلیس} = \dfrac{\text{جرم مولی O}\times 2}{\text{جرم مولی سیلیس}}\times 100 = \dfrac{32}{60}\times 100 = \dfrac{160}{3}\\ \text{درصد جرمی O در یخ} = \dfrac{\text{جرم مولی O}}{\text{جرم مولی } H_2O}\times 100 = \dfrac{16}{18}\times 100 = \dfrac{800}{9}\end{array}\right\} \Rightarrow \dfrac{\text{درصد جرمی O در سیلیس}}{\text{درصد جرمی O در یخ}} = \dfrac{\frac{160}{3}}{\frac{800}{9}} = 0/6$$

ت یخ، یک جامد مولکولی است. با توجه به ضعیف‌تر بودن نیروهای بین مولکولی در این مواد در مقایسه با پیوندهای اشتراکی موجود در جامدهای کووالانسی، جامدهای مولکولی دمای ذوب و جوش پایین‌تری در مقایسه با جامدهای کووالانسی دارند.

۶۰۴- گزینه۲ در مولکول HCl، اتم Cl خاصیت نافلزی بیشتری داشته و جفت‌الکترون‌های پیوندی را در مقایسه با اتم هیدروژن به مقدار بیشتری به سمت خود جذب می‌کند. بر این اساس، در مولکول موردنظر اتم Cl دارای تراکم بالاتری از بار الکتریکی منفی ($\delta-$) است و در نقشهٔ پتانسیل الکترواستاتیکی با رنگ قرمز نشان داده می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ نحوهٔ توزیع جفت‌الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی در یک مولکول، شکل و میزان قطبیت آن مولکول را مشخص می‌کند. رفتار مولکول‌ها در حضور میدان‌های الکتریکی نیز تحت تأثیر میزان قطبیت این مولکول‌ها قرار دارد.

۳ گشتاور دوقطبی (μ) مولکول‌های دواتمی جورهسته مثل کلر و هیدروژن برابر صفر بوده و این مولکول‌ها در میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا نمی‌کنند.

۴ در مولکول‌های دواتمی ناجور هسته، احتمال حضور جفت‌الکترون‌های پیوندی در اطراف اتمی که خاصیت فلزی کم‌تری (با کاهش خاصیت فلزی، خاصیت نافلزی افزایش پیدا می‌کند) دارد، بیشتر از اتم دیگر بوده و این اتم بار جزئی منفی ($\delta-$) پیدا می‌کند.

۶۰۵- گزینه۲ عبارت‌های ب و پ درست هستند.

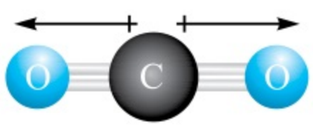
بررسی چهار عبارت:

أ گشتاور دوقطبی مولکول‌های دواتمی جورهسته (مثل N_2 و Cl_2) برابر با صفر بوده و این مولکول‌ها در حضور میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا نمی‌کنند.

ب در مولکول‌های HF، اتم‌های فلوئور خاصیت نافلزی بیشتری نسبت به اتم‌های هیدروژن داشته و بار جزئی منفی پیدا می‌کنند.

پ در مولکول‌های دواتمی جورهسته، الکترون‌های پیوندی بیشتر وقت خود را در فضای بین دو اتم سپری می‌کنند.

ت تصویر مقابل، بردارهای الکتریکی را در مولکول‌های CO_2 نشان می‌دهد:



هر چند که توزیع بار الکتریکی بر روی اتم‌های سازندهٔ این مولکول یکسان نیست، اما چون بردارهای بار الکتریکی در این مولکول یکدیگر را کاملاً خنثی می‌کنند، این مولکول‌ها به طور کلی ناقطبی بوده و در حضور میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا نمی‌کنند.

۶۰۶- گزینه۲ ساده‌ترین عنصر خانوادهٔ آلکان‌ها، متان (CH_4) است. گشتاور دوقطبی مولکول‌های سازندهٔ این ماده برابر صفر بوده و در حضور میدان الکتریکی، این مولکول‌ها جهت‌گیری پیدا نمی‌کنند. ساده‌ترین اعضای خانوادهٔ الکل‌ها و اترها به ترتیب معادل با متانول (CH_3OH) و دی‌متیل اتر (CH_3-O-CH_3) هستند. این مولکول‌ها گشتاور دوقطبی بزرگ‌تر از صفر داشته و در حضور یک میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا می‌کنند.

۶۰۷- گزینه۲ در مولکول‌های CS_2، خاصیت نافلزی اتم مرکزی (اتم C) کم‌تر از خاصیت نافلزی اتم‌های کناری (اتم S) است؛ پس اتر مرکزی بار جزئی مثبت ($\delta+$) دارد. در مولکول‌های کربن تتراکلرید (CCl_4) نیز خاصیت نافلزی اتم مرکزی (اتم C) کم‌تر از اتم‌های کناری (اتم‌های Cl) است و در این مولکول‌ها نیز اتم مرکزی دارای بار جزئی مثبت ($\delta+$) است.

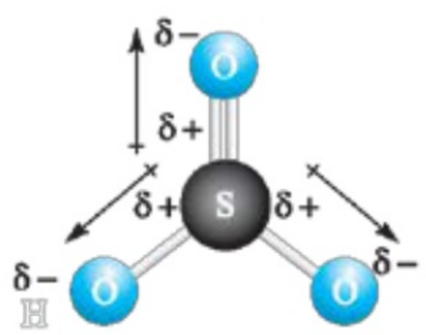
بررسی سایر گزینه‌ها:

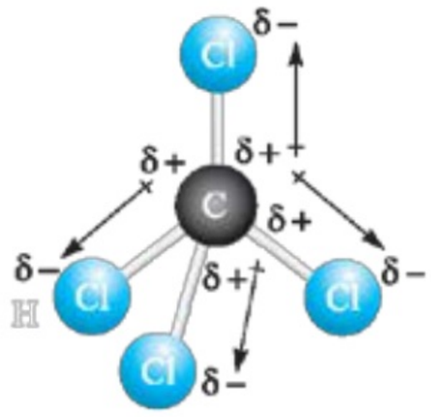
۱) در مولکول‌های HCl، خاصیت نافلزی اتم‌های Cl بیشتر از اتم‌های H است؛ پس جفت‌الکترون‌های پیوندی اغلب وقت خود را در اطراف هستهٔ اتم Cl سپری می‌کنند.

۳) در مولکول‌های CO_2، اتم‌های اکسیژن شعاع کوچک‌تری دارند و به خاطر خاصیت نافلزی زیاد، الکترون‌های ناپیوندی را بیشتر به سمت خود جذب می‌کنند.

۴) مولکول‌های SCO ساختار خطی دارند و همانند مولکول‌های کلروفرم ($CHCl_3$) گشتاور دوقطبی آن‌ها بزرگ‌تر از صفر است.

۶۰۸- گزینه۲ برایند بردارهای بار الکتریکی در مولکول‌های کربن تتراکلرید (CCl_4) و گوگرد تری‌اکسید (SO_3) به صورت مقابل است:





همان‌طور که مشخص است، در این مولکول‌ها اتم مرکزی دارای بار جزئی مثبت ($\delta+$) است اما چون برایند بردارهای بار الکتریکی در این مولکول‌ها برابر صفر می‌شود، مولکول‌های موردنظر در حضور میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا نمی‌کنند.

بار جزئی اتم مرکزی در مولکول‌های گوگرد دی‌اکسید، آمونیاک و متان، به ترتیب مثبت، منفی و منفی است.

۶۰۹- گزینه۱ فقط عبارت ب درست است.

بررسی چهار عبارت:

أ فرمول شیمیایی کلروفرم به صورت $CHCl_3$ بوده و در مولکول‌های سازندهٔ این ماده، اتم‌های کلر دارای بار جزئی منفی ($\delta-$) هستند.

ب در مولکول‌های SO_3، چون خاصیت نافلزی اتم‌های O بیشتر از اتم‌های S است، اتم‌های O بار جزئی منفی و اتم‌های S دارای بار جزئی مثبت هستند.

پ گشتاور دوقطبی مولکول‌های دواتمی که از اتصال اتم‌های یکسان تشکیل شده‌اند (مولکول‌های دواتمی جورهسته) برابر صفر است اما گشتاور دوقطبی مولکول‌های چنداتمی که از اتصال اتم‌های یکسان تشکیل شده‌اند، می‌تواند بزرگ‌تر از صفر باشد. به عنوان مثال، مولکول‌های O_3 از اتصال سه اتم یکسان تشکیل شده‌اند اما به خاطر داشتن یک جفت‌الکترون ناپیوندی بر روی اتم مرکزی خود، گشتاور دوقطبی آن‌ها بزرگ‌تر از صفر است.

ت نقشهٔ پتانسیل الکترواستاتیکی مولکول‌های آمونیاک به صورت مقابل است:



با توجه به ساختار غیرمسطح این مولکول‌ها، گشتار دوقطبی آن‌ها بزرگ‌تر از صفر است؛ پس مولکول‌های NH_3 در میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا می‌کنند.

۶۱۰- گزینه۲ در مولکول‌های HCl، بار جزئی اتم‌های هیدروژن مثبت است؛ پس در نقشهٔ پتانسیل الکترواستاتیکی این مولکول‌ها، اتم H (اتم کوچک‌تر) باید با رنگ آبی و اتم Cl (اتم بزرگ‌تر) باید با رنگ قرمز مشخص شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) گشتاور دوقطبی مولکول‌های SO_3، همانند مولکول‌های CH_4، برابر با صفر بوده و این مولکول‌ها در حضور میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا نمی‌کنند.

۳) ساختار مولکول‌های اتین، همانند ساختار مولکول‌های CO_2 خطی بوده و گشتاور دوقطبی این مولکول‌ها برابر صفر است.

۴) در مولکول‌های آب، همانند مولکول‌های NH_3، خاصیت نافلزی اتم مرکزی بیشتر از خاصیت نافلزی اتم‌های H است و به همین خاطر، اتم‌های مرکزی در این مولکول‌ها دارای بار جزئی منفی هستند.

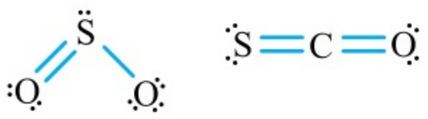
۶۱۱- گزینه۲ عبارت‌های ب و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ درصد جرمی اتم‌های کربن را در هر یک از مواد داده‌شده محاسبه می‌کنیم.

$$\left.\begin{array}{l}\text{درصد جرمی C در کربونیل سولفید} = \dfrac{\text{جرم مولی C}}{\text{جرم مولی کربونیل سولفید}} \times ۱۰۰ = \dfrac{۱۲}{۶۰} \times ۱۰۰ = ۲۰ \\ \text{درصد جرمی C در سیلیسیم کربید} = \dfrac{\text{جرم مولی C}}{\text{جرم مولی سیلیسیم کربید}} \times ۱۰۰ = \dfrac{۱۲}{۴۰} \times ۱۰۰ = ۳۰\end{array}\right\} \Rightarrow \frac{\text{درصد جرمی C در کربونیل سولفید}}{\text{درصد جرمی C در سیلیسیم کربید}} = \frac{۲۰}{۳۰} = \frac{۲}{۳}$$

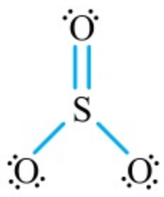
ب ساختار لوویس مولکول‌های SO_2 و SCO به صورت مقابل است:



همان‌طور که مشخص است، شمار الکترون‌های ناپیوندی در SO_2 برابر ۶ جفت و در SCO برابر ۴ جفت است.

پ) در مولکول‌های SCO، اتم‌های اکسیژن دارای بار جزئی منفی بوده و در حضور یک میدان الکتریکی، به طرف قطب مثبت جهت‌گیری می‌کنند.

ت) در هر مولکول SCO، همانند هر مولکول SO_3، چهار پیوند اشتراکی وجود دارد. ساختار لوویس SO_3 به صورت مقابل است:



۶۱۲- گزینه۲ در مولکول‌های هیدروژن سولفید (H_2S)، همانند مولکول‌های گوگرد دی‌اکسید (SO_2)، تعدادی الکترون ناپیوندی بر روی اتم مرکزی قرار گرفته‌اند و به همین خاطر مولکول‌های موردنظر ساختار خمیده دارند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) کلروفرم از مولکول‌های قطبی تشکیل شده است، با نزدیک‌کردن یک میلهٔ شیشه‌ای باردار به باریکهٔ مایعی از آن، باریکهٔ مایع توسط میله جذب می‌شود.

۳) در مولکول‌های H_2O، همانند مولکول‌های SO_2، خاصیت نافلزی اتم‌های اکسیژن از سایر اتم‌ها بیشتر است و به همین خاطر، در این مولکول‌ها اتم‌های اکسیژن دارای بار جزئی منفی $(\delta-)$ بوده و سر منفی مولکول را تشکیل می‌دهند.

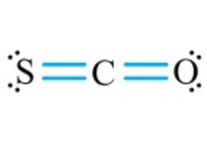
۴) چون مولکول‌های CO برخلاف مولکول‌های N_2 قطبی هستند، قدرت نیروهای بین مولکولی در یک نمونه از این ماده بیشتر از قدرت نیروهای بین مولکولی در یک نمونه از N_2 بوده و به همین خاطر، گاز CO در دمای بالاتر و شرایط راحت‌تری نسبت به گاز N_2 به مایع تبدیل می‌شود.

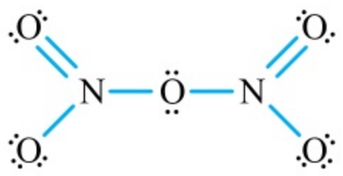
۶۱۳- گزینه۴ جرم مولی فلوئور $(38\ g.mol^{-1})$ نزدیک به جرم هیدروژن کلرید $(36/5\ g.mol^{-1})$ است اما چون گشتاور دوقطبی مولکول‌های این ماده کم‌تر از گشتاور دوقطبی مولکول‌های HCl است، پس قدرت نیروهای بین مولکولی در این ماده، ضعیف‌تر از قدرت نیروهای بین مولکولی در HCl است و این ماده در مقایسه با HCl دمای جوش پایین‌تری دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در کربن تتراکلرید، هر اتم کربن به چهار اتم Cl یکسان متصل شده و در الماس نیز هر اتم کربن به ۴ اتم C یکسان وصل شده است.

۲) ساختار لوویس مولکول‌های N_2O_5 و SCO به صورت مقابل است.





در هر مولکول N_2O_5، ۸ پیوند اشتراکی و در هر مولکول SCO، ۴ پیوند اشتراکی وجود دارد.

۳) در ساختار یخ، در اطراف هر اتم O، ۲ پیوند هیدروژنی و ۲ پیوند اشتراکی وجود دارد؛ پس به طور کلی تعداد این پیوندها در ساختار یخ با یکدیگر برابر است.

۶۱۴- گزینه۳ واکنش سوختن ساده‌ترین عضو خانوادهٔ آلکان‌ها (متان) و دومین عنصر خانوادهٔ آلکین‌ها (پروپین) به صورت زیر است:

$$CH_4(g)+2O_2(g) \rightarrow CO_2(g)+2H_2O(g) \qquad C_3H_4(g)+4O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g)+2H_2O(g)$$

جرم هر ماده را برابر با x گرم در نظر گرفته و شمار مول‌های فراوردهٔ حاصل از سوختن هر ماده را محاسبه می‌کنیم.

سوختن متان:

$$?\ mol\ H_2O = x\ g\ CH_4 \times \frac{1\ mol\ CH_4}{16\ g\ CH_4} \times \frac{2\ mol\ H_2O}{1\ mol\ CH_4} = \frac{x}{8}\ mol$$

$$?\ mol\ CO_2 = x\ g\ CH_4 \times \frac{1\ mol\ CH_4}{16\ g\ CH_4} \times \frac{1\ mol\ CO_2}{1\ mol\ CH_4} = \frac{x}{16}\ mol$$

سوختن پروپین:

$$?\ mol\ H_2O = x\ g\ C_3H_4 \times \frac{1\ mol\ C_3H_4}{40\ g\ C_3H_4} \times \frac{2\ mol\ H_2O}{1\ mol\ C_3H_4} = \frac{x}{20}\ mol$$

$$?\ mol\ CO_2 = x\ g\ C_3H_4 \times \frac{1\ mol\ C_3H_4}{40\ g\ C_3H_4} \times \frac{3\ mol\ CO_2}{1\ mol\ C_3H_4} = \frac{3x}{40}\ mol$$

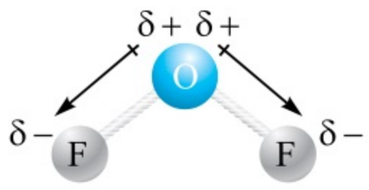
طی این فرایند، مجموعاً $\frac{7x}{40}$ مول آب و $\frac{11x}{80}$ مول کربن دی‌اکسید تولید شده است. از میان این فراورده‌ها، گشتاور دوقطبی آب بزرگ‌تر از صفر و گشتاور دوقطبی کربن دی‌اکسید برابر با صفر است؛ پس داریم:

$$\text{درصد } 56 = \frac{\frac{7x}{40}}{\frac{7x}{40}+\frac{11x}{80}} \times 100 = \frac{\text{شمار مول‌های آب تولیدشده}}{\text{شمار مول‌های فراوردهٔ تولیدشده}} \times 100 = \text{درصدی از فراورده‌ها که دارای } \mu > 0 \text{ هستند.}$$

۶۱۵- گزینه۳ عبارت‌های آ و ب درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ) برایند بردارهای الکتریکی در مولکول‌های OF_2 به صورت مقابل است:

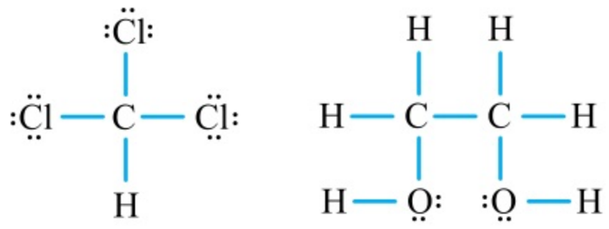


چون خاصیت نافلزی اتم‌های F بیشتر از خاصیت نافلزی اتم‌های O است، در مولکول‌های OF_2، اتم‌های فلوئور الکترون‌های پیوندی را به سمت خود جذب کرده و بار جزئی منفی پیدا می‌کنند؛ پس در نقشهٔ پتانسیل الکترواستاتیکی OF_2، اتم‌های F با رنگ قرمز نشان داده می‌شوند.

ب گشتاور دوقطبی مولکول‌های آب برخلاف مولکول‌های CCl_4، بزرگ‌تر از صفر بوده و این مولکول‌ها توسط یک میلهٔ باردار جذب می‌شوند.

پ در مولکول‌های آمونیاک، اتم‌های H شعاع کوچک‌تری در مقایسه با اتم N داشته و دارای بار جزئی مثبت $(\delta+)$ هستند.

ت ساختار لوویس کلروفرم و اتیلن گلیکول به صورت مقابل است:



در هر مولکول اتیلن گلیکول ۴ جفت و در هر مولکول کلروفرم نیز ۹ جفت‌الکترون ناپیوندی وجود دارد.

۶۱۶- گزینه ۳ در آند سلول مربوط به فرایند هال، اتم‌های C اکسایش یافته و گاز CO_2 تولید می‌شود. در رابطه با مولکول‌های CO_2، عبارت‌های آ، ب و پ درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ چون مولکول‌های کربن دی‌اکسید ناقطبی $(\mu = 0)$ هستند، در حضور یک میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا نمی‌کنند.

ب مولکول‌های CO_2، همانند مولکول‌های اتین (C_2H_2) و کربونیل سولفید (SCO) دارای ساختار خطی هستند.

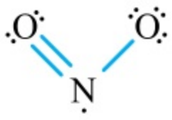
پ پروپان یک هیدروکربن با فرمول شیمیایی (C_3H_8) بوده و گشتاور دوقطبی مولکول‌های آن، مثل مولکول‌های CO_2، برابر با صفر است.

ت اتم مرکزی در مولکول‌های CO_2 (اتم کربن)، خصلت نافلزی کم‌تری نسبت به اتم‌های کناری موجود در این مولکول (اتم‌های اکسیژن) دارد.

۶۱۷- گزینه ۳ گاز مرداب، معادل با گاز متان (CH_4) است. این ماده از مولکول‌های ناقطبی تشکیل شده است اما از آن به عنوان گاز عمل‌آورنده در صنایع کشاورزی استفاده نمی‌شود. برای این منظور، از گاز اتن (C_2H_4) در صنایع کشاورزی استفاده می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

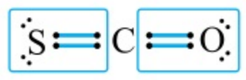
۱ ساختار لوویس مولکول‌های نیتروژن دی‌اکسید به صورت مقابل است:



از آن‌جا که این مولکول‌ها یک الکترون ناپیوندی بر روی اتم مرکزی خود دارند، گشتاور دوقطبی آن‌ها بزرگ‌تر از صفر بوده و در میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا می‌کنند.

۲ در مولکول‌های CH_4، اتم کربن دارای بار جزئی منفی بوده و در نقشهٔ پتانسیل الکترواستاتیکی با رنگ قرمز نشان داده می‌شود.

۴ عدد اکسایش اتم مرکزی در متان برابر -4 است. برای محاسبهٔ عدد اکسایش اتم مرکزی در کربونیل سولفید نیز به روش زیر عمل می‌کنیم:



$\Rightarrow$ عدد اکسایش اتم کربن $=$ تعداد الکترون‌های نسبت داده شده $-$ تعداد الکترون‌های ظرفیتی $= 4 - 0 = +4$

۶۱۸- گزینه ۲ مطابق با تصویر داده‌شده، اتم‌های X سر منفی مولکول‌های HX را تشکیل داده و در حضور میدان الکتریکی، به طرف صفحهٔ متصل به قطب مثبت جهت‌گیری پیدا کرده‌اند. بر این اساس، در نقشهٔ پتانسیل الکترواستاتیکی مولکول‌های HX، اتم X باید با رنگ قرمز نشان داده شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ چون در مولکول‌های HX، اتم‌های X دارای بار جزئی منفی هستند؛ پس خاصیت نافلزی این اتم‌ها بیشتر از خاصیت نافلزی اتم‌های H است.

۳ در مولکول‌های HX، همانند مولکول‌های آمونیاک، اتم‌های H دارای بار جزئی مثبت هستند.

۴ چون اتم‌های سازندهٔ مولکول HX یکسان نیستند، این مولکول‌ها ناجورهسته به شمار رفته و گشتاور دوقطبی آن‌ها بزرگ‌تر از صفر است. در مولکول‌های N_2O نیز چون اتم‌های کناری متفاوت از یکدیگر هستند، مقدار گشتاور دوقطبی بزرگ‌تر از صفر می‌شود.



۶۱۹- گزینه ۴ در قدم اول، باید حجم یک مول از گازهای موردنظر را در دمای $39\ ^\circ C$ و فشار ۱ اتمسفر به دست بیاوریم:

$$\frac{P_1.V_1}{T_1.n_1} = \frac{P_2.V_2}{T_2.n_2} \xrightarrow{\text{مقایسه با شرایط استاندارد}} \frac{1\times 22/4}{273\times 1} = \frac{1\times V_2}{(273+39)\times 1} \Rightarrow V_2 = 25/6\ L$$

بر این اساس، ۲۵/۶ لیتر از محلول گازی موردنظر، مجموعاً شامل یک مول از گازهای SO_2 و SO_3 می‌شود. به عبارت دیگر، اگر شمار مول‌های SO_2 موجود در $25/6\ L$ از این مخلوط گازی برابر با $x\ mol$ باشد، شمار مول‌های SO_3 موجود در آن برابر با $1-x$ مول می‌شود. با توجه به شمار مول‌های هر گاز، جرم گاز موردنظر را محاسبه می‌کنیم.

$$?\ g\ SO_2 = x\ mol\ SO_2 \times \frac{64\ g\ SO_2}{1\ mol\ SO_2} = 64x\ g$$

$$?\ g\ SO_3 = (1-x)\ mol\ SO_3 \times \frac{80\ g\ SO_3}{1\ mol\ SO_3} = 80-80x\ g$$

در مرحلهٔ بعد، جرم ۲۵/۶ لیتر از این مخلوط را محاسبه می‌کنیم و پس از آن، مقدار x را به دست می‌آوریم:

$$?\ g\ \text{مخلوط گازی} = 25/6\ L\ \text{مخلوط گازی} \times \frac{3\ g\ \text{مخلوط گازی}}{1\ L\ \text{مخلوط گازی}} = 76/8\ g$$

$$\text{جرم مخلوط گازی} = \text{جرم گاز } SO_2 + \text{جرم گاز } SO_3 \Rightarrow 76/8\ g = 64x\ g + (80-80x)\ g \Rightarrow x = 0/2\ mol$$

با توجه به مقدار x، نتیجه می‌گیریم که در یک نمونهٔ ۲۵/۶ لیتری از این مخلوط گازی، ۰/۲ مول گاز SO_2 و ۰/۸ مول گاز SO_3 وجود دارد. از میان مولکول‌های سازندهٔ این دو گاز، فقط مولکول‌های SO_2 در حضور میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا می‌کنند؛ پس می‌توان گفت ۲۰ درصد از مولکول‌های موجود در این مخلوط گازی در حضور یک میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا می‌کنند.

۶۲۰- گزینه ۱ فقط عبارت ب درست است.

بررسی چهار عبارت:

أ مولکول نشان داده شده، دارای ساختار خمیده است در حالی که اگر عناصر A و B به ترتیب متعلق به گروه‌های ۱۶ و ۱۴ باشند، ساختار مولکول A_2B به صورت خطی می‌شود.

ب با توجه به نقشهٔ پتانسیل الکترواستاتیکی نشان داده شده، اتم‌های A دارای بار جزئی مثبت بوده و در میدان الکتریکی به طرف قطب منفی جهت‌گیری می‌کنند.

پ در این مولکول، اتم A دارای بار جزئی مثبت $(+\delta)$ است در حالی که در مولکول کربونیل سولفید، اتم اکسیژن بار جزئی منفی $(-\delta)$ دارد.

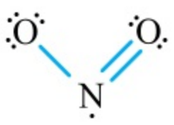
ت در نقشهٔ پتانسیل الکترواستاتیکی مولکول A_2B، اتم B با رنگ قرمز مشخص شده است؛ پس اتم B دارای بار جزئی منفی بوده و عدد اکسایش آن منفی است.

۶۲۱- گزینه ۲ هر اتم کربن دارای ۴ الکترون ظرفیتی است. در بلور گرافیت، ۲ مورد از این الکترون‌های ظرفیتی در تشکیل یک پیوند دوگانه و دو مورد از آن‌ها نیز در تشکیل دو پیوند یگانه مشارکت می‌کنند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ در بلور سیلیس، *اگه کلاً اتم‌های سیلیسیم رو بیخیال شیم*، مجموعه‌ای از اتم‌های اکسیژن باقی می‌ماند که در اطراف هر کدام از آن‌ها ۲ جفت‌الکترون پیوندی و ۲ جفت‌الکترون ناپیوندی قرار گرفته است؛ پس می‌توان گفت در بلور سیلیس، تعداد جفت‌الکترون‌های پیوندی با تعداد جفت‌الکترون‌های ناپیوندی برابر است.

۳ ساختار مولکول‌های نیتروژن دی‌اکسید، به صورت خمیده و مطابق با تصویر مقابل است.



با توجه به وجود یک الکترون ناپیوندی بر روی اتم مرکزی این مولکول‌ها، گشتاور دوقطبی آن‌ها بزرگ‌تر از صفر است.

۴ یخ خشک $(CO_2(s))$ از کنار هم قرارگرفتن مولکول‌های CO_2 تشکیل شده و در ساختار آن حلقه‌های شش‌گوشه وجود ندارد.

۶۲۲- گزینه ۱ فقط عبارت ب درست است.

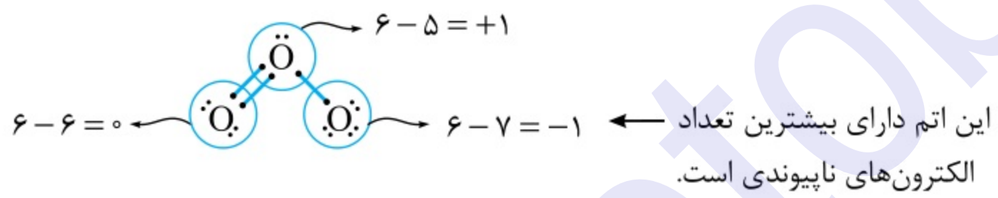
بررسی چهار عبارت:

أ در شرایط یکسان از نظر دما و فشار محیط، حجم یک مول گاز اکسیژن (O_2) با حجم یک مول گاز اوزون (O_3) برابر است، در حالی که جرم یک مول گاز O_3، ۱/۵ برابر جرم یک مول گاز O_2 است؛ پس چگالی (نسبت جرم به حجم) گاز اوزون ۱/۵ برابر چگالی گاز اکسیژن می‌شود.

ب در مولکول‌های دواتمی جورهسته، احتمال حضور جفت‌الکترون‌های پیوندی در فضای بین هستهٔ اتم‌ها بیشتر است.

پ مولکول‌های اوزون قطبی بوده و جرم آن‌ها از جرم مولکول‌های اکسیژن بیشتر است؛ پس قدرت نیروهای بین‌مولکولی در اوزون بیشتر از قدرت این نیروها در اکسیژن است و به همین خاطر، دمای جوش اوزون $(-112\ ^\circ C)$ بیشتر از دمای جوش اکسیژن $(-183\ ^\circ C)$ است.

ت عدد اکسایش اتم‌های اکسیژن در مولکول اوزون به صورت مقابل است.

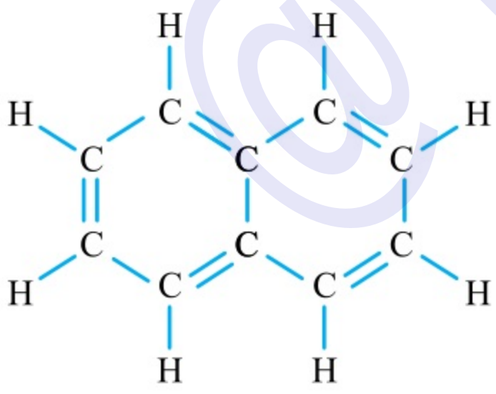


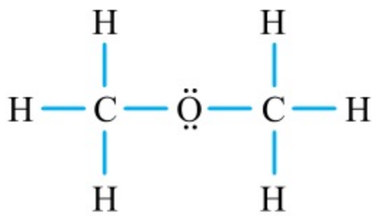
۶۲۳- گزینه ۳ دی‌متیل اتر (CH_3-O-CH_3)، یک ترکیب اتری است و از آن‌جا که هیچ اتم هیدروژن متصل به اکسیژنی در ساختار آن موجود نیست، امکان برقراری پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های این ماده وجود ندارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ دی‌متیل اتر از مولکول‌های قطبی تشکیل شده و در دمای اتاق به حالت مایع دیده می‌شود. علاوه بر دی‌متیل اتر، همهٔ آلکان‌هایی که شمار اتم‌های کربن موجود در ساختار آن‌ها بیشتر از چهار عدد است (مثل پنتان، هگزان و ...) در دمای اتاق به حالت مایع دیده می‌شوند.

۲ ساختار مولکول‌های نفتالن و دی‌متیل اتر به صورت مقابل است:





همان‌طور که مشخص است، در ساختار دی‌متیل اتر ۸ پیوند اشتراکی و در ساختار نفتالن ۲۴ پیوند اشتراکی وجود دارد.

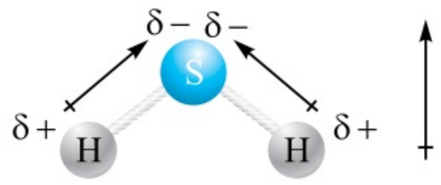
۴ دی‌متیل اتر از مولکول‌های قطبی تشکیل شده و توزیع بار الکتریکی در آن نامتقارن است.

۶۲۴- گزینه ۱ فقط عبارت (ث) درست است.

بررسی پنج عبارت:

أ گاز SO_3 یک اکسید اسیدی بوده و براساس معادلهٔ $SO_3(g) + H_2O(l) \rightarrow SO_4^{2-}(aq) + 2H^+(aq)$ با آب واکنش می‌دهد. همان‌طور که مشخص است، طی واکنش هر مول از این گاز با آب، ۳ مول یون در آب تولید می‌شود.

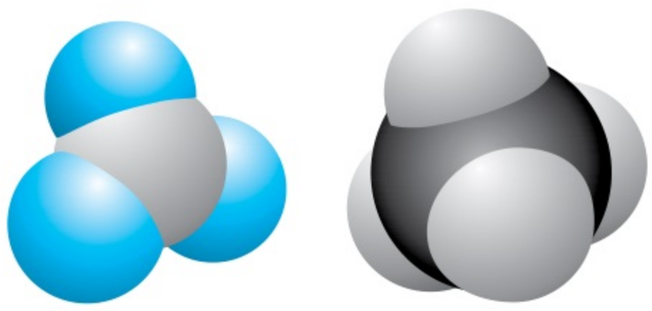
ب) گشتاور دوقطبی مولکول‌های SO_3 برابر با صفر است در حالی که گشتاور دوقطبی مولکول‌های H_2S بزرگ‌تر از صفر است. برایند بردارهای الکتریکی در مولکول H_2S به صورت مقابل است:



پ) در هر مولکول SO_3، ۴ پیوند اشتراکی و در هر مولکول SO_2 نیز ۳ پیوند اشتراکی وجود دارد.

ت) چون گشتاور دوقطبی مولکول‌های SO_3 برابر صفر است، این مولکول‌ها در حضور میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا نمی‌کنند.

ث) اتم‌های سازندهٔ مولکول‌های SO_3، بر روی یک صفحه قرار می‌گیرند. تصویر مقابل، مدل فضاپرکن مولکول‌های SO_3 را در مقایسه با مدل فضاپرکن مولکول‌های متان نشان می‌دهد.



۶۲۵- گزینهٔ ۱ عدد کوانتومی فرعی برای الکترون‌های موجود در زیرلایهٔ p برابر با ۱ است؛ پس آرایش الکترونی اتم‌های A و B به صورت زیر خواهد بود:

$_{16}B: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^4 \Rightarrow$ گوگرد

$_{8}A: 1s^2\ 2s^2\ 2p^4 \Rightarrow$ اکسیژن

بررسی چهار گزینه:

۱) گشتاور دوقطبی مولکول‌های SO_3 برابر با صفر است در حالی که گشتاور دوقطبی مولکول‌های O_3 بزرگ‌تر از صفر است.

۲) عناصر A و B در گروه ۱۶ جدول تناوبی جای دارند در حالی که عنصر $_{33}X$ متعلق به گروه ۱۵ جدول تناوبی است.

۳) مولکول‌های اکسیژن در حضور میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا نمی‌کنند اما مولکول‌های SO_2 در حضور میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا می‌کنند.

۴) بین عناصر $_{8}A$ و $_{16}B$، ۷ عنصر دیگر در جدول تناوبی عناصر وجود دارد.

۶۲۶- گزینهٔ ۲ جرم مولی اوره $(CO(NH_2)_2)$ برابر $60\ g.mol^{-1}$ و جرم مولی سیلیس (SiO_2) نیز برابر با $60\ g.mol^{-1}$ است؛ پس اگر نمونه‌هایی به جرم برابر از این مواد در اختیار داشته باشیم، شمار مول‌های آن‌ها نیز با هم برابر می‌شود. بر این اساس، عبارت‌های أ و ب درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ) با توجه به برابربودن شمار مول‌های اوره و سیلیس، شمار اتم‌های اکسیژن در نمونهٔ سیلیس دو برابر شمار اتم‌های این عنصر در نمونهٔ اوره است.

ب) سیلیس یک جامد کووالانسی و اوره یک جامد مولکولی است. به طور کلی، دمای جوش و ذوب جامدهای کووالانسی بیشتر از جامدهای مولکولی است.

پ) در هر مول سیلیس، ۸ مول الکترون ناپیوندی (هر اتم O در سیلیس دارای ۲ جفت (۴ عدد) الکترون ناپیوندی است و در هر مول سیلیس نیز ۲ مول اتم O وجود دارد) و در هر مول اوره نیز ۸ مول الکترون ناپیوندی (۴ مول الکترون ناپیوندی بر روی اتم‌های O و چهار مول الکترون ناپیوندی بر روی اتم‌های N) وجود دارد؛ پس می‌توان گفت شمار الکترون‌های ناپیوندی در نمونه‌هایی به جرم برابر از اوره و سیلیس، با هم برابر است.

ت) سیلیس یک جامد کووالانسی است و برای توصیف ویژگی‌های آن نمی‌توانیم از واژهٔ «نیروهای بین مولکولی» استفاده کنیم.

۶۲۷- گزینهٔ ۴ در مولکول‌های CH_2O، هیچ الکترون ناپیوندی بر روی اتم مرکزی (اتم C) وجود ندارد در حالی که در مولکول‌های PCl_3 یک جفت‌الکترون ناپیوندی روی اتم مرکزی (اتم P) قرار گرفته است؛ پس CH_2O برخلاف PCl_3 ساختار مسطح دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) چون پروپان همانند هگزان یک مادهٔ ناقطبی است، انحلال‌پذیری آن در هگزان بیشتر از آب (یک حلال قطبی) است.

۲) طی واکنش برقکافت آب، مولکول‌های H_2 و O_2 تولید می‌شوند. این مولکول‌ها دواتمی و جورهسته بوده و گشتاور دوقطبی آن‌ها همانند گشتاور دوقطبی مولکول‌های پروپان برابر صفر است.

۳) در نقشهٔ پتانسیل الکترواستاتیکی کربونیل سولفید (SCO)، اتمی که اندازهٔ کوچک‌تری دارد (اتم اکسیژن) با رنگ قرمز نشان داده می‌شود.

۶۲۸- گزینهٔ ۱ چون خاصیت نافلزی فلوئور بیشتر از خاصیت نافلزی کلر است، اتم F در مولکول HF در مقایسه با اتم Cl در مولکول HCl، الکترون‌های پیوندی را به مقدار بیشتری به سمت خود جذب می‌کند؛ پس اتم H در مولکول HF، بار جزئی مثبت $(\delta+)$ بیشتری در مقایسه با اتم H در مولکول HCl پیدا می‌کند. بر این اساس، شدت رنگ آبی H در نقشهٔ پتانسیل الکترواستاتیکی HF نیز بیشتر از شدت رنگ آبی اتم H در نقشهٔ پتانسیل HCl است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) چون در مولکول‌های HF اتم فلوئور به اتم هیدروژن متصل شده است، بین مولکول‌های HF در یک نمونه از این ماده، پیوند هیدروژنی برقرار می‌شود.

۳) مولکول‌های HCl و HF، ناجورهسته بوده و گشتاور دوقطبی آن‌ها بزرگ‌تر از صفر است. از میان این گازها، ثابت یونش HCl بیشتر از ثابت یونش HF است؛ پس HCl قدرت اسیدی بیشتری نسبت به HF دارد.

۴) چون بین مولکول‌های HF، برخلاف مولکول‌های HCl، امکان برقراری پیوند هیدروژنی وجود دارد، دمای جوش هیدروژن فلوئورید ($19\ ^\circ C$)، بیشتر از دمای جوش هیدروژن کلرید ($-85\ ^\circ C$) است.

۶۲۹- گزینه۳ عناصر نیتروژن (X)، اکسیژن (Y) و فلوئور (Z) سه عنصر متوالی از جدول تناوبی هستند که در دما و فشار اتاق به شکل مولکول‌های دواتمی جورهسته دیده می‌شوند.

بررسی چهار گزینه:

۱) مولکول XZ_3 معادل با NF_3 است. در این مولکول یک جفت‌الکترون ناپیوندی بر روی اتم مرکزی وجود دارد و به همین خاطر، مولکول‌های NF_3 برخلاف مولکول‌های SO_3 ساختار غیرمسطح پیدا می‌کنند.

۲) مولکول‌های YZ_2، معادل با OF_2 هستند. در مولکول‌های این ماده، عدد اکسایش اتم مرکزی (اتم O) مثبت است.

۳) ساختار لوویس مولکول‌های XYZ یا همون NOF به صورت مقابل است:



به خاطر وجود یک جفت‌الکترون ناپیوندی بر روی اتم مرکزی این مولکول، ساختار آن همانند ساختار H_2O خمیده است و یک نمونه از آن در حضور میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا می‌کند.

۴) مولکول XY معادل با NO است. ساختار لوویس مولکول‌های NO و CO به صورت مقابل است:



همان‌طور که مشخص است، در ساختار لوویس مولکول CO فقط یک پیوند سه‌گانه وجود دارد.

۶۳۰- گزینه۳ عبارت‌های آ، ب و پ درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

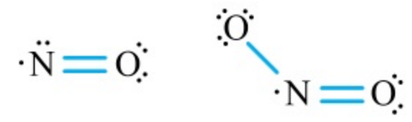
آ یکی از عوامل مؤثر بر آنتالپی پیوند، شعاع اتم‌های تشکیل‌دهندهٔ آن پیوند است. از آن‌جا که شعاع اتم‌های فلوئور در پیوند $H-F$ کوچک‌تر از شعاع اتم‌های برم در پیوند $H-Br$ است، پس $\Delta H(H-F)$ بیشتر از $\Delta H(H-Br)$ می‌شود.

ب چون جرم مولی مولکول‌های Br_2 بیشتر از مولکول‌های F_2 است، قدرت نیروهای وان‌درواالسی در یک نمونه از این ماده بیشتر از قدرت نیروهای وان‌درواالسی در F_2 است و به همین خاطر، برم در دمای اتاق به حالت مایع وجود دارد اما فلوئور در دمای اتاق به حالت گاز است.

پ مولکول‌های F_2 و Br_2 جورهسته هستند. در نقشهٔ پتانسیل الکتریکی این مولکول‌ها، فضای بین دو هسته با رنگ قرمز و انتهای مولکول با رنگ آبی نشان داده می‌شود.

ت چون خاصیت نافلزی فلوئور بیشتر از خاصیت نافلزی برم است، یک نمونهٔ خالص از این گاز در مقایسه با برم با شدت بیشتری با هیدروژن واکنش می‌دهد.

۶۳۱- گزینه۴ ساختار لوویس مولکول‌های NO و NO_2 به صورت مقابل است:



بررسی چهار گزینه:

۱) در مولکول‌های NO، همانند مولکول‌های NO_2، فقط یک پیوند دوگانه وجود دارد.

۲) در مولکول NO، ۷ الکترون ناپیوندی و در مولکول NO_2 نیز ۱۱ الکترون ناپیوندی وجود دارد.

۳) در ساختار مولکول‌های NO و همانند مولکول‌های NO_2، یک الکترون جفت‌نشده وجود دارد. این مولکول‌ها در دستهٔ رادیکال‌ها قرار داشته و به همین خاطر، پرانرژی و ناپایدار هستند و واکنش‌پذیری بالایی دارند.

۴) مولکول‌های NO، همانند مولکول‌های NO_2، قطبی هستند. و در حضور میدان الکتریکی، جهت‌گیری پیدا می‌کنند.

۶۳۲- گزینه۲ عبارت‌های آ و پ درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ اتم‌های قرارگرفته در اطراف اتم مرکزی مولکول AX_3 یکسان هستند؛ پس این مولکول‌ها فقط در شرایطی می‌توانند قطبی باشند که در اطراف اتم مرکزی آن‌ها تعدادی الکترون ناپیوندی وجود داشته باشد. در این حالت، ساختار مولکول موردنظر مشابه ساختار آمونیاک می‌شود.

ب ید یک مولکول دواتمی جورهسته است. در مولکول‌های دواتمی جورهسته، تراکم بار الکتریکی منفی در فضای بین هستهٔ اتم‌ها بیشتر از نقاط دیگر است.

پ فرمول مولکولی دی‌متیل اتر (CH_3-O-CH_3) مشابه فرمول مولکولی اتانول (C_2H_5OH) است؛ پس این دو ترکیب نسبت به هم ایزومر هستند و در دستهٔ مواد قطبی قرار می‌گیرند.

ت در مولکول‌های NH_3، اتم مرکزی دارای بار جزئی منفی ($\delta-$) است اما در SCl_2 چون اتم‌های کناری خاصیت نافلزی بیشتری نسبت به اتم مرکزی (اتم S) دارند، اتم مرکزی دارای بار جزئی مثبت ($\delta+$) بوده احتمال حضور الکترون‌های پیوندی در اطراف هستهٔ اتم‌های Cl بیشتر است.

۶۳۳- گزینه۴ در محلول آبی سدیم کلرید، مولکول‌های آب از سمت سر منفی خود (از سمت اتم‌های O) به طرف یون‌های Na^+ و از سمت سر مثبت خود (از سمت اتم‌های هیدروژن) به سمت یون‌های کلرید جذب می‌شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) آرایش الکترونی کاتیون‌ها (Na^+) و آنیون‌ها (Cl^-) در بلور سدیم کلرید به صورت زیر است:

$_{11}Na^+ : 1s^2\ 2s^2\ 2p^6 \Rightarrow$ مشابه آرایش الکترونی $_{10}Ne$

$_{17}Cl^- : 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6 \Rightarrow$ مشابه آرایش الکترونی $_{18}Ar$

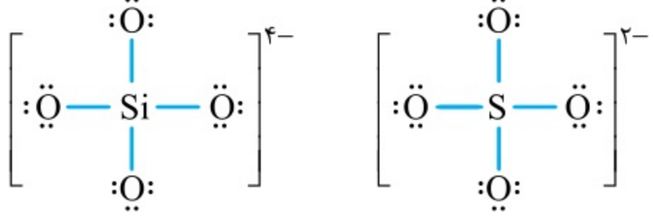
۲ در محلول یک مولار سدیم کلرید، مجموع غلظت یون‌های ایجادشده برابر با $2\ mol.L^{-1}$ است در حالی که هیدروفلوئوریک اسید یک اسید ضعیف است و مجموع غلظت مولی یون‌ها در محلول یک مولار آن کم‌تر از $2\ mol.L^{-1}$ است. با توجه به کم‌تربودن غلظت مولی یون‌ها در محلول هیدروفلوئوریک اسید، رسانایی الکتریکی این محلول کم‌تر از محلول سدیم کلرید است.

۳ در ترکیب‌های یونی، فاصلهٔ میان یون‌های ناهم‌نام کم‌تر از یون‌های هم‌نام است و به همین خاطر، قدرت نیروهای جاذبهٔ میان یون‌های ناهم‌نام در این ترکیب‌ها بیشتر از قدرت دافعهٔ میان یون‌های هم‌نام است.

۶۳۴- گزینه ۱ فقط عبارت أ درست است.

بررسی چهار عبارت:

أ ساختار لوویس یون‌های سیلیکات (SiO_4^{4-}) و سولفات (SO_4^{2-}) به صورت مقابل است:



ب نسبت میان عدد کوئوردیناسیون آنیون‌ها به عدد کوئوردیناسیون کاتیون‌ها در بلور ترکیب‌های یونی، به بار یون‌های سازندهٔ این ترکیب‌ها بستگی دارد. به عنوان مثال، عدد کوئوردیناسیون یون کلسیم در بلور کلسیم کلرید $(CaCl_2)$، دو برابر عدد کوئوردیناسیون یون کلرید است.

پ در بلور ترکیب‌های یونی، آنیون‌ها و کاتیون‌ها در سر جای خود ثابت هستند و به همین خاطر، بلور جامد ترکیب‌های یونی جریان برق را عبور نمی‌دهد.

ت همهٔ ترکیب‌های یونی، همانند همهٔ مواد کووالانسی، در دما و فشار اتاق به حالت جامد وجود دارند.

۶۳۵- گزینه ۲ فرایند اکسایش اتم‌های سدیم در واکنش تولید NaCl به صورت زیر است:

$$_{11}Na: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1 \xrightarrow{\text{اکسایش}} {}_{11}Na^+: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6$$

همان‌طور که مشخص است، طی این فرایند یک الکترون از لایهٔ ۳s با عدد کوانتومی فرعی (l) صفر از آرایش الکترونی سدیم خارج شده است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ در بلور منیزیم سیلیکات (Mg_2SiO_4)، همانند بلور سدیم سولفید (Na_2S)، شمار کاتیون‌ها دو برابر شمار آنیون‌ها است.

۳ در بلور سدیم کلرید، عدد کوئوردیناسیون یون‌های کلرید، همانند عدد کوئوردیناسیون یون‌های سدیم، برابر ۶ است.

۴ آلومینیم نیترید، یک ترکیب یونی دوتایی است که از اجتماع یون‌های تک‌اتمی Al^{3+} و N^{3-} تشکیل شده و در ساختار آن پیوند اشتراکی وجود ندارد در حالی که آنیون‌های سازندهٔ کلسیم فسفات در دستهٔ یون‌های چنداتمی قرار داشته و در ساختار آن‌ها پیوند اشتراکی وجود دارد.

۶۳۶- گزینه ۲ عبارت‌های ب و پ درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

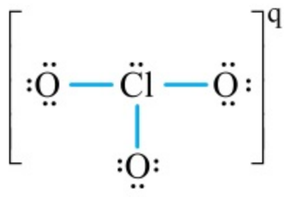
أ سیلیسیم دی‌اکسید، یک نوع جامد کووالانسی است. این گروه از مواد، مقاومت گرمایی بالایی داشته و دیرگداز هستند.

ب فسفر تری‌کلرید (PCl_3) دارای یک جفت‌الکترون ناپیوندی بر روی اتم مرکزی خود بوده و ساختار غیرمسطح دارد؛ در حالی که ساختار SO_3 مسطح است.

پ Si و O، فراوان‌ترین عناصر موجود در پوستهٔ زمین بوده و ترکیب‌های گوناگون حاصل از آن‌ها بیش از ۹۰٪ از پوستهٔ جامد زمین را تشکیل می‌دهند.

ت نور و گرمای زیاد آزادشده در واکنش میان فلز سدیم و گاز کلر، نشان می‌دهد که این واکنش شیمیایی بسیار گرماده است.

۶۳۷- گزینه ۲ برای محاسبهٔ بار الکتریکی این یون چنداتمی، به روش زیر عمل می‌کنیم:



$$\xrightarrow{\text{محاسبهٔ بار}} \text{بار یون } (q) = (3\times 6 + 7) - (3\times 1 + 20) = -1$$

بررسی چهار گزینه:

۱ بار الکتریکی یون‌های چنداتمی متعلق به اتم خاصی نیست و میان همهٔ اتم‌های سازندهٔ آن یون به اشتراک گذاشته می‌شود.

۲ فرمول شیمیایی کلسیم کلرات به صورت $Ca(ClO_3)_2$ بوده و شمار اتم‌های O در واحد فرمولی آن ۱/۵ برابر شمار اتم‌های O در واحد فرمولی سدیم فسفات Na_3PO_4 است.

۳ در یون کلرات ۱۰ جفت‌الکترون ناپیوندی وجود دارد در حالی که در ساختار مولکول‌های SO_2، ۶ جفت‌الکترون ناپیوندی وجود دارد.

۴ نسبت شمار اتم‌ها به شمار عناصر در واحد فرمولی منیزیم کلرات $Mg(ClO_3)_2$ برابر با ۳ است در حالی که مقدار این نسبت در واحد فرمولی آمونیوم سولفید $((NH_4)_2S)$ برابر $\frac{11}{3}$ است.

۶۳۸- گزینه ۳ عبارت‌های پ و ت نادرست هستند.

بررسی چهار عبارت:

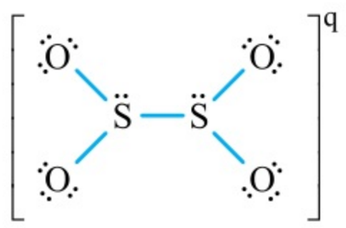
أ واحد فرمولی آمونیوم سیلیکات به صورت $(NH_4)_4SiO_4$ بوده (واحد فرمولی این ماده شامل ۲۵ اتم می‌شود) و واحد فرمولی منیزیم نیترید به صورت Mg_3N_2 (واحد فرمولی این ماده شامل ۵ اتم می‌شود) است.

ب سدیم کلرید یک جامد یونی و سیلیسیم کربید یک جامد کووالانسی است. برای توصیف این گروه از مواد، از واژهٔ «فرمول مولکولی» نمی‌توان استفاده کرد.

پ کاتیون‌های حاصل از برخی از فلزهای اصلی مثل لیتیم، سرب و قلع، از قاعدهٔ هشت‌تایی پیروی نمی‌کنند.

ت هر چند که محلول سدیم کلرید رسانای جریان الکتریسیته است، اما از برقکافت این محلول نمی‌توان برای به دست آوردن فلز سدیم استفاده کرد؛ چرا که سدیم یک فلز فعال با E° بسیار کوچک است و در هنگام برقکافت محلول سدیم کلرید، مولکول‌های H_2O به جای یون‌های Na^+ کاهش پیدا می‌کنند.

۶۳۹- گزینهٔ ۴ در قدم اول، بار یون دی‌تیونات را به دست می‌آوریم.



$$\xrightarrow{\text{محاسبهٔ بار}} \text{بار یون}\,(q) = (۴\times۶ + ۲\times۶) - (۵\times۲ + ۲۸) = -۲$$

با توجه به بار این یون، فرمول شیمیایی مس (II) دی‌تیونات به صورت CuS_2O_4 می‌شود. در مرحلهٔ بعد، درصد جرمی اتم‌های مس را در این ترکیب یونی محاسبه می‌کنیم.

$$\text{درصد جرمی مس} = \frac{\text{جرم مولی مس}\times۱}{\text{جرم مولی مس (II) دی‌تیونات}}\times۱۰۰ = \frac{۶۴}{۱۹۲}\times۱۰۰ = ۳۳/۳$$

در مرحلهٔ آخر، عدد اکسایش اتم‌های گوگرد را در ساختار این یون محاسبه می‌کنیم.

$$S_2O_4^{2-} : -۲ = ۲x + ۴\times(-۲) \Rightarrow x = +۳$$

۶۴۰- گزینهٔ ۲ آرایش الکترونی کاتیون موجود در ساختار کلسیم کلرید به صورت زیر است:

$$_{۲۰}Ca^{2+} : ۱s^۲\ ۲s^۲\ ۲p^۶\ ۳s^۲\ ۳p^۶ \Rightarrow p$$ مجموعاً دارای ۱۲ الکترون در زیرلایه‌های

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ با استفاده از آزمون شعله، فقط می‌توانیم نوع کاتیون‌های فلزی موجود در ساختار یک ترکیب یونی را شناسایی کنیم.

۳ با توجه به فرمول شیمیایی کلسیم کلرید $(CaCl_2)$، عدد کوئوردیناسیون کاتیون‌ها در این ترکیب، ۲ برابر عدد کوئوردیناسیون آنیون‌ها در آن است.

۴ نسبت میان شمار آنیون‌ها به کاتیون‌ها در بلور کلسیم کلرید برابر ۲ است؛ در حالی که مقدار این نسبت برای اسکاندیم فسفات $(ScPO_4)$ برابر با ۱ است.

۶۴۱- گزینهٔ ۲ عبارت‌های آ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ بلور جامدهای یونی شامل آنیون‌ها و کاتیون‌ها می‌شود. با توجه به ثابت‌بودن موقعیت این یون‌ها در بلور، جامدهای یونی در حالت جامد رسانا نیستند.

ب فلزهای قلیایی متعلق به گروه اول جدول تناوبی هستند. از میان این عناصر، اتم‌های لیتیم در زمان تبدیل‌شدن به یون Li^+ به آرایش هشت‌تایی نمی‌رسند.

پ از آزمون شعله برای تشخیص نوع کاتیون‌های موجود در برخی از جامدهای یونی مثل آمونیوم سولفات نمی‌توانیم استفاده کنیم.

ت با واردشدن ضربه به بلور ترکیب‌های یونی، یون‌های موجود در آن‌ها جابه‌جا شده و بلور موردنظر به خاطر دافعهٔ ایجادشده، خرد می‌شود.

۶۴۲- گزینهٔ ۱ آرایش الکترونی عناصر A، B و C به این صورت است:

$$_{۳۵}A : ۱s^۲\ ۲s^۲\ ۲p^۶\ ۳s^۲\ ۳p^۶\ ۳d^{۱۰}\ ۴s^۲\ ۴p^۵$$

$$_{۱۳}B : ۱s^۲\ ۲s^۲\ ۲p^۶\ ۳s^۲\ ۳p^۱$$

$$_{۱۶}C : ۱s^۲\ ۲s^۲\ ۲p^۶\ ۳s^۲\ ۳p^۴$$

عناصر B و C براساس معادلهٔ مقابل با هم واکنش می‌دهند:

$$۳C + ۲B \rightarrow ۳C^{۲-} + ۲B^{۳+} \rightarrow B_2C_۳$$

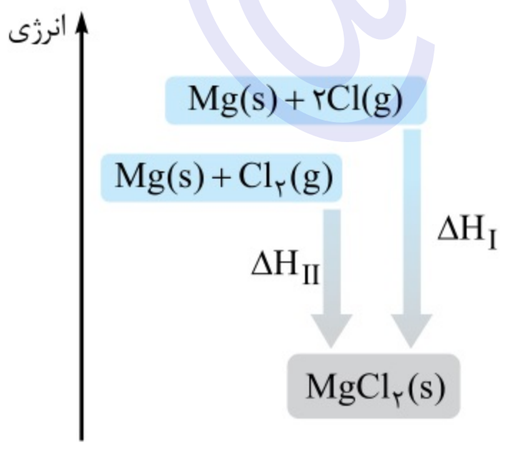
واکنش میان اتم‌های A با اسکاندیم نیز به صورت مقابل است:

$$Sc + ۳A \rightarrow Sc^{۳+} + ۳A^- \rightarrow ScA_۳$$

همان‌طور که مشخص است، برای تشکیل یک مول $ScA_۳$، ۳ مول الکترون بین اتم‌های عناصر اسکاندیم و A مبادله می‌شود.

۶۴۳- گزینهٔ ۲ عبارت‌های پ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:



آ کلر مصرف‌شده در واکنش I به صورت اتم‌های مجزا است در حالی که کلر مصرف‌شده در واکنش II به صورت مولکول‌های دواتمی است؛ پس می‌توان گفت سطح انرژی واکنش‌دهنده‌های معادلهٔ I به اندازهٔ $\Delta H(Cl-Cl)$ بالاتر از سطح انرژی واکنش‌دهنده‌های معادلهٔ II است. از طرفی، هر دو واکنش نوشته‌شده گرماده هستند؛ پس معادله‌ای که واکنش‌دهنده‌های مصرف‌شده در آن سطح انرژی بالاتری داشته باشند، ΔH منفی‌تری دارد. نمودار مقابل، مربوط به سطح انرژی مواد شرکت‌کننده در این واکنش‌ها است.

ب با انجام‌شدن واکنش I، اتم‌های منیزیم اکسایش یافته و شعاع آن‌ها کم‌تر می‌شود در حالی که اتم‌های کلر کاهش یافته و شعاع آن‌ها بیشتر می‌شود.

پ منیزیم کلرید یک ترکیب یونی است که در حالت جامد شکننده بوده و توانایی انتقال جریان الکتریسیته را ندارد.

ت فراوردهٔ حاصل از واکنش II، یک ترکیب یونی است. برای توصیف ویژگی‌های یک ترکیب یونی، برخلاف مواد مولکولی (مثل کلر)، نمی‌توانیم از واژهٔ «مولکول» استفاده کنیم.

۶۴۴- گزینهٔ ۴ برم براساس معادلهٔ مقابل با فلزهای گروه دوم واکنش می‌دهد:

$$X(s) + Br_2(g) \rightarrow XBr_2(s)$$

در رابطه با ترکیب یونی حاصل از این واکنش، داریم:

$$\text{درصد جرمی برم } XBr_2 = \frac{\text{۲× جرم مولی برم}}{\text{جرم مولی } XBr_2} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۸۰ = \frac{۲ \times ۸۰}{x} \times ۱۰۰ \Rightarrow \text{جرم مولی } XBr_2 = ۲۰۰\ g.mol^{-1}$$

این ترکیب یونی براساس معادلهٔ مقابل برقکافت می‌شود:

$$XBr_2(l) \rightarrow X(l) + Br_2(g)$$

مطابق معادلهٔ داده‌شده، از برقکافت هر مول XBr_2، یک مول بخار برم تولید می‌شود؛ پس باید حجم این مقدار $Br_2(g)$ را در شرایط موردنظر محاسبه کنیم.

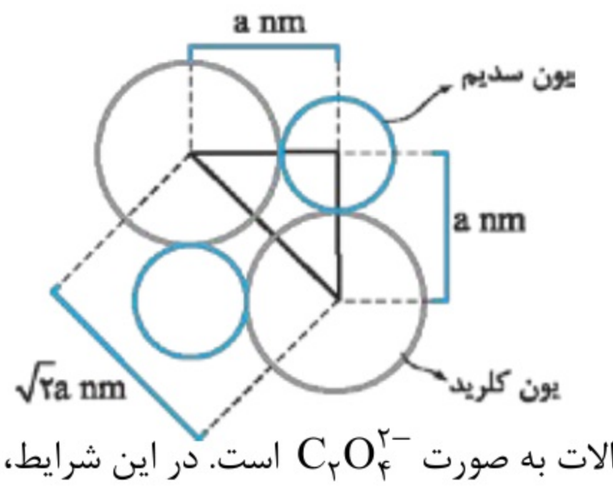
$$\frac{P_1.V_1}{T_1.n_1} = \frac{P_2.V_2}{T_2.n_2} \xrightarrow{\text{مقایسه با شرایط STP}} \frac{۱ \times ۲۲/۴}{۲۷۳ \times ۱} = \frac{۱ \times V_2}{(۲۷۳+۱۱۷) \times ۱} \Rightarrow V_2 = ۳۲\ L$$

طی این فرایند، بخار برم بر اثر اکسایش یون‌های برمید (Br^-) در آند سلول الکترولیتی تولید می‌شود.

۶۴۵- گزینهٔ ۲ سدیم کلرید در دستهٔ ترکیب‌های یونی قرار دارد. این ماده، همانند یک نمونهٔ خالص از سیلیسیم، چکش‌خوار نبوده و بر اثر ضربهٔ چکش خرد می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ تصویر مقابل، یک مقطع از شبکهٔ بلوری سدیم کلرید را نشان می‌دهد.



همان‌طور که مشخص است، حداقل فاصلهٔ میان هستهٔ یون‌های هم‌نام موجود در بلور این ماده، $\sqrt{۲}$ برابر حداقل فاصلهٔ میان یون‌های ناهم‌نام موجود در آن است.

۳ از عبارت (شبکهٔ بلوری) برای توصیف آرایش منظم و سه‌بعدی یون‌ها در بلور ترکیب‌های یونی و جامدهای فلزی، اتم‌ها در بلور ترکیب‌های کووالانسی و مولکول‌ها در بلور جامدهای مولکولی (مثل یخ) استفاده می‌شود.

۴ با توجه به فرمول شیمیایی روبیدیم اگزالات و بار یون‌های روبیدیم، پی می‌بریم که فرمول شیمیایی یون اگزالات به صورت $C_2O_4^{2-}$ است. در این شرایط، فرمول شیمیایی روی اگزالات به صورت ZnC_2O_4 می‌شود.

۶۴۶- گزینهٔ ۱ فقط عبارت ب نادرست است.

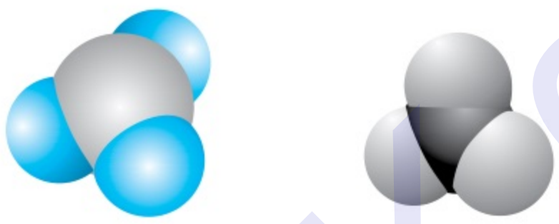
بررسی چهار عبارت:

ا فرمول شیمیایی یون استات به صورت CH_3COO^- و فرمول شیمیایی کلسیم استات به صورت $Ca(CH_3COO)_2$ است. در واحد فرمولی این ترکیب، ۱۵ اتم وجود دارد که این مقدار، ۳ برابر تعداد اتم‌های موجود در واحد فرمولی کلسیم نیترید (Ca_3N_2) است.

ب ترکیب‌های یونی دارای آرایش سه‌بعدی و منظم در شبکهٔ بلور خود هستند. برخی از این مواد، مثل منیزیم کلرید، محلول در آب و سایر حلال‌های قطبی هستند، در حالی که برخی از آن‌ها، مثل منیزیم هیدروکسید، در آب و سایر حلال‌های قطبی نامحلول هستند.

پ ترکیب‌های مولکولی تنوع بیشتری نسبت به ترکیب‌های یونی و ترکیب‌های یونی نیز تنوع بیشتری نسبت به ترکیب‌های کووالانسی دارند.

ت مدل فضاپرکن یون نیترات و مولکول SO_3 به صورت مقابل است:



یون نیترات مولکول گوگرد تری‌اکسید

همان‌طور که مشخص است، در این دو گونهٔ شیمیایی، همهٔ اتم‌ها بر روی یک صفحه قرار دارند.

۶۴۷- گزینهٔ ۲ با توجه به بار الکتریکی یون استرانسیم (Sr^{2+})، فرمول شیمیایی یون سولفیت به صورت SO_3^{2-} می‌شود. در این شرایط، فرمول شیمیایی آلومینیم سولفیت به صورت $Al_2(SO_3)_3$ بوده و در هر واحد فرمولی این ترکیب، ۱۴ اتم وجود دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ محلول آبی منیزیم کلرید، همانند یک نمونهٔ مذاب از منیزیم کلرید، رسانای جریان الکتریسیته است.

۳ در بلور منیزیم فلوئورید (MgF_2)، آنیون‌ها ($_9F^-$) همانند کاتیون‌ها ($_{12}Mg^{2+}$) دارای ۱۰ الکترون هستند و آرایش الکترونی مشابهی دارند. در نقطهٔ مقابل، در بلور سدیم کلرید ($NaCl$)، در آرایش الکترونی آنیون‌ها ($_{17}Cl^-$) یک لایهٔ الکترونی بیشتر از آرایش الکترونی کاتیون‌ها ($_{11}Na^+$) وجود دارد.

۴ در بلور سیلیس (SiO_2)، شمار اتم‌های اکسیژن ۲ برابر شمار اتم‌های سیلیسیم است. در بلور منیزیم کلرید نیز شمار یون‌های Cl^-، ۲ برابر شمار یون‌های Mg^{2+} است.

۶۴۸- گزینهٔ ۲ عبارت‌های ا و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

ا آرایش آنیون‌ها (Cl^-) و کاتیون‌ها (Zn^{2+}) در بلور روی کلرید ($ZnCl_2$) به این صورت است:

$$_{30}Zn^{2+}: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}$$

$$_{17}Cl^-: 1s^2\ 2s^2\ 2p^3\ 3s^2\ 3p^6$$

همان‌طور که مشخص است، آرایش الکترونی یون کلرید، همانند یون روی، به یک زیرلایه با عدد کوانتومی اصلی (n) ۳ ختم می‌شود.

ب اگر جرم مولی مس برابر با a و جرم مولی گوگرد برابر با b گرم بر مول باشد، داریم:

$$\left.\begin{array}{l} \text{درصد جرمی مس (I) سولفید } (Cu_2S) = \dfrac{\text{جرم مولی مس} \times 2}{\text{جرم مولی مس (I) سولفید}} \times 100 \Rightarrow X = \dfrac{2a}{2a+b} \\ \text{درصد جرمی مس در مس (II) سولفید } (CuS) = \dfrac{\text{جرم مولی مس} \times 1}{\text{جرم مولی مس (II) سولفید}} \times 100 \Rightarrow Y = \dfrac{a}{a+b} \end{array}\right\} \Rightarrow$$

مقدار X کم‌تر از ۲ برابر مقدار Y است.

پ در فراوردهٔ نهایی مربوط به خوردگی آهن ($Fe(OH)_3$)، شمار آنیون‌ها ۳ برابر شمار کاتیون‌ها است.

ت عدد کوئوردیناسیون یون سدیم ($_{11}Na^+$) در بلور سدیم کلرید، برابر ۶ بوده که این مقدار با شمار الکترون‌هایی با $l=1$ در آرایش الکترونی این یون برابر است.

۶۴۹- گزینه۳ مواد کووالانسی در دمای اتاق به حالت جامد بوده و اغلب آن‌ها توانایی عبوردادن جریان الکتریسیته را ندارند. در نقطهٔ مقابل، برخی از مواد مولکولی مثل ید نیز در دمای اتاق به حالت جامد هستند و این گروه از مواد نیز توانایی عبوردادن جریان الکتریسیته را ندارند. ترکیب‌های یونی نیز در دمای اتاق به حالت جامد هستند و این گروه از مواد نیز در حالت جامد رسانایی الکتریکی ندارند.

بررسی چهار گزینه:

۱ اگر مادهٔ A معادل با یک مادهٔ مولکولی مثل ید باشد، برای توصیف آن می‌توان از واژه‌های شیمیایی رایج مثل فرمولی مولکولی استفاده کرد.

۲ اگر مادهٔ A نرم باشد و رد سیاه‌رنگ بر روی کاغذ ایجاد کند، این ماده را می‌توانیم معادل با گرافیت در نظر بگیریم. گرافیت و الماس، دو دگرشکل (آلوتروپ) از کربن هستند که در دستهٔ جامدهای کووالانسی قرار می‌گیرند.

۳ اگر مادهٔ A در حالت مذاب رسانای جریان الکتریسیته باشد، می‌توانیم آن را معادل با یک ترکیب یونی مثل سدیم کلرید در نظر بگیریم.

۴ جامدهای یونی و جامدهای کووالانسی در حالت جامد دارای ساختاری شکننده هستند. اگر این ماده معادل با یک ترکیب یونی مثل سدیم کلرید باشد، بین اتم‌های آن پیوند اشتراکی وجود نخواهد داشت.

۶۵۰- گزینه۳ در یک گروه، از جدول تناوبی، با حرکت از بالا به پایین، شمار لایه‌های الکترونی افزایش یافته و شعاع یونی عناصر بیشتر می‌شود.

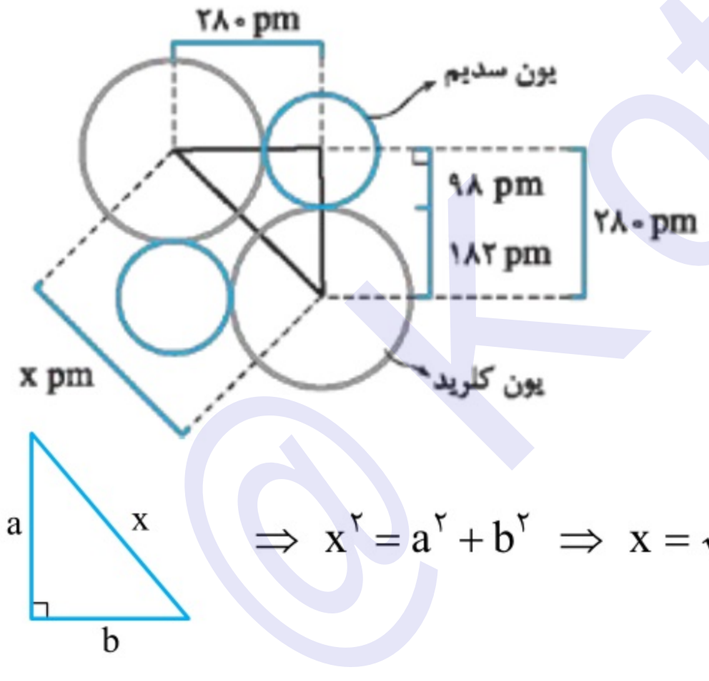
بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ در یک تناوب از جدول دوره‌ای، با حرکت از چپ به راست، نیروی جاذبهٔ هسته بر الکترون‌ها شدیدتر شده و شعاع اتمی عناصر کاهش پیدا می‌کند.

۲ کاتیون‌های Al^{3+}، Mg^{2+} و Na^+، تعداد الکترون‌های برابری دارند اما تعداد پروتون‌های موجود در هستهٔ این یون‌ها با هم برابر نیست. چون یون Al^{3+} تعداد پروتون‌های بیشتری در هستهٔ خود دارد، شعاع یونی آن در مقایسه با شعاع یونی Mg^{2+} و Na^+ کم‌تر می‌شود.

۴ در بلور سدیم کلرید، قدرمطلق بار یون‌های Na^+ با قدرمطلق بار یون‌های Cl^- برابر است. از آن‌جا که شعاع یون‌های Cl^- بیشتر از شعاع یون‌های Na^+ است، پس می‌توان گفت چگالی بار یون Na^+ بیشتر از چگالی بار یون Cl^- است.

۶۵۱- گزینه۲ تصویر مقابل، نمایی از ساختار ذره‌ای بلور سدیم کلرید را نشان می‌دهد:



با توجه به این تصویر، حداقل فاصلهٔ میان هستهٔ یک یون کلرید با هستهٔ یون‌های سدیمی که در مجاور آن قرار دارند، برابر با ۲۸۰ pm می‌شود. از طرف مقابل، اگر هستهٔ این یون‌ها را مطابق با تصویر نشان داده شده به یکدیگر وصل کنیم، یک مثلث قائم‌الزاویه ایجاد می‌شود که طول قطر آن معادل با حداقل فاصلهٔ میان یون‌های کلرید در بلور سدیم کلرید است.

پس داریم:



$$\Rightarrow x^2 = a^2 + b^2 \Rightarrow x = \sqrt{a^2+b^2} \xrightarrow{a=b=280\ pm} x = \sqrt{280^2+280^2} \Rightarrow x = \sqrt{2} \times 280 \simeq 395\ pm$$

۶۵۲- گزینه۳ عبارت‌های ب، پ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ در بلور پتاسیم کلرید، قدرمطلق بار آنیون‌ها و کاتیون‌ها با هم برابر است اما چون یون $_{19}Ka^+$ نسبت به یون $_{17}Cl^-$ شمار پروتون‌های بیشتری در هستهٔ خود دارد، پس شعاع این یون نسبت به یون Cl^- کوچک‌تر شده و چگالی بار آن بیشتر از چگالی بار یون Cl^- می‌شود. در بلور منیزیم سولفید نیز قدرمطلق بار آنیون‌ها و کاتیون‌ها با یکدیگر برابر است اما چون شعاع یون $_{12}Mg^{2+}$ کم‌تر از شعاع یون $_{16}S^{2-}$ است، پس می‌توان گفت در این ترکیب نیز چگالی بار کاتیون‌ها (یون‌های Mg^{2+}) بیشتر از چگالی بار آنیون‌ها است.

ب مجموع غلظت مولی یون‌ها در محلول یک مولار KCl برابر با $2\ mol.L^{-1}$ و در محلول یک مولار کلسیم کلرید ($CaCl_2$) برابر با $3\ mol.L^{-1}$ است؛ پس رسانایی الکتریکی محلول کلسیم کلرید بیشتر از محلول پتاسیم کلرید خواهد بود.

پ آرایش الکترونی یون‌های پتاسیم و کلرید به صورت مقابل است: $_{17}Cl^-: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$ $_{19}K^+: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$

ت پتاسیم کلرید یک ترکیب یونی دوتایی است که از واکنش میان یک فلز (پتاسیم) و یک نافلز (کلر) تولید می‌شود.

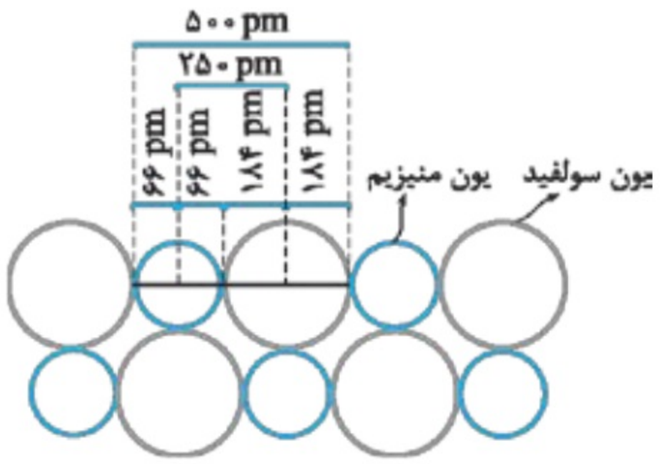
۶۵۳- گزینه ۳ برای بررسی رابطهٔ میان چگالی بار یون‌ها با بار الکتریکی (q) و شعاع (r) آن‌ها، به روش زیر عمل می‌کنیم:

$$\text{چگالی بار یون} = \frac{\text{بار الکتریکی الکترون} \times |q|}{\frac{۴}{۳} \times \pi \times r^۳} \Rightarrow \text{چگالی بار یون} \propto \frac{|q|}{r^۳}$$

بر این اساس، چگالی بار یون‌ها با مقدار q رابطهٔ مستقیم و با مقدار $r^۳$، رابطهٔ وارونه دارد؛ پس داریم:

$$\frac{\text{چگالی بار یون منیزیم}}{\text{چگالی بار یون سولفید}} = \frac{|\text{بار یون منیزیم}| \times (\text{شعاع یون سولفید})^۳}{|\text{بار یون سولفید}| \times (\text{شعاع یون منیزیم})^۳} \Rightarrow \frac{\text{چگالی بار یون منیزیم}}{\text{چگالی بار یون سولفید}} = \frac{۲ \times (۶۶)^۳}{۲ \times (۱۸۴)^۳} \simeq (۲/۸)^۳ \simeq ۲۱/۶$$

تصویر مقابل، نمایی از یک قطعهٔ بلور منیزیم سولفید را نشان می‌دهد:



براساس این تصویر، فاصلهٔ میان هسته‌های یک یون $Mg^{۲+}$ و یک یون $S^{۲-}$ مجاور برابر با ۲۵۰ pm است؛ پس هنگامی که یون‌های $Mg^{۲+}$ و $S^{۲-}$ در ساختار بلور منیزیم سولفید قرار می‌گیرند، طول اشغال‌شده توسط یک زوج یون $Mg^{۲+}$ و $S^{۲-}$ برابر با ۵۰۰ pm می‌شود.

با توجه به طول اشغال‌شده توسط یون‌های $Mg^{۲+}$ و $S^{۲-}$، شمار یون‌هایی را که در طول اضلاع یک بلور منیزیم سولفید با ابعاد $۱\,cm \times ۱\,cm \times ۱\,cm$ قرار می‌گیرند را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{تعداد یون در هر سانتی‌متر ؟} = ۱\,\text{cm طول} \times \frac{۱۰^{۱۰}\,\text{pm طول}}{۱\,\text{cm طول}} \times \frac{\text{عدد یون ۲}}{۵۰۰\,\text{pm طول}} = ۴ \times ۱۰^۷ \text{ یون}$$

↑ یک یون $Mg^{۲+}$ + یک یون $S^{۲-}$

با توجه به محاسبات انجام‌شده، در طول هر ضلع بلور منیزیم سولفید با ابعاد $۱\,cm \times ۱\,cm \times ۱\,cm$، ۴×۱۰^۷ یون قرار می‌گیرد. بر این اساس، تعداد کل یون‌های موجود در بلور موردنظر را محاسبه کرده و پس از آن، جرم این بلور را به دست می‌آوریم.

$$\text{تعداد یون‌های موجود در بلور} = \text{تعداد یون در عرض بلور} \times \text{تعداد یون در طول بلور} \times \text{تعداد یون در ارتفاع بلور} = (۴ \times ۱۰^۷)^۳ = ۶/۴ \times ۱۰^{۲۲}$$

$$? \,g\,MgS = ۶/۴ \times ۱۰^{۲۲}\,\text{یون} \times \frac{۱\,\text{mol یون}}{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\,\text{یون}} \times \frac{۱\,\text{mol MgS}}{۲\,\text{mol یون}} \times \frac{۵۶\,\text{g MgS}}{۱\,\text{mol MgS}} \simeq ۲/۹\,\text{g}$$

با توجه به جرم بلور موردنظر، می‌توان گفت چگالی منیزیم سولفید برابر با $۲/۹\,g.cm^{-۳}$ است.

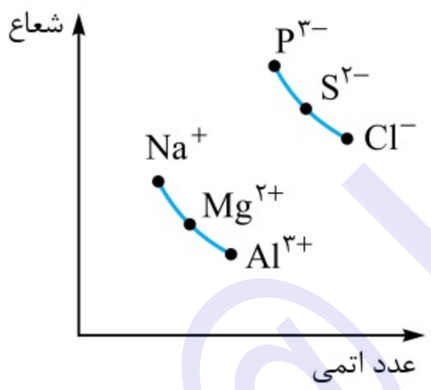
۶۵۴- گزینه ۳ عبارت‌های آ، ب و پ درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ عناصر فلزی موجود در گروه اول جدول تناوبی به فلزهای قلیایی مشهور هستند. شعاع ذرات سازندهٔ این عناصر، هنگام تبدیل‌شدن به یون، کاهش می‌یابد.

ب منیزیم در تناوب بالاتر و در گروه سمت راست پتاسیم قرار گرفته است؛ پس شعاع یون $Mg^{۲+}$ کوچک‌تر از شعاع یون K^+ می‌شود.

پ نمودار مقابل، شعاع آنیون‌ها و کاتیون‌های پایدار حاصل از عناصر موجود در تناوب سوم را نشان می‌دهد:



همان‌طور که مشخص است، از میان این یون‌ها، یون $P^{۳-}$ دارای بیشترین شعاع است.

ت چون شعاع یون $_{۱۷}Cl^-$ کم‌تر از شعاع یون $_{۳۵}Br^-$ است، پس چگالی بار این یون در مقایسه با چگالی بار یون $_{۳۵}Br^-$ بیشتر بوده و در نتیجه، قدرت جاذبهٔ میان یون‌های K^+ و Cl^- قوی‌تر از قدرت جاذبهٔ میان یون‌های K^+ و Br^- است.

۶۵۵- گزینه ۲ اگر عنصر X معادل با فراوان‌ترین گاز نجیب موجود در هواکره (آرگون) باشد، عناصر W، Y و Z به ترتیب معادل با کلر، پتاسیم و کلسیم می‌شوند. شمار الکترون‌های موجود در یون حاصل از عنصر W (یون $_{۱۷}Cl^-$) با شمار الکترون‌های موجود در یون حاصل از عنصر Z (یون $_{۲۰}Ca^{۲+}$) برابر است؛ اما چون تعداد پروتون‌های موجود در هستهٔ یون $Ca^{۲+}$ بیشتر است، شعاع این یون در مقایسه با یون Cl^- کوچک‌تر می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ یون حاصل از عنصر Y، معادل با K^+ است در حالی که فراوان‌ترین کاتیون موجود در آب دریاها معادل با یون Na^+ است.

۳ عنصر Z متعلق به تناوب چهارم است. از میان عناصر اصلی موجود در این تناوب، کوچک‌ترین شعاع یونی مربوط به $Ga^{۳+}$ است. عنصر W نیز متعلق به تناوب سوم است. از میان عناصر موجود در تناوب سوم، بزرگ‌ترین شعاع یونی مربوط به یون $P^{۳-}$ است.

۴ عنصر W (کلر) یک گاز زردرنگ است که در شرایط مناسب با فلز سدیم وارد واکنش شده و سدیم کلرید را تولید می‌کند.

۶۵۶- گزینه۱ فقط عبارت [آ] درست است.

بررسی چهار عبارت:

[آ] یون‌های Al^{3+}، S^{2-} و P^{3-}، همگی متعلق به عناصر موجود در تناوب سوم هستند. از میان عناصر موجود در این تناوب، بزرگ‌ترین شعاع یونی مربوط به P^{3-} است.

[ب] برای محاسبهٔ چگالی بار هر یون، باید مقدار بار الکتریکی یون موردنظر را بر حجم آن یون تقسیم کنیم.

[پ] اگر آرایش الکترونی یون‌های M^+ و N^- مشابه هم باشد، شمار پروتون‌های موجود در هستهٔ یون M^+، دو واحد بیشتر از تعداد پروتون‌های موجود در هستهٔ یون N^- می‌شود؛ پس پروتون‌های موجود در هستهٔ یون M^+ با قدرت بیشتری الکترون‌های اطراف خود را جذب کرده و به همین خاطر، شعاع یون M^+ کوچک‌تر از یون N^- می‌شود. با توجه به کوچک‌تر بودن شعاع یون M^+، چگالی بار این یون بیشتر از یون N^- است.

[ت] کاهنده‌ترین عنصر موجود در جدول تناوبی، لیتیم است. همانند سایر عناصر فلزی، شعاع یون حاصل از عنصر لیتیم، کوچک‌تر از شعاع اتمی این عنصر است.

۶۵۷- گزینه۲ شعاع یون W^{2-} بزرگ‌تر از شعاع یون M^- است، اما چون بار الکتریکی این یون دو برابر بار الکتریکی یون M^- است، پس چگالی بار یون W^{2-} بیشتر از چگالی بار یون M^- می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) فرمول شیمیایی ترکیب موردنظر به صورت YQ_2 است. در این ترکیب، شمار کاتیون‌ها (Y^{2+})، ۰/۵ برابر شمار آنیون‌ها (Q^-) است.

۳) عنصر Y در تناوب پایینی عنصر Z قرار گرفته است؛ پس این عنصر واکنش‌پذیری بیشتری در مقایسه با عنصر Z دارد. بر این اساس، عنصر Y در مقایسه با عنصر Z با شدت بیشتری با عنصر Q واکنش داده و به همین خاطر، شدت نور ایجادشده در واکنش آن بیشتر است.

۴) عنصر M در تناوب پایینی عنصر Q قرار گرفته است؛ پس چگالی بار یون M^- کم‌تر از چگالی بار یون Q^- است. با توجه به چگالی بار بیشتر یون Q^-، قدرت جاذبهٔ میان یون‌های Q^- و X^+ بیشتر از قدرت جاذبهٔ میان یون‌های M^- و X^+ است.

۶۵۸- گزینه۱ فقط عبارت [ب] نادرست است.

بررسی چهار عبارت:

[آ] از میان یون‌های پایدار حاصل از عناصر موجود در تناوب سوم، یون Al^{3+} دارای کوچک‌ترین شعاع یونی و بیشترین بار الکتریکی است؛ پس چگالی بار این یون در مقایسه با یون‌های حاصل از سایر عناصر بیشتر می‌شود.

[ب] با توجه به فرمول نمک XN، پی می‌بریم که نماد یون پایدار حاصل از عنصر X به صورت X^{3+} است؛ پس فرمول شیمیایی سولفات و نیترات این فلز به صورت $X_2(SO_4)_3$ و $X(NO_3)_3$ می‌شود.

[پ] در شبکهٔ بلوری جامدهای یونی، نیروهای جاذبه و دافعه به شمار معینی از یون‌ها محدود نشده و میان همهٔ آن‌ها وجود دارد.

[ت] یون کروم (III) یک الکترون کم‌تر از یون کروم (II) دارد؛ پس شعاع این یون کم‌تر از یون Cr^{2+} بوده و چگالی بار آن بیشتر از چگالی بار یون Cr^{2+} است.

۶۵۹- گزینه۳ شعاع یون‌های کلرید ($_{17}Cl^-$) کوچک‌تر از شعاع یون‌های سولفید ($_{16}S^{2-}$) بوده و شعاع یون‌های منیزیم ($_{12}Mg^{2+}$) نیز کوچک‌تر از شعاع یون‌های سدیم ($_{11}Na^+$) است. چون شعاع کاتیون‌های موجود در MgS کوچک‌تر از شعاع کاتیون‌های موجود در $NaCl$ است و شعاع آنیون‌های موجود در این ترکیب نیز بزرگ‌تر از شعاع آنیون‌های موجود در $NaCl$ است، پس می‌توان گفت تفاوت شعاع یون‌های موجود در بلور این ترکیب، بیشتر از تفاوت شعاع یون‌های موجود در بلور سدیم کلرید است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در تناوب سوم، با افزایش عدد اتمی عناصر نافلزی (فسفر، گوگرد و کلر)، شعاع یونی کاهش پیدا می‌کند.

۲) یون P^{3-} یک لایهٔ الکترونی بیشتر از یون Al^{3+} دارد، پس شعاع این یون در مقایسه با شعاع یون Al^{3+} بزرگ‌تر است.

۴) گفتیم که چگالی بار یون‌ها با بار الکتریکی (q) آن‌ها رابطهٔ مستقیم و با شعاع (r) آن‌ها رابطهٔ وارونه دارد؛ پس داریم:

$$\frac{\text{چگالی بار یون اکسید}}{\text{چگالی بار یون لیتیم}} = \frac{|\text{بار یون اکسید}| \times (\text{شعاع یون لیتیم})^3}{|\text{بار یون لیتیم}| \times (\text{شعاع یون اکسید})^3} \Rightarrow \frac{\text{چگالی بار یون اکسید}}{\text{چگالی بار یون لیتیم}} = \frac{2 \times (x)^3}{1 \times (2x)^3} = 0/25$$

۶۶۰- گزینه۴ با توجه به رابطهٔ مربوط به محاسبهٔ چگالی بار، مقدار بار الکتریکی یون X^{n+} را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{چگالی بار} = \frac{\text{بار یون}}{\text{حجم یون}} = \frac{\text{بارالکتریکی الکترون} \times \text{تعداد الکترون‌های مبادله‌شده برای تولید یون از اتم خنثی}}{\frac{4}{3} \times \pi \times (\text{شعاع یون})^3}$$

هر پیکومتر، معادل با 10^{-10} سانتی‌متر است؛ پس ۱۰۰ پیکومتر معادل با 10^{-8} سانتی‌متر می‌شود.

$$\text{چگالی بار} = 8 \times 10^4 = \frac{n \times 1/6 \times 10^{-19}}{\frac{4}{3} \times 3 \times (10^{-8})^3} \Rightarrow n = \text{بار یون} = 2$$

با توجه به مقدار n، نماد یون موردنظر به صورت $^{۴۳}X^{۲+}$ می‌شود. اگر شمار الکترون‌ها، نوترون‌ها و پروتون‌های موجود در این یون را به ترتیب برابر با e، n و p در نظر بگیریم، داریم:

$$\left.\begin{array}{l} p-e=۲ \Rightarrow e=p-۲ \\ n-e=۵ \end{array}\right\} \Rightarrow n-p+۲=۵ \Rightarrow \left.\begin{array}{l} n-p=۳ \\ n+p=۴۳ \end{array}\right\} \Rightarrow n=۲۳ \quad , \quad p=۲۰$$

با توجه به محاسبات انجام‌شده، نماد عنصر موردنظر به صورت $^{۴۳}_{۲۰}X$ بوده و در هر اتم از این عنصر، ۲۰ الکترون وجود دارد.

۶۶۱- گزینه ۲ در بلور منیزیم کلرید $(MgCl_۲)$، شعاع یون‌های کلرید $(_{۱۷}Cl^-)$ بیشتر از شعاع یون‌های منیزیم $(_{۱۲}Mg^{۲+})$ است. از طرفی، بار الکتریکی یون‌های $Mg^{۲+}$ نیز دو برابر بار الکتریکی یون‌های Cl^- است؛ پس چگالی بار یون $Mg^{۲+}$ در بلور این ماده، بیشتر از چگالی بار یون Cl^- می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) واکنش مربوط به تولید منیزیم کلرید به صورت مقابل است: $Mg(s)+Cl_۲(g) \rightarrow Mg^{۲+}(s)+۲Cl^-(s) \rightarrow MgCl_۲(s)$

با توجه به معادلهٔ این واکنش، شمار الکترون‌های مبادله‌شده برای تولید ۳۸ g از این ترکیب را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,e^- \text{ تعداد} = ۳۸\,g\,MgCl_۲ \times \frac{۱\,mol\,MgCl_۲}{۹۵\,g\,MgCl_۲} \times \frac{۱\,mol\,Mg^{۲+}}{۱\,mol\,MgCl_۲} \times \frac{۲\,mol\,e^-}{۱\,mol\,Mg^{۲+}} \times \frac{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\ e^- \text{ تعداد}}{۱\,mol\,e^-} = ۴/۸۱۶\times۱۰^{۲۳}\ e^-$$

۳) منیزیم یک عنصر فلزی و کلر یک عنصر نافلزی است؛ پس قدرت کاهندگی (تمایل به از دست دادن الکترون) عنصر منیزیم بیشتر از قدرت کاهندگی کلر است. در واکنش تولید $MgCl_۲$، هر اتم منیزیم دو الکترون از دست داده و ضمن تبدیل‌شدن به یون $Mg^{۲+}$، شعاع آن کاهش پیدا می‌کند.

۴) چون یون کلرید $(_{۱۷}Cl^-)$ شعاع کوچک‌تری نسبت به یون برمید $(_{۳۵}Br^-)$ دارد، نسبت بار به شعاع برای این یون بزرگ‌تر از مقدار آن برای یون برمید می‌شود.

۶۶۲- گزینه ۳ واکنش فروپاشی منیزیم کلرید به صورت مقابل است: $MgCl_۲(s) \rightarrow Mg^{۲+}(g)+۲Cl^-(g)$

واکنش‌دهندهٔ این فرایند به حالت جامد و فراورده‌های حاصل از آن به حالت گاز هستند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در رابطه با این یون داریم: $\text{نسبت بار به شعاع} = \frac{\text{بار یون } Sc^{۳+}}{\text{شعاع یون } Sc^{۳+}} = \frac{۳}{۸۰} = ۳/۷۵\times۱۰^{-۲}$

۲) واکنش فروپاشی شبکهٔ بلور همهٔ ترکیب‌های یونی، گرماگیر $(\Delta H > ۰)$ و واکنش سوختن ترکیب‌های آلی، گرماده $(\Delta H < ۰)$ است.

۴) با کاهش چگالی بار یون‌های سازندهٔ ترکیب‌های یونی، $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ شبکهٔ این ترکیبات کاهش یافته و بلور آن‌ها آسان‌تر فروپاشیده می‌شود.

۶۶۳- گزینه ۱ فقط عبارت آ درست است.

بررسی چهار عبارت:

آ) دمای جوش و ذوب جامدهای یونی، با آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور این ترکیب‌ها و قدرت جاذبهٔ میان آنیون‌ها و کاتیون‌های سازندهٔ آن‌ها رابطهٔ مستقیم دارد.

ب) برای مقایسهٔ آنتالپی فروپاشی ترکیب‌های مختلف، ابتدا به مجموع قدرمطلق بار الکتریکی یون‌های سازندهٔ این مواد دقت می‌کنیم. چون مجموع قدرمطلق بار الکتریکی یون‌های سازندهٔ $MgCl_۲$ از دو ترکیب دیگر بیشتر است، پس $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ شبکهٔ این ترکیب نیز بزرگ‌تر از دو ترکیب دیگر است. برای مقایسهٔ آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور KCl و $NaCl$ نیز از مقایسهٔ چگالی بار کاتیون‌های سازندهٔ این ترکیب‌ها استفاده می‌کنیم. چون چگالی بار یون Na^+ بیشتر از چگالی بار یون K^+ است، پس $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ شبکهٔ $NaCl$ بیشتر از KCl می‌شود. بر این اساس، مقایسهٔ آنتالپی فروپاشی مواد داده‌شده به صورت: $KCl < NaCl < MgCl_۲$ است.

پ) در بلور پتاسیم کلرید، آرایش الکترونی کاتیون‌ها $(_{۱۹}K^+)$ مشابه آرایش الکترونی آنیون‌ها $(_{۱۷}Cl^-)$ است، اما چون شعاع یون‌های K^+ کوچک‌تر از یون‌های Cl^- است، چگالی بار این یون‌ها بیشتر از چگالی بار یون‌های Cl^- می‌شود.

ت) شعاع یون $_۳Li^+$ در مقایسه با یون $_{۱۱}Na^+$ و شعاع یون $_۹F^-$ در مقایسه با یون $_{۱۷}Cl^-$ کم‌تر است؛ پس چگالی بار یون‌های سازندهٔ LiF بیشتر از یون‌های سازندهٔ $NaCl$ است و $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ شبکهٔ این ترکیب نیز بیشتر از $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ شبکهٔ بلور $NaCl$ است.

۶۶۴- گزینه ۲ فرمول شیمیایی منیزیم فلوئورید به صورت $MgF_۲$ و فرمول شیمیایی آلومینیم اکسید به صورت $Al_۲O_۳$ است. شمار آنیون‌های موجود در بلور هر ترکیب را برابر با x mol در نظر گرفته و مقدار هر ترکیب را به دست می‌آوریم.

$$\left.\begin{array}{l} ?\,mol\,Al_۲O_۳ = x\,mol\,O^{۲-} \times \frac{۱\,mol\,Al_۲O_۳}{۳\,mol\,O^{۲-}} = \frac{x}{۳}\,mol \\ ?\,mol\,MgF_۲ = x\,mol\,F^- \times \frac{۱\,mol\,MgF_۲}{۲\,mol\,F^-} = \frac{x}{۲}\,mol \end{array}\right\} \Rightarrow$$ شمار مول‌های منیزیم فلوئورید ۱/۵ برابر شمار مول‌های آلومینیم اکسید است.

اگر آنتالپی فروپاشی شبکهٔ $MgF_۲$ برابر y کیلوژول بر مول باشد، آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور $Al_۲O_۳$ برابر ۵/۴y کیلوژول بر مول می‌شود؛ پس داریم:

$$\text{فروپاشی شبکهٔ } MgF_۲ \text{ انرژی } ?\,kJ = \frac{x}{۲}\,mol\,MgF_۲ \times \frac{y\,kJ \text{ انرژی}}{۱\,mol\,MgF_۲} = \frac{xy}{۲}\,kJ$$

$$\text{فروپاشی شبکهٔ } Al_2O_3\text{: } ?\ kJ \text{ انرژی} = \frac{x}{3}\ mol\ Al_2O_3 \times \frac{5/4y\ kJ \text{ انرژی}}{1\ mol\ Al_2O_3} = 1/8xy\ kJ$$

با توجه به محاسبات انجام‌شده، انرژی لازم برای فروپاشی شبکهٔ بلور آلومینیم اکسید، ۳/۶ برابر انرژی لازم برای فروپاشی شبکهٔ بلور منیزیم فلوئورید است.

۶۶۵- گزینه۲ چون چگالی بار یون‌های Li^+ و F^- بیشتر از چگالی بار کاتیون‌ها و آنیون‌های موجود در سایر ترکیبات است، پس آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور LiF در مقایسه با سایر ترکیبات داده‌شده بیشتر است. با بررسی چگالی بار یون‌های سازندهٔ سایر ترکیب‌های داده‌شده، پی می‌بریم که مقایسهٔ آنتالپی فروپاشی شبکهٔ مواد داده‌شده به صورت: $KBr < KCl < NaCl < LiF$ است. از آن‌جا که دمای ذوب ترکیب‌های یونی با آنتالپی فروپاشی شبکهٔ آن‌ها رابطهٔ مستقیم دارد، پس می‌توان گفت مقایسهٔ دمای ذوب این ترکیب‌های یونی نیز به صورت $KBr(III) < KCl(IV) < NaCl(I) < LiF(II)$ است. از میان این مواد، در بلور پتاسیم کلرید (ترکیب IV)، آرایش الکترونی کاتیون ($_{19}K^+$) مشابه آرایش الکترونی آنیون‌ها ($_{17}Cl^-$) است.

۶۶۶- گزینه۳ مقایسهٔ اول، دوم و چهارم به درستی انجام شده‌اند.

بررسی چهار مورد:

- به ازای تولید هر مول Al_2O_3، ۲ مول اتم آلومینیم اکسایش یافته و ۶ مول الکترون مبادله می‌شود. طی واکنش تولید یک مول MgS نیز یک مول اتم منیزیم اکسید شده و ۲ مول الکترون مبادله می‌شود. به ازای تولید هر مول NaCl نیز یک مول اتم سدیم اکسایش یافته و یک مول الکترون مبادله می‌شود.
- مجموع قدرمطلق بار الکتریکی کاتیون و آنیون در آلومینیم اکسید برابر با ۵، در منیزیم اکسید برابر با ۴ و در سدیم اکسید برابر با ۳ است؛ پس مقایسهٔ آنتالپی فروپاشی این مواد به صورت $Na_2O < MgO < Al_2O_3$ است.
- واحد فرمولی آمونیوم نیترات (NH_4NO_3) شامل ۹ اتم می‌شود در حالی که واحد فرمولی منیزیم سولفات ($MgSO_4$) و کلسیم سیلیکات (Ca_2SiO_4) به ترتیب شامل ۶ و ۷ اتم می‌شود.
- کاتیون‌های Al^{3+}، Mg^{2+} و Na^+، هم‌الکترون هستند، اما با افزایش عدد اتمی، شعاع آن‌ها کاهش یافته و بار الکتریکی آن‌ها افزایش پیدا می‌کند؛ پس مقایسهٔ چگالی بار این کاتیون‌ها به صورت $Na^+ < Mg^{2+} < Al^{3+}$ می‌شود.

۶۶۷- گزینه۴ با افزایش عدد اتمی هالوژن در میان هالیدهای فلز لیتیم، چگالی بار آنیون کم‌تر شده و آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور کم‌تر می‌شود؛ پس عناصر X، Y، Z و W را به ترتیب می‌توان معادل با فلوئور، کلر، برم و ید در نظر گرفت.

بررسی چهار گزینه:

۱) عنصر Y (کلر)، متعلق به تناوب سوم بوده و شعاع اتمی آن کوچک‌تر از شعاع اتمی عنصر Z (برم) است.

۲) با توجه به بیشتربودن چگالی بار یون Li^+ در مقایسه با یون Na^+، آنتالپی فروپاشی شبکهٔ LiX بیشتر از آنتالپی فروپاشی شبکهٔ NaX است.

۳) یون Z^- در مقایسه با یون Y^- شعاع بزرگ‌تری دارد؛ پس چگالی بار این یون در مقایسه با چگالی بار یون Y^- کم‌تر است.

۴) در گروه هالوژن، با افزایش عدد اتمی، واکنش‌پذیری کاهش پیدا می‌کند؛ پس مقایسهٔ واکنش‌پذیری این عناصر به صورت $Z < Y < X$ است.

۶۶۸- گزینه۴ معادلهٔ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است: $2F^-(g) + Mg^{2+}(g) \rightarrow MgF_2(s)$

معادلهٔ این واکنش، برعکس معادلهٔ واکنش فروپاشی شبکهٔ بلور منیزیم فلوئورید است؛ پس ΔH این واکنش، معکوس ΔH واکنش فروپاشی منیزیم کلرید می‌شود. به عبارت دیگر، مقدار ΔH این واکنش برابر با ۲۹۵۶/۸− کیلوژول بر مول است.

به ازای تولید یک مول منیزیم فلوئورید در این واکنش، ۲ مول یون فلوئورید (۳۸ گرم یون فلوئورید) و یک مول یون منیزیم (۲۴ گرم یون منیزیم) مصرف می‌شود؛ پس به ازای تولید هر مول منیزیم فلوئورید، تفاوت جرم واکنش‌دهنده‌های مصرف‌شده برابر با ۱۴ گرم است. بر این اساس داریم:

$$?\ J \text{ انرژی} = 3/5\ g \text{ تفاوت جرم} \times \frac{1\ mol\ MgF_2}{14\ g \text{ تفاوت جرم}} \times \frac{2956/8\ kJ \text{ انرژی}}{1\ mol\ MgF_2} \times \frac{1000\ J \text{ انرژی}}{1\ kJ \text{ انرژی}} = 739200\ J$$

در مرحلهٔ بعد، با توجه به مقدار انرژی آزادشده، جرم آبی که دمای آن افزایش پیدا می‌کند را محاسبه می‌کنیم.

$$Q = m.c.\Delta\theta \Rightarrow 739200 = m \times 4/2 \times 25 \Rightarrow m = 7040\ g$$

۶۶۹- گزینه۳ در واکنش فروپاشی شبکهٔ سدیم برمید، NaBr(s) مصرف‌شده و یون‌های $Na^+(g)$ و $Br^-(g)$ تولید می‌شوند. با توجه به گرماگیربودن این واکنش، فراورده‌های تولیدشده در آن پایداری کم‌تری نسبت به واکنش‌دهندهٔ مصرف‌شده دارند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) آنتالپی فروپاشی، معادل است با مقدار انرژی مصرف‌شده در فشار ثابت برای فروپاشی شبکهٔ یونی یک مول از ترکیب موردنظر.

۲) با توجه به چگالی بار بیشتر یون‌های سازندهٔ LiCl در مقایسه با یون‌های سازندهٔ NaBr، آنتالپی فروپاشی LiCl در مقایسه با NaBr بیشتر است.

۴) واکنش موردنظر به صورت مقابل است: $NaBr(s) \rightarrow Na^+(g) + Br^-(g)$

همان‌طور که مشخص است، عدد اکسایش اتم‌های شرکت‌کننده در این واکنش هیچ تغییری نمی‌کند و واکنش موردنظر از نوع اکسایش ـ کاهش نیست؛ پس با انجام‌شدن آن، هیچ الکترونی بین مواد واکنش‌دهنده مبادله نمی‌شود.

۶۷۰- گزینه ۱ مجموع قدرمطلق بار الکتریکی کاتیون و آنیون در ترکیب f (آلومینیم اکسید) برابر با ۵ است، در حالی که مجموع قدرمطلق بار الکتریکی کاتیون و آنیون در ترکیب‌های d و e برابر با ۴ است؛ پس $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ شبکهٔ ترکیب f در مقایسه با ترکیب‌های d و e بزرگ‌تر است. برای مقایسهٔ آنتالپی فروپاشی شبکهٔ ترکیب‌های d و e، از مقایسهٔ شعاع یون‌های سازندهٔ این ترکیب‌ها استفاده می‌کنیم. *واضح‌که* شعاع یون F^- از شعاع یون O^{2-} کم‌تر است و شعاع یون Al^{3+} نیز از شعاع یون Mg^{2+} کم‌تر است؛ پس آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور ترکیب e (آلومینیم فلوئورید) از ترکیب d (منیزیم اکسید) بیشتر است.
مقایسهٔ کلی $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ ترکیب‌های داده‌شده به صورت $a < b < c < d < e < f$ است.

۶۷۱- گزینه ۲ از واکنش میان عناصر سدیم (عنصر M) و لیتیم (عنصر N) با گاز کلر، به ترتیب نورهای زرد و قرمزرنگ از سامانهٔ واکنش گسیل می‌شود. بر این اساس، عبارت‌های أ و پ درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ با توجه به چگالی بار بیشتر یون Li^+ در مقایسه با یون Na^+، آنتالپی فروپاشی شبکهٔ N_2O بیشتر از آنتالپی فروپاشی شبکهٔ M_2O است.

ب قدرت کاهندگی فلز N (لیتیم) نسبت به سایر عناصر فلزی، از جمله فلز سدیم، بیشتر است.

پ چون شعاع یون Li^+ از یون Na^+ کوچک‌تر است، چگالی بار یون لیتیم بیشتر از چگالی بار یون سدیم می‌شود.

ت مجموع قدرمطلق بار الکتریکی یون‌ها در منیزیم اکسید برابر با ۴ و در ترکیب MF (سدیم فلوئورید) برابر با ۲ است؛ پس آنتالپی فروپاشی شبکهٔ منیزیم اکسید در مقایسه با سدیم فلوئورید بیشتر می‌شود.

ث چون آنتالپی فروپاشی NCl بیشتر از آنتالپی فروپاشی MCl است، این ترکیب در دماهای بالاتری در مقایسه با MCl ذوب می‌شود.

۶۷۲- گزینه ۲ چون $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ شبکهٔ بلور لیتیم فلوئورید بیشتر از $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ شبکهٔ بلور لیتیم کلرید است و $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ شبکهٔ بلور سدیم فلوئورید نیز بیشتر از $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ شبکهٔ بلور سدیم کلرید است، پس می‌توان گفت تفاوت مقدار $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ لیتیم فلوئورید و سدیم کلرید بیشتر از تفاوت $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ شبکهٔ لیتیم کلرید و سدیم فلوئورید است. نمودار مقابل، مقایسهٔ آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور این ترکیب‌ها را نشان می‌دهد:



بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ چون مجموع قدرمطلق بار الکتریکی یون‌ها در $FeCl_2$ برابر با ۳ و در Fe_2O_3 برابر با ۵ است، پس $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ شبکهٔ Fe_2O_3 بیشتر از $FeCl_2$ می‌شود.

۳ با توجه به بیشتربودن $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ شبکهٔ $CaCl_2$ نسبت به RbCl، دمای ذوب $CaCl_2$ باید بیشتر از دمای ذوب RbCl باشد.

۴ با توجه به کم‌تربودن چگالی بار یون‌های Ca^{2+} و Cl^- در مقایسه با یون‌های Mg^{2+} و F^-، آنتالپی فروپاشی شبکهٔ $CaCl_2$ باید کم‌تر از آنتالپی فروپاشی شبکهٔ MgF_2 باشد.

۶۷۳- گزینه ۲ واکنش فروپاشی منیزیم اکسید به صورت مقابل است:

$$MgO(s) + ۳۷۹۸\ kJ \rightarrow Mg^{2+}(g) + O^{2-}(g)$$

با توجه به معادلهٔ این واکنش شیمیایی، انرژی مورد نیاز برای تولید ۵۰ مول یون گازی را محاسبه می‌کنیم.

$$?\ J\ \text{انرژی} = ۵۰\ mol\ \text{یون} \times \frac{۱\ mol\ MgO}{۲\ mol\ \text{یون}} \times \frac{۳۷۹۸\ kJ\ \text{انرژی}}{۱\ mol\ MgO} \times \frac{۱۰۰۰\ J\ \text{انرژی}}{۱\ kJ\ \text{انرژی}} = ۹/۴۹۵ \times ۱۰^۷\ J$$

در مرحلهٔ بعد، جرم ماده‌ای که باید در واکنش‌های هسته‌ای به انرژی تبدیل شود را محاسبه می‌کنیم.

$$E = m.c^2 \Rightarrow ۹/۴۹۵ \times ۱۰^۷ = m.(۳ \times ۱۰^۸)^2 \Rightarrow m = ۱/۰۵۵ \times ۱۰^{-۹}\ kg$$

$$?\ \mu g\ \text{کاهش جرم} = ۱/۰۵۵ \times ۱۰^{-۹}\ kg\ \text{کاهش جرم} \times \frac{۱۰۰۰\ g\ \text{کاهش جرم}}{۱\ kg\ \text{کاهش جرم}} \times \frac{۱۰^۶\ \mu g\ \text{کاهش جرم}}{۱\ g\ \text{کاهش جرم}} = ۱/۰۵۵\ \mu g$$

۶۷۴- گزینه ۳ با توجه به داده‌های موجود در این جدول، مقایسهٔ چگالی بار آنیون‌های X^-، Y^- و Z^- به صورت $Z^- < Y^- < X^-$ است؛ پس عنصر X در جدول تناوبی در موقعیت بالاتری نسبت به عنصر Y قرار دارد و عنصر Z نیز در موقعیت پایین‌تری نسبت به عنصر Y قرار دارد. از میان هالیدهای مختلف فلز سدیم، سدیم فلوئورید تنها ترکیبی است که $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ بزرگ‌تری نسبت به KF دارد؛ پس اگر $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ شبکهٔ KF برابر با $۸۲۱\ kJ.mol^{-۱}$ باشد، ترکیب NaX حتماً معادل با سدیم فلوئورید خواهد بود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ در گروه هالوژن‌ها، با افزایش عدد اتمی، دمای جوش افزایش پیدا می‌کند؛ پس دمای جوش Z_2 حتماً بیشتر از دمای جوش X_2 خواهد بود.

۲ چون جرم مولی Y_2 بیشتر از جرم مولی X_2 است، پس قدرت نیروهای بین مولکولی در یک نمونه از Y_2 قوی‌تر از قدرت این نیروها در یک نمونه از X_2 است.

۴ در گروه هالوژن‌ها، با افزایش عدد اتمی، خاصیت نافلزی عناصر کاهش پیدا می‌کند؛ پس خاصیت نافلزی X بیشتر از خاصیت نافلزی عنصر Y است. بر این اساس، در مولکول XY، الکترون‌های پیوندی توسط اتم X به مقدار بیشتری جذب شده و این اتم بار جزئی منفی $(\delta-)$ پیدا می‌کند؛ پس در نقشهٔ پتانسیل الکترواستاتیکی مولکول‌های XY، اتم X به رنگ قرمز نشان داده می‌شود.

۶۷۵- گزینه ۴ همهٔ عبارت‌های داده‌شده درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ چون شعاع یون F^- در مقایسه با یون O^{2-} و شعاع یون Mg^{2+} در مقایسه با یون Na^+ کم‌تر است، پس آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور سدیم اکسید کم‌تر از آنتالپی فروپاشی شبکهٔ منیزیم فلوئورید می‌شود و به همین خاطر، شبکهٔ بلوری MgF_2 سخت‌تر از شبکهٔ بلوری Na_2O فروپاشیده می‌شود.

ب از میان هالیدهای فلزهای قلیایی، یون‌های سازندهٔ LiF شعاع کوچک‌تری نسبت به یون‌های سازندهٔ سایر ترکیب‌ها دارند و به همین خاطر، مقدار آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور این ترکیب نسبت به سایر هالیدهای فلزهای قلیایی بیشتر است.

پ چون چگالی بار یون‌های Na^+ و Cl^- بیشتر از چگالی بار یون‌های K^+ و Br^- است، این یون‌ها با قدرت بیشتری یکدیگر را می‌ربایند.

ت آنیون موجود در منیزیم اکسید (یون اکسید) چگالی بار بیشتری نسبت به آنیون موجود در سدیم فلوئورید (یون فلوئورید) دارد و با توجه به مجموع قدرمطلق بار الکتریکی یون‌های سازندهٔ این ترکیب‌ها، $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ شبکهٔ MgO بیشتر از $NaCl$ است.

۶۷۶- گزینه ۳ با توجه به توضیحات داده‌شده، فلز X معادل با سدیم $(_{11}Na)$ و فلز Y معادل با منیزیم $(_{12}Mg)$ است.

بررسی چهار گزینه:

۱ فلز منیزیم، شعاع اتمی و واکنش‌پذیری کم‌تری در مقایسه با فلز سدیم دارد.

۲ عنصر Y (منیزیم) دارای ۶ الکترون با $l = 1$ است اما خاصیت فلزی این عنصر در مقایسه با خاصیت فلزی عنصر X (سدیم) کم‌تر است.

۳ با توجه به مجموع قدرمطلق بار الکتریکی یون‌ها، $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ و دمای ذوب ترکیب MgO بیشتر از ترکیب NaF است.

۴ با توجه به بار الکتریکی بیشتر و شعاع یونی کم‌تر یون Mg^{2+} در مقایسه با یون Na^+، چگالی بار این یون بیشتر از چگالی بار یون Na^+ است.

۶۷۷- گزینه ۲ واکنش فروپاشی شبکهٔ بلور لیتیم فلوئورید و سدیم فلوئورید به صورت زیر است:

$$NaF(s) + 922\ kJ \rightarrow Na^+(g) + F^-(g) \qquad LiF(s) + 1036\ kJ \rightarrow Li^+(g) + F^-(g)$$

طی فروپاشی شبکهٔ بلور هر مول از این ترکیب‌های یونی، یک مول یون $F^-(g)$ تولید می‌شود؛ پس با توجه به تولیدشدن ۰/۹ مول یون $F^-(g)$ طی این فرایند، می‌توان گفت مجموعاً ۰/۹ مول LiF و NaF در مخلوط اولیه وجود داشته است. در این شرایط، اگر شمار مول‌های لیتیم فلوئورید موجود در مخلوط اولیه را برابر با x مول در نظر بگیریم، شمار مول‌های سدیم فلوئورید موجود در این مخلوط برابر با $0/9 - x$ مول می‌شود. با توجه به شمار مول‌های هر ماده و مقدار انرژی مصرف‌شده در این فرایند، مقدار x را به روش زیر محاسبه می‌کنیم:

$$\text{فروپاشی شبکهٔ NaF: } ?\ kJ = (0/9 - x)\ mol\ NaF \times \frac{\text{انرژی } 922\ kJ}{1\ mol\ NaF} = \frac{9 \times 922}{10} - 922x\ kJ$$

$$\text{فروپاشی شبکهٔ LiF: } ?\ kJ = x\ mol\ LiF \times \frac{\text{انرژی } 1036\ kJ}{1\ mol\ LiF} = 1036x\ kJ$$

$$\text{مجموع انرژی مصرف‌شده} = \text{انرژی مصرف‌شده برای فروپاشی NaF} + \text{انرژی مصرف‌شده برای فروپاشی LiF}$$

$$\Rightarrow 921 = \frac{9 \times 922}{10} - 922x + 1036x \Rightarrow 921 = \frac{9 \times 922}{10} + 114x \Rightarrow x = 0/8\ mol$$

با توجه به مقدار x، در مخلوط اولیه ۰/۸ مول لیتیم فلوئورید (معادل با ۲۰/۸ گرم لیتیم فلوئورید) و ۰/۱ مول سدیم فلوئورید (معادل با ۴/۲ گرم سدیم فلوئورید) وجود داشته است. با توجه به جرم هر ماده، درصد جرمی سدیم فلوئورید را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{درصد جرمی سدیم فلوئورید} = \frac{\text{جرم سدیم فلوئورید}}{\text{جرم مخلوط}} \times 100 = \frac{4/2}{4/2 + 20/8} \times 100 = 16/8$$

۶۷۸- گزینه ۲ برای مقایسهٔ آنتالپی فروپاشی شبکهٔ AlF_3 و MgO نمی‌توانیم از مقایسهٔ میان مجموع قدرمطلق بار الکتریکی یون‌های سازندهٔ این مواد استفاده کنیم؛ پس *می‌ریم سراغ* مقایسهٔ شعاع یون‌ها! چون شعاع یون F^- در مقایسه با یون O^{2-} و شعاع یون Al^{3+} در مقایسه با یون Mg^{2+} کوچک‌تر است، پس $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ شبکهٔ بلور AlF_3 در مقایسه با بلور MgO بیشتر خواهد شد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ چون چگالی بار یون Fe^{3+} بیشتر از یون Fe^{2+} است، $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ و دمای ذوب آهن (III) اکسید بیشتر از آهن (II) اکسید می‌شود.

۳ یون‌های $_{11}Na^+$ و $_9F^-$ هم‌الکترون هستند اما چون یون Na^+ عدد اتمی بیشتری دارد، شعاع آن کوچک‌تر از شعاع یون F^- است.

۴ با دقت در نمودار مربوط به $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ شبکهٔ بلور هالیدهای فلزهای قلیایی، با افزایش عدد اتمی فلزهای قلیایی (M)، تفاوت آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور ترکیب‌های MF و MCl کاهش پیدا می‌کند. به عنوان مثال، تفاوت $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ شبکهٔ LiF و $LiCl$ بیشتر از مقدار این تفاوت برای NaF و $NaCl$ است.

۶۷۹- گزینه ۴ برای به دست آوردن آنتالپی پیوند $O=O$ به کمک واکنش‌های داده‌شده، باید از قانون هس استفاده کنیم. معادلهٔ واکنش مربوط به شکستن $O=O$ به صورت مقابل است:

$$\text{VIII)}\ O_2(g) \rightarrow 2O(g) \qquad \Delta H = x\ kJ$$

معادلهٔ واکنش مربوط به فروپاشی شبکهٔ بلور آلومینیم اکسید نیز به صورت مقابل است: $Al_2O_3(s) \rightarrow 2Al^{3+}(g) + 3O^{2-}(g) \quad \Delta H = 15916\ kJ$

با استفاده از معادلهٔ واکنش‌های I تا VIII، سعی می‌کنیم به معادلهٔ واکنش فروپاشی Al_2O_3 برسیم تا مقدار x به دست بیاید. ابتدا، معادلهٔ واکنش I را در ۰/۵ ضرب کرده و معادلهٔ حاصل را I' می‌نامیم:

$$(I')\ Al_2O_3(s) \rightarrow 2Al(s) + \frac{3}{2}O_2(g) \qquad \Delta H_1 = 1675\ kJ$$

در مرحلهٔ بعد، معادلهٔ II را در ۲− و معادله‌های III، VI و V را در ۲ ضرب می‌کنیم و معادله‌های حاصل را به ترتیب II'، III'، IV' و V' می‌نامیم.

$$II')\ 2Al(s) \rightarrow 2Al(g) \qquad \Delta H_2 = 660\ kJ$$

$$III')\ 2Al(g) \rightarrow 2Al^{+}(g) + 2e^{-} \qquad \Delta H_3 = 1360\ kJ$$

$$IV')\ 2Al^{+}(g) \rightarrow 2Al^{2+}(g) + 2e^{-} \qquad \Delta H_4 = 3840\ kJ$$

$$V')\ 2Al^{2+}(g) \rightarrow 2Al^{3+}(g) + 2e^{-} \qquad \Delta H_5 = 5660\ kJ$$

در قدم بعد، معادلهٔ واکنش VIII را در ۱/۵ و معادلهٔ واکنش‌های VI و VII را در ۳ ضرب می‌کنیم.

$$VIII')\ \frac{3}{2}O_2(g) \rightarrow 3O(g) \qquad \Delta H_8 = 1/5x\ kJ$$

$$VI')\ 3O(g) + 3e^{-} \rightarrow 3O^{-}(g) \qquad \Delta H_6 = -423\ kJ$$

$$VII')\ 3O^{-}(g) + 3e^{-} \rightarrow 3O^{2-}(g) \qquad \Delta H_7 = 2400\ kJ$$

با جمع‌کردن معادلهٔ واکنش‌های I' تا $VIII'$، معادلهٔ واکنش فروپاشی بلور آلومینیم اکسید به دست می‌آید؛ پس $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ شبکهٔ بلور این ترکیب یونی برابر است با مجموع مقادیر ΔH_1 تا ΔH_8 واکنش‌های نوشته‌شده. بر این اساس داریم: $\Delta H_{\text{فروپاشی}} = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5 + \Delta H_6 + \Delta H_7 + \Delta H_8$

$$\Rightarrow 15916 = 1675 + 660 + 1360 + 3840 + 5660 + 1/5x - 423 + 2400 \Rightarrow 1/5x = 744 \Rightarrow x = 496\ kJ.mol^{-1}$$

با توجه به مقدار x، می‌توان گفت $\Delta H(O=O)$ برابر با ۴۹۶ کیلوژول بر مول است.

۶۸۰- گزینهٔ ۴ با توجه به مجموع قدرمطلق بار الکتریکی یون‌های سازندهٔ NaBr و CaI_2، پی می‌بریم که آنتالپی فروپاشی شبکه و دمای ذوب کلسیم یدید باید بیشتر از آنتالپی فروپاشی شبکه و دمای ذوب سدیم برمید باشد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) رنگ شعلهٔ ترکیب‌های یونی، توسط کاتیون سازندهٔ این مواد مشخص می‌شود. بر این اساس، رنگ شعلهٔ لیتیم برمید قرمز و رنگ شعله سدیم برمید زرد است.

۲) در منیزیم اکسید، همانند سدیم برمید، چگالی بار کاتیون ($_{12}Mg^{2+}$) بیشتر از چگالی بار آنیون ($_{8}O^{2-}$) است.

۳) در واکنش تولید هر مول سدیم برمید، یک مول e^- و در واکنش تولید هر مول منیزیم کلرید، ۲ مول e^- بین اتم‌ها مبادله می‌شود.

۶۸۱- گزینهٔ ۲ عبارت‌های آ و پ درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ) مقدار $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ شبکهٔ KCl باید بین $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ شبکهٔ بلور سدیم کلرید و پتاسیم برمید باشد.

ب) بر اثر فروپاشی شبکهٔ بلور هر مول پتاسیم برمید، مجموعاً دو مول یون (یک مول $K^+(g)$ و یک مول $Br^-(g)$) تولید می‌شود؛ پس داریم:

$$?\ kJ\ \text{انرژی} = 4\ mol\ \text{یون} \times \frac{1\ mol\ KBr}{2\ mol\ \text{یون}} \times \frac{690\ kJ\ \text{انرژی}}{1\ mol\ KBr} = 1380\ kJ$$

پ) چون $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ سدیم برمید بین $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ سدیم کلرید و پتاسیم برمید قرار می‌گیرد، پس دمای ذوب این ماده کم‌تر از دمای ذوب سدیم کلرید و بیشتر از دمای ذوب پتاسیم برمید خواهد بود.

ت) با دقت در نمودار آنتالپی فروپاشی هالیدهای فلزهای قلیایی (M)، متوجه می‌شویم که تفاوت آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور KF و KCl بیشتر از تفاوت آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور KCl و KBr است؛ پس آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور KCl باید کم‌تر از میانگین آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور KF و KBr باشد در حالی که $770\ kJ.mol^{-1}$ بیشتر از مقدار میانگین اعداد ۶۹۰ و ۸۲۱ است.

۶۸۲- گزینهٔ ۲ اگر عنصر C معادل با یک گاز نجیب باشد، عناصر A، B، D و E به ترتیب در گروه‌های ۱۶، ۱۷، ۱ و ۲ قرار دارند. در این شرایط، شعاع اتمی عنصر B کوچک‌تر از عنصر A بوده و خاصیت نافلزی آن نیز بیشتر از خاصیت نافلزی عنصر A است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) با توجه به مجموع قدرمطلق بار الکتریکی یون‌ها در ترکیب‌های ایجادشده، آنتالپی فروپاشی شبکهٔ ترکیب EA که از کنار هم قرارگرفتن یون‌های A^{2-} و E^{2+} ایجاد می‌شود، نسبت به آنتالپی فروپاشی شبکهٔ سایر ترکیب‌های ایجادشده بیشتر است.

۳) با توجه به بیشتربودن آنتالپی فروپاشی شبکهٔ ترکیب EB_2 نسبت به ترکیب DB، دمای ذوب این ترکیب بیشتر از دمای ذوب ترکیب DB است.

۴) یون A^{2-} نسبت به یون D^+ هم‌الکترون است اما چون شعاع یون A^{2-} در مقایسه با یون D^+ بزرگ‌تر است. چگالی بار این یون کم‌تر از دو برابر چگالی بار یون D^+ می‌شود.

۶۸۳- گزینه۳ عبارت‌های آ، ب و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ با افزایش دمای ذوب و یا آنتالپی فروپاشی ترکیب‌های یونی، تفاوت دمای ذوب و جوش (گسترهٔ دمایی که آن ترکیب به حالت مذاب دیده می‌شود.) آن ترکیب بیشتر می‌شود.

ب ترکیب‌های یونی در مقایسه با مواد مولکولی دمای ذوب بالاتری داشته و در گسترهٔ دمایی بزرگ‌تری به حالت مایع دیده می‌شوند.

پ در نیروگاه‌های خورشیدی، پرتوهای خورشید بر روی برج گیرنده متمرکز شده و موجب افزایش دمای شارهٔ یونی (سدیم کلرید) می‌شوند.

ت هیدروژن فلوئورید، از مولکول‌های دواتمی ناجورهسته تشکیل شده و در دستهٔ مواد قطبی قرار دارد. دمای جوش هیدروژن فلوئورید ($+۱۹\ ^\circ C$) کم‌تر از دمای جوش آب ($+۱۰۰\ ^\circ C$) بوده و دمای ذوب آن ($-۸۳\ ^\circ C$) نیز کم‌تر از دمای ذوب آب ($۰\ ^\circ C$) است.

۶۸۴- گزینه۲ حداکثر دمای قابل تحمل توسط شارهٔ یونی موجود در نیروگاه‌های خورشیدی، معادل با دمای جوش این ماده و حداقل دمای قابل تحمل توسط آن نیز معادل با دمای ذوب این ماده است. ابتدا جرم یک نمونهٔ ۵۰۰ مولی از هر ترکیب را محاسبه می‌کنیم و پس از آن، حداکثر گرمای قابل جذب توسط آن ماده را به دست می‌آوریم.

نمونهٔ سدیم کلرید: $? \text{ g NaCl} = ۵۰۰ \text{ mol NaCl} \times \frac{۵۸/۵ \text{ g NaCl}}{۱ \text{ mol NaCl}} = ۲۹۲۵۰ \text{ g}$

حداکثر گرمای قابل ذخیره $= Q = m.c.\Delta\theta \Rightarrow Q = ۲۹۲۵۰ \times ۱/۴۵ \times (۱۴۱۳ - ۸۰۱) = ۲۵۹۵۶۴۵۰ \text{ J}$

نمونهٔ پتاسیم برمید: $? \text{ g KBr} = ۵۰۰ \text{ mol KBr} \times \frac{۱۱۹ \text{ g KBr}}{۱ \text{ mol KBr}} = ۵۹۵۰۰ \text{ g}$

حداکثر گرمای قابل ذخیره $= Q = m.c.\Delta\theta \Rightarrow Q = ۵۹۵۰۰ \times ۱/۰۳ \times (۱۴۳۵ - ۷۳۵) = ۴۲۸۹۹۵۰۰ \text{ J}$

نمونهٔ پتاسیم کلرید: $? \text{ g KCl} = ۵۰۰ \text{ mol KCl} \times \frac{۷۴/۵ \text{ g KCl}}{۱ \text{ mol KCl}} = ۳۷۲۵۰ \text{ g}$

حداکثر گرمای قابل ذخیره $= Q = m.c.\Delta\theta \Rightarrow Q = ۳۷۲۵۰ \times ۱/۵۲ \times (۱۴۲۰ - ۷۷۰) = ۳۶۸۰۳۰۰۰ \text{ J}$

با توجه به محاسبات انجام‌شده، اگر در این نیروگاه از پتاسیم کلرید مذاب به جای سدیم کلرید مذاب به عنوان شارهٔ یونی استفاده کنیم، حداکثر گرمای قابل ذخیره‌سازی در این نیروگاه به اندازهٔ ۱۰۸۴۶۵۵۰ J (تقریباً معادل با ۱۰/۸ مگاژول) افزایش پیدا می‌کند.

۶۸۵- گزینه۴ خورشید یک منبع انرژی تجدیدپذیر و پاک به شمار می‌رود. با استفادهٔ بیشتر از انرژی خورشید، می‌توان ردپاهای زیست‌محیطی را کاهش داد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ با افزایش قدرت جاذبهٔ میان ذره‌های سازندهٔ مواد، به طور کلی تفاوت بین دمای ذوب و دمای جوش آن مواد افزایش پیدا می‌کند.

۲ در نیروگاه‌های خورشیدی، شارهٔ یونی (سدیم کلرید مذاب) گرمای لازم برای تبخیر شارهٔ مولکولی (آب) را فراهم می‌کند.

۳ تفاوت دمای ذوب و جوش آب برابر با $۱۰۰\ ^\circ C$ و تفاوت بین دمای ذوب و جوش نیتروژن برابر با $۱۱\ ^\circ C$ است. در واقع، چون قدرت نیروهای بین مولکولی در آب قوی‌تر است، تفاوت دمای ذوب و جوش این ماده در مقایسه با تفاوت دمای ذوب و جوش نیتروژن بیشتر است.

۶۸۶- گزینه۲ در قدم اول، باید حداکثر گرمای جذب‌شده توسط هر مول شارهٔ یونی (پتاسیم کلرید مذاب) را محاسبه کنیم.

$$? \text{ g KCl} = ۱ \text{ mol KCl} \times \frac{۷۴/۵ \text{ g KCl}}{۱ \text{ mol KCl}} = ۷۴/۵ \text{ g}$$

حداکثر گرمای قابل جذب $= Q = m.c.\Delta\theta \Rightarrow Q = ۷۴/۵ \times ۱/۵۲ \times (۱۴۲۱ - ۷۷۰) = ۷۳۷۱۹/۲۴ \text{ J}$

در مرحلهٔ بعد، جرم آبی که دمای آن توسط شارهٔ یونی افزایش پیدا می‌کند را محاسبه می‌کنیم.

$$Q = m.c.\Delta\theta \Rightarrow ۷۳۷۱۹/۲۴ = m \times ۴/۲ \times ۸۰ \Rightarrow m \simeq ۲۱۹/۴ \text{ g}$$

۶۸۷- گزینه۲ در نیروگاه‌های خورشیدی، گرمای پرتوهای خورشید توسط شارهٔ یونی (مثل $NaCl(l)$) جذب می‌شود. این ماده از یک ترکیب یونی تشکیل‌شده و دمای ذوب و جوش آن بالاتر از دمای ذوب و جوش شارهٔ مولکولی (مثل آب) است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ در نیروگاه‌های خورشیدی، شارهٔ یونی گرمای پرتوهای خورشید را جذب کرده و در منبع مخصوص ذخیره می‌کند.

۳ سیال (شارهٔ) مولکولی مورد استفاده در نیروگاه‌های خورشیدی، از جنس آب است و می‌دانیم که گشتاور دوقطبی (μ) آب بیشتر از گشتاور دوقطبی H_2S است.

۴ شارهٔ یونی استفاده‌شده در نیروگاه‌های خورشیدی (سدیم کلرید) برخلاف شارهٔ مولکولی استفاده‌شده (آب)، در دمای اتاق به حالت جامد وجود دارد.

۶۸۸- گزینه۴ همهٔ عبارت‌های داده‌شده درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ سدیم کلرید در گسترهٔ دمایی $۸۰۱\ ^\circ C$ تا $۱۴۱۳\ ^\circ C$ به حالت مایع دیده می‌شود. در این گسترهٔ دمایی، مولکول‌های HF و N_2 به حالت گاز وجود دارند.

ب با توجه به مجموع قدرمطلق بار یون‌های سازندهٔ $CaCl_2$ و NaCl، پی می‌بریم که آنتالپی فروپاشی و دمای ذوب کلسیم کلرید بیشتر از آنتالپی فروپاشی و دمای ذوب سدیم کلرید است. از طرفی، *از مبحث مربوط به سلول دانیل به یاد داریم که* با افزودن مقداری کلسیم کلرید به سدیم کلرید، دمای ذوب سدیم کلرید را از $801\ ^\circ C$ تا $587\ ^\circ C$ کاهش می‌دهد.

پ قدرت پیوندهای یونی موجود در بلور NaCl، بیشتر از قدرت پیوندهای هیدروژنی موجود بین مولکول‌های HF است و به همین خاطر، تفاوت میان دمای ذوب و جوش سدیم کلرید بیشتر از تفاوت میان دمای ذوب و جوش هیدروژن فلوئورید است.

ت در منبع ذخیرهٔ انرژی گرمایی نیروگاه‌های خورشیدی، شارهٔ یونی (سدیم کلرید)، به حالت مذاب (l) وجود دارد. آلومینیم تولیدشده طی فرایند هال نیز حالت مذاب دارد.

۶۸۹- گزینه ۳ بسیاری باور دارند که پایداری جامعهٔ پیشرفته با فناوری کارآمد، به گستردگی استفاده از عناصر فلزی وابسته است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ در مدل دریای الکترونی عناصر فلزی، مجموع بار الکتریکی کاتیون‌های فلزی باید با مجموع بار الکتریکی الکترون‌های موجود در دریای الکترونی برابر باشد. این در حالی است که در تصویر نشان داده شده، مجموع بار الکتریکی کاتیون‌ها بیشتر از مجموع بار الکتریکی الکترون‌های موجود در دریای الکترونی است.

۲ پس از دورهٔ سنگی، در دورهٔ برنز و پس از آن در دورهٔ آهن، جوامع دچار دگرگونی و پیشرفت شدند.

۴ رسانایی الکتریکی و گرمایی، از جمله رفتارهای فیزیکی و تنوع اعداد اکسایش، از جمله رفتارهای شیمیایی عناصر فلزی به شمار می‌روند.

۶۹۰- گزینه ۱ فقط عبارت پ درست است.

بررسی چهار عبارت:

آ استرانسیم یک عنصر اصلی از گروه دوم جدول تناوبی است و در مدل دریای الکترونی آن، به ازای هر یون Sr^{2+}، ۲ الکترون در دریای الکترونی وجود دارد.

ب با توجه به نمودار ابتدای بخش فصل اول شیمی یازدهم، در طول سال‌های اخیر، میزان بهره‌برداری از منابع معدنی بیشتر از منابع فلزی بوده است.

پ فلزها در هر چهار دستهٔ s، p، d و f جدول تناوبی جای داشته و علاوه بر داشتن برخی از ویژگی‌های مشترک، دارای رفتارهای منحصربه‌فرد نیز هستند.

ت اولین فلز واسطهٔ موجود در جدول تناوبی عنصر $_{21}Sc$ است. این عنصر در واکنش با نافلزها ۳ الکترون از دست داده و به یون Sc^{3+} تبدیل می‌شود.

۶۹۱- گزینه ۴ چون جرم مولی فلز منیزیم ۰/۶ برابر جرم مولی فلز کلسیم است، در نمونه‌هایی به جرم برابر از این دو عنصر، شمار اتم‌های Ca در نمونهٔ کلسیم ۰/۶ برابر شمار اتم‌های Mg در نمونهٔ منیزیم است. با توجه به بیشتربودن شمار مول‌های منیزیم، حجم گاز H_2 تولیدشده طی واکنش این فلز با محلول‌های اسیدی بیشتر از حجم گاز H_2 تولیدشده طی واکنش فلز کلسیم با محلول‌های اسیدی است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ با توجه به برابربودن جرم این فلزها، اگر چگالی منیزیم بیشتر از چگالی کلسیم باشد، حجم نمونهٔ کلسیم بیشتر از حجم نمونهٔ منیزیم می‌شود.

۲ در گروه دوم جدول تناوبی، با حرکت از بالا به پایین، خاصیت فلزی و واکنش‌پذیری عناصر افزایش پیدا می‌کند. بر این اساس، واکنش‌پذیری Ca بیشتر از واکنش‌پذیری Mg بوده و شدت نور ایجادشده طی واکنش این عنصر با کلر بیشتر از شدت نور ایجادشده در واکنش میان منیزیم و کلر است.

۳ چون شمار مول‌های کلسیم ۰/۶ برابر شمار مول‌های منیزیم است، تعداد الکترون‌های موجود در دریای الکترونی این فلز ۰/۶ برابر تعداد الکترون‌های موجود در دریای الکترونی فلز منیزیم می‌شود.

۶۹۲- گزینه ۲ عبارت‌های آ و پ درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ رسانایی الکتریکی و گرمایی، چکش‌خواری (شکل‌پذیری) و داشتن جلا، از جمله رفتارهای فیزیکی عناصر فلزی به شمار می‌روند.

ب در شبکهٔ بلوری برخی از ترکیب‌های یونی که از آنیون‌ها یا کاتیون‌های چنداتمی تشکیل شده‌اند، علاوه بر پیوندهای یونی، پیوندهای کووالانسی نیز وجود دارد. به عنوان مثال، در ساختار کاتیون‌های موجود در بلور آمونیوم سولفید، پیوند اشتراکی وجود دارد.

پ همهٔ عناصر موجود در دستهٔ d جدول تناوبی، فلز هستند؛ در حالی که در دستهٔ p جدول تناوبی علاوه بر عناصر فلزی، عناصر نافلزی و شبه‌فلزی هم وجود دارند.

ت در مدل دریای الکترونی، سست‌ترین الکترون‌های موجود در اتم (الکترون‌های ظرفیتی)، دریای الکترونی را ساخته و در آن آزادانه جابه‌جا می‌شوند.

۶۹۳- گزینه ۴ در یک نمونه از فلز آلومینیم، به ازای هر یون Al^{3+}، ۳ الکترون در دریای الکترونی وجود دارد؛ پس داریم:

$$?\,mol\,Al = ۳/۶۱۲\times۱۰^{۲۲}\ e^-\ \text{تعداد} \times \frac{۱\,mol\,e^-}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\ e^-\ \text{تعداد}} \times \frac{۱\,mol\,Al}{۳\,mol\,e^-} = ۰/۰۲\,mol$$

فلز آلومینیم براساس معادلهٔ روبه‌رو (واکنش ترمیت) با آهن (III) اکسید واکنش می‌دهد: $۲Al(s) + Fe_۲O_۳(s) \rightarrow ۲Fe(l) + Al_۲O_۳(s)$

با توجه به معادلهٔ این واکنش، جرم آهن (III) اکسید مصرف‌شده و مقدار آهن تولیدشده را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\,Fe_۲O_۳ = ۰/۰۲\,mol\,Al \times \frac{۱\,mol\,Fe_۲O_۳}{۲\,mol\,Al} \times \frac{۱۶۰\,g\,Fe_۲O_۳}{۱\,mol\,Fe_۲O_۳} = ۱/۶\,g$$

$$?\,mol\,Fe = ۰/۰۲\,mol\,Al \times \frac{۱\,mol\,Fe}{۱\,mol\,Al} = ۰/۰۲\,mol$$

فلز آهن نیز براساس معادلهٔ مقابل با اکسیژن واکنش داده و اکسید می‌شود:

$$۴Fe(s) + ۳O_۲(g) \rightarrow ۲Fe_۲O_۳(s)$$

$$?\,mL\,O_۲ = ۰/۰۲\,mol\,Fe \times \frac{۳\,mol\,O_۲}{۴\,mol\,Fe} \times \frac{۲۲/۴\,L\,O_۲}{۱\,mol\,O_۲} \times \frac{۱۰۰۰\,mL\,O_۲}{۱\,L\,O_۲} = ۳۳۶\,mL$$

۶۹۴- گزینه۲ عبارت‌های پ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ از مدل دریای الکترونی برای توجیه برخی از رفتارهای فیزیکی عناصر فلزی استفاده می‌شود در حالی که واکنش‌پذیری و تنوع اعداد اکسایش، از جمله رفتارهای شیمیایی عناصر فلزی محسوب می‌شوند.

ب آرایش الکترونی منیزیم به صورت مقابل است: $_{۱۲}Mg : ۱s^۲\,۲s^۲\,۲p^۶\,۳s^۲ \rightarrow$ الکترون‌های ظرفیتی

برای تشکیل دریای الکترونی در یک نمونه از منیزیم، الکترون‌های ظرفیتی موجود در اتم‌های این عنصر از ساختار اتم‌ها خارج می‌شوند.

پ دریای الکترونی، عاملی است که چیدمان کاتیون‌ها را در شبکهٔ بلوری عناصر فلزی در کنار یکدیگر حفظ می‌کند.

ت الکترون‌های موجود در دنیای الکترونی عناصر فلزی را نمی‌توان تنها متعلق به یک اتم معین دانست.

۶۹۵- گزینه۳ فلزهای قلیایی در گروه اول جدول تناوبی جای داشته و به ازای هر کاتیون موجود در بلور آن‌ها، یک الکترون در دریای الکترونی وجود دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ برخی از فلزهای واسطه (فلزهای دستهٔ d) مثل اسکاندیم و روی، در ترکیب با عناصر نافلزی فقط با یک نوع عدد اکسایش ظاهر می‌شوند.

۲ سرب (Pb)، یک عنصر فلزی چکش‌خوار (شکل‌پذیر) است؛ اما برای ساختن ورقه‌های حلبی، سطح فلز آهن توسط قلع (Sn) پوشیده می‌شود.

۴ فراوان‌ترین عنصر سازندهٔ زمین، آهن است. آهن، همانند سایر جامدهای فلزی، در حالت مذاب، رسانای جریان الکتریسیته است؛ در حالی که سیلیس ($SiO_۲$) و الماس در حالت مذاب رسانای جریان الکتریسیته نیستند.

۶۹۶- گزینه۱ فقط عبارت آ درست است.

بررسی چهار عبارت:

آ از آن‌جا که رسانایی الکتریکی فلزها و گرافیت به وسیلهٔ الکترون‌ها انجام می‌شود، به این مواد رسانای الکترونی گفته می‌شود.

ب کاهنده‌ترین عنصر فلزی موجود در جدول تناوبی، لیتیم ($_۳Li$) است. در دریای الکترونی این عنصر فلزی، به ازای هر یون Li^+، یک الکترون وجود دارد.

پ آرایش الکترونی عناصر فلزی موجود در دستهٔ d و دستهٔ s، به یک زیرلایهٔ الکترونی با $l = ۰$ ختم می‌شود در حالی که آرایش الکترونی عناصر فلزی موجود در دستهٔ p (مثل آلومینیم، سرب و گالیم) به یک زیرلایهٔ الکترونی با $l = ۱$ ختم می‌شود.

ت برخی از عناصر فلزی مثل طلا و سدیم، در حالت جامد نرم هستند و با اعمال یک نیروی کم، شکل آن‌ها تغییر می‌کند.

۶۹۷- گزینه۲ سیلیسیم کربید (SiC)، در دستهٔ جامدهای کووالانسی قرار داشته و ساختاری شکننده دارد. دمای ذوب این ترکیب، همانند دمای ذوب سایر جامدهای کووالانسی بالا است و از آن‌جا که پس از ریختن پودر این ماده در آب، هیچ یونی در محلول ایجاد نمی‌شود، پس محلول حاصل از این فرایند توانایی عبوردادن جریان الکتریسیته را نخواهد داشت.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ پتاسیم یک جامد فلزی چکش‌خوار است و به همین خاطر، این ماده در دستهٔ مواد شکننده قرار نمی‌گیرد.

۳ مالتوز یک ترکیب مولکولی با فرمول $C_{۱۲}H_{۲۲}O_{۱۱}$ است و محلول آبی آن رسانایی الکتریکی ندارد.

۴ منیزیم هیدروکسید ($Mg(OH)_۲$) یک ترکیب یونی با ساختار سخت و شکننده است که به مقدار بسیار اندکی در آب حل می‌شود.

۶۹۸- گزینه۱ در شبکهٔ بلور ترکیب‌های یونی، آنیون‌ها سبب نگه‌داشتن کاتیون‌ها در کنار یکدیگر می‌شوند در حالی که در شبکهٔ بلور جامدهای فلزی، هیچ آنیونی وجود ندارد و الکترون‌های موجود در دریای الکترونی سبب نگه‌داشتن کاتیون‌ها در کنار یکدیگر می‌شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ عناصر فلزی در حالت جامد (s) و مذاب (l) رسانای جریان الکتریسیته هستند، اما ترکیب‌های یونی فقط در حالت مذاب (l) رسانای جریان هستند.

۳ فلزها هنوز هم کلید رشد، گسترش و ارتقای زندگی به شمار می‌روند. این گروه، از مواد، رفتارهای فیزیکی و شیمیایی متنوعی دارند.

۴ فلزها چکش‌خوار هستند اما ترکیب‌های یونی و جامدهای کووالانسی شکننده هستند و بر اثر ضربهٔ چکش خرد می‌شوند.

۶۹۹- گزینه۳ در این آلیاژ، به ازای هر یون $Mg^{۲+}$، ۲ الکترون و به ازای هر یون $Al^{۳+}$ نیز ۳ الکترون در دریای الکترونی وجود دارد. شمار مول‌های منیزیم موجود در این آلیاژ برابر با $x\,mol$ و شمار مول‌های آلومینیم موجود در آن برابر با $y\,mol$ در نظر می‌گیریم. از طرفی، در دریای الکترونی آلیاژ موردنظر $۹/۰۳ \times ۱۰^{۲۳}$ الکترون (معادل با ۱/۵ مول الکترون) وجود دارد؛ پس داریم:

$$\text{تعداد مول‌های } e^- \text{ حاصل از منیزیم} + \text{تعداد مول‌های } e^- \text{ حاصل از آلومینیم} = \text{تعداد مول‌های } e^- \text{ در دریای الکترونی} \Rightarrow ۱/۵ = ۲x + ۳y$$

در مرحلهٔ بعد، با توجه به شمار مول‌های هر فلز، جرم آلیاژ موردنظر را محاسبه می‌کنیم:

$$\left.\begin{array}{l} ?\,g\,Mg = x\,mol\,Mg \times \frac{۲۴\,g\,Mg}{۱\,mol\,Mg} = ۲۴x\,g \\ ?\,g\,Al = y\,mol\,Al \times \frac{۲۷\,g\,Al}{۱\,mol\,Al} = ۲۷y\,g \end{array}\right\} \Rightarrow \text{جرم آلیاژ} = \text{جرم Mg} + \text{جرم Al} \Rightarrow ۱۵ = ۲۴x + ۲۷y$$

دو معادلهٔ حاصل را در یک دستگاه دو معادله و دو مجهول قرار می‌دهیم تا مقدار x و y به دست بیاید.

$$\begin{cases} ۱/۵ = ۲x + ۳y \\ ۱۵ = ۲۴x + ۲۷y \end{cases} \Rightarrow \text{تعداد مول آلومینیم} = y = \frac{۱}{۳}\,mol \quad , \quad \text{تعداد مول منیزیم} = x = \frac{۱}{۴}\,mol$$

با توجه به مقدار x و y، در این آلیاژ ۹ g آلومینیم و ۶ g منیزیم وجود دارد. بر این اساس، درصد جرمی منیزیم را در آلیاژ موردنظر محاسبه می‌کنیم.

$$\text{درصد جرمی منیزیم} = \frac{\text{جرم منیزیم}}{\text{جرم آلیاژ}} \times ۱۰۰ = \frac{۶}{۱۵} \times ۱۰۰ = ۴۰ \text{ درصد}$$

در مرحلهٔ بعد، غلظت H^+ را در محلول موردنظر محاسبه می‌کنیم.

$$[H^+] = ۱۰^{-pH} \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۰/۵} = ۰/۳\,mol.L^{-۱}$$

فلزهای آلومینیم و منیزیم، براساس معادله‌های زیر با یون H^+ موجود در محلول‌های اسیدی واکنش می‌دهند:

$$۲Al(s) + ۶H^+(aq) \rightarrow ۲Al^{۳+}(aq) + ۳H_۲(g)$$

$$Mg(s) + ۲H^+(aq) \rightarrow Mg^{۲+}(aq) + H_۲(g)$$

با توجه به معادلهٔ این واکنش‌ها، حجمی از محلول اسیدی که با هر یک از فلزهای Al و Mg واکنش می‌دهد را محاسبه می‌کنیم.

$$\left.\begin{array}{l} \text{فلز منیزیم: } ?\,L\,\text{محلول} = \frac{۱}{۴}\,mol\,Mg \times \frac{۲\,mol\,H^+}{۱\,mol\,Mg} \times \frac{۱\,L\,\text{محلول}}{۰/۳\,mol\,H^+} = \frac{۵}{۳}\,L \\ \text{فلز آلومینیم: } ?\,L\,\text{محلول} = \frac{۱}{۳}\,mol\,Al \times \frac{۶\,mol\,H^+}{۲\,mol\,Al} \times \frac{۱\,L\,\text{محلول}}{۰/۳\,mol\,H^+} = \frac{۱۰}{۳}\,L \end{array}\right\} \Rightarrow \text{مجموع حجم‌ها} = \frac{۵}{۳} + \frac{۱۰}{۳} = ۵\,L$$

۷۰۰- گزینه ۳ عبارت‌های ب، پ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ فلز کروم در ترکیب‌های خود با اعداد اکسایش ۲+ و ۳+ ظاهر می‌شود در حالی که فلز روی در ترکیب با عناصر مختلف فقط با عدد اکسایش ۲+ ظاهر می‌شود.

ب عناصر فلزی در حالت مذاب و بدون تجزیه‌شدن، جریان الکتریسیته را از خود عبور می‌دهند اما ترکیب‌های یونی در حالت مذاب با عبوردادن جریان الکتریسیته، به عناصر سازندهٔ خود تجزیه می‌شوند.

پ آرایش الکترونی کروم به صورت مقابل است: دارای ۷ الکترون با $l = ۰$ $\Rightarrow$ $_{۲۴}Cr : ۱s^۲\,۲s^۲\,۲p^۶\,۳s^۲\,۳p^۶\,۳d^۵\,۴s^۱$

عناصر قبل و بعد از کروم، معادل با $_{۲۳}V$ و $_{۲۵}Mn$ هستند. آرایش الکترونی این عناصر به این صورت است:

$$_{۲۳}V : ۱s^۲\,۲s^۲\,۲p^۶\,۳s^۲\,۳p^۶\,۳d^۳\,۴s^۲$$

$$_{۲۵}Mn : ۱s^۲\,۲s^۲\,۲p^۶\,۳s^۲\,۳p^۶\,۳d^۵\,۴s^۲$$

ت عنصر $_{۵۰}X$ در گروه ۱۴ از تناوب پنجم قرار داشته و معادل با قلع (Sn) است. این عنصر، همانند کروم، رسانای برق و گرما بوده و قابلیت چکش‌خواری دارد.

۷۰۱- گزینه ۴ فلز منیزیم، در حالت جامد (s) و مذاب (l)، رسانای جریان الکتریسیته است. پس از انداختن این فلز در آب، اتم‌های آن با مولکول‌های $H_۲O$ واکنش داده و یک محلول بازی را ایجاد می‌کنند که رسانای جریان الکتریسیته است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) براساس مدل دریای الکترونی، با ورود n الکترون به بلور یک جامد فلزی، n الکترون از سر دیگر بلور موردنظر خارج می‌شود.

۲) منیزیم قدرت کاهندگی (تمایل به از دست دادن الکترون) زیادی داشته و در صنعت طی واکنش برقکافت منیزیم کلرید مذاب تولید می‌شود.

۳) منیزیم یک جامد فلزی است. در زمان‌های گذشته، از نور ایجادشده در واکنش سوختن این ماده، به عنوان منبع نور در عکاسی استفاده می‌شده است.

۷۰۲- گزینه ۲ عبارت‌های ب و پ درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ واکنش فلز کلسیم با محلول هیدروکلریک اسید به صورت مقابل است: $Ca(s) + ۲HCl(aq) \rightarrow H_۲(g) + CaCl_۲(aq)$

همان‌طور که مشخص است، به ازای مصرف هر مول کلسیم در این واکنش، یک مول گاز $H_۲$ تولید می‌شود.

ب جرم هر پروتون و یا نوترون تقریباً برابر با ۱ amu و جرم هر الکترون برابر با $\frac{۱}{۲۰۰۰}$ amu است. اگر در یک قطعه از بلور این فلز، n یون $_{۲۰}^{۴۰}Ca^{۲+}$ وجود

داشته باشد، در این بلور $2n$ الکترون در دریای الکترونی وجود دارد؛ پس داریم:

$$\frac{\text{جرم هستهٔ اتم‌های کلسیم}}{\text{جرم الکترون‌های دریای الکترونی}} = \frac{\text{جرم پروتون} \times \text{تعداد پروتون} + \text{جرم نوترون} \times \text{تعداد نوترون}}{\text{جرم الکترون} \times \text{تعداد الکترون}} = \frac{20n \times 1 + 20n \times 1}{2n \times \frac{1}{2000}} = 40000$$

پ در شبکهٔ بلوری فلز کلسیم، بار الکتریکی همهٔ کاتیون‌ها (Ca^{2+}) برابر است اما در شبکهٔ بلوری کلسیم کلرید، بار الکتریکی یون‌ها با یکدیگر برابر نیست.

ت حرکت الکترون‌های آزاد در ساختار بلوری این ماده، موجب ایجاد خاصیت رسانایی الکتریکی در آن می‌شود.

۷۰۳- گزینه ۴ با توجه به غلظت یون سولفات، مقدار مس (II) سولفات موجود در این محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$ppm = \frac{\text{گرم یون سولفات}}{\text{گرم محلول}} \times 10^6 = \frac{\text{گرم یون سولفات}}{\text{چگالی محلول} \times \text{حجم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow 480 = \frac{x}{5000 \times 1/2} \times 10^6 \Rightarrow x = 2/88\ g$$

$$?\ mol\,CuSO_4 = 2/88\ g\,SO_4^{2-} \times \frac{1\ mol\,SO_4^{2-}}{96\ g\,SO_4^{2-}} \times \frac{1\ mol\,CuSO_4}{1\ mol\,SO_4^{2-}} = 0/03\ mol$$

فلز آلومینیم براساس معادلهٔ مقابل با مس (II) سولفات واکنش می‌دهد:

$$2Al(s) + 3CuSO_4(aq) \rightarrow Al_2(SO_4)_3(aq) + 3Cu(s)$$

با توجه به معادلهٔ واکنش، مقدار مول‌های آلومینیم مصرف‌شده را محاسبه می‌کنیم:

$$?\ mol\,Al = 0/03\ mol\,CuSO_4 \times \frac{2\ mol\,Al}{3\ mol\,CuSO_4} = 0/02\ mol$$

در بلور آلومینیم، به ازای هر یون Al^{3+}، سه الکترون در دریای الکترونی وجود دارد؛ پس تعداد الکترون‌های موجود در دریای الکترونی این قطعهٔ آلومینیم را محاسبه می‌کنیم:

$$?\ e^-\ \text{تعداد} = 0/02\ mol\,Al \times \frac{3\ mol\,e^-}{1\ mol\,Al} \times \frac{6/02 \times 10^{23}\ e^-\ \text{تعداد}}{1\ mol\,e^-} = 3/612 \times 10^{22}\ e^-$$

۷۰۴- گزینه ۳ کاتیون‌ها (یون‌هایی با بار مثبت) در ساختار بلور جامدهای یونی و جامدهای فلزی وجود دارند. ترکیب‌های یونی، همانند عناصر فلزی، در حالت مذاب (l) رسانای جریان الکتریسیته هستند.

بررسی گزینه‌های نادرست:

۱) مواد کووالانسی (مثل الماس) در حالت جامد سخت و شکننده هستند اما در حالت مذاب جریان الکتریسیته را از خود عبور نمی‌دهند.

۲) فلزها در حالت مذاب رسانای جریان الکتریسیته هستند اما در حالت جامد چکش‌خوار بوده و دارای ساختار شکننده نیستند.

۴) برای توصیف ترکیب‌های یونی نمی‌توان از واژهٔ «فرمول مولکولی» استفاده کرد اما در ساختار برخی از آن‌ها مثل آمونیوم نیترات، پیوند اشتراکی وجود دارد.

۷۰۵- گزینه ۲ عبارت‌های پ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

ا با انحلال برخی از مواد مولکولی (مثل گاز هیدروژن کلرید) در آب، مثل زمانی که یک ترکیب یونی را در آب حل می‌کنیم، یون‌هایی با بار مخالف در محلول ایجاد شده و محلولی با رسانایی الکتریکی بالا ایجاد می‌شود.

ب گرافیت، همانند جامدهای فلزی، رسانای جریان الکتریسیته است اما برخلاف جامدهای فلزی، رسانایی گرمایی ندارد.

پ جامدهای کووالانسی مثل الماس، در حالت جامد شکننده هستند اما در حالت مذاب، توانایی عبوردادن جریان الکتریسیته را ندارند.

ت چون دمای جوش سدیم کلرید کم‌تر از دمای جوش کلسیم فلوئورید است، در دمایی که بلور کلسیم فلوئورید شروع به ذوب‌شدن می‌کند (دمای ذوب CaF_2)، سدیم کلرید به حالت مذاب (l) دیده می‌شود.

۷۰۶- گزینه ۲ واکنش استخراج فلز آهن از آهن (III) اکسید به کمک گرافیت، به صورت زیر است:

$$2Fe_2O_3(s) + 3C(s) \xrightarrow{\Delta} 4Fe(s) + 3CO_2(g)$$

برای توصیف ویژگی‌های گاز CO_2 تولیدشده در این واکنش، می‌توانیم از واژه‌های شیمیایی رایج مثل «مولکول» استفاده کنیم.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) فرمول شیمیایی وانادیم (II) سیلیکات به صورت V_2SiO_4 است. اتم‌های سیلیسیم موجود در این ترکیب، در ساختار یون سیلیکات (SiO_4^{4-}) دیده می‌شوند؛ پس داریم:

یون سیلیکات: $SiO_4^{4-} : -4 = x + 4 \times (-2) \Rightarrow x = +4$

بلور سیلیس: $SiO_2 : 0 = x + 2 \times (-2) \Rightarrow x = +4$

۳) واکنش‌پذیری عناصر گروه اول بیشتر از واکنش‌پذیری عناصر گروه دوم بوده و واکنش‌پذیری عناصر گروه دوم نیز بیشتر از واکنش‌پذیری فلزهای واسطه (مثل تیتانیم و مس) است؛ پس ترتیب واکنش‌پذیری عناصر پتاسیم، کلسیم و تیتانیم، به صورت $Ti < Ca < K$ است.

۴) سیلیسیم کربید (SiC) یک جامد کووالانسی است که از آن به عنوان یک ساینده ارزان‌قیمت در تهیهٔ سنباده استفاده می‌شود. با توجه به کم‌تر بودن آنتالپی پیوند $Si-C$ در مقایسه با پیوند $C-C$ و شباهت ساختاری الماس و سیلیسیم کربید، پی می‌بریم که میزان سختی الماس در مقایسه با سیلیسیم کربید بیشتر است.

۷۰۷- گزینه ۴ اگر یک ماده همهٔ طول موج‌های مرئی که به سمت آن تابیده می‌شود را بازتاب کند، آن ماده به رنگ سفید دیده می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در محیطی که پرتوهای مرئی (پرتوهایی با طول موج ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر) وجود ندارد، چشم انسان هیچ چیزی را نمی‌بیند.

۲) اجسام رنگی بخشی از طرح موج‌های مرئی تابیده‌شده به خود را جذب می‌کنند و الباقی پرتوها را بازتاب می‌کنند.

۳) رنگ‌هایی که از آن‌ها برای پوشش سطوح استفاده می‌شود، نوعی کلوئید هستند که لایهٔ نازکی را بر روی سطح ایجاد می‌کنند تا افزون بر زیبایی، مانع خوردگی جسم موردنظر در مقابل رطوبت، اکسیژن و مواد شیمیایی گردند.

۷۰۸- گزینه ۳ عبارت‌های آ، ب و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ اجسام آبی‌رنگ، همهٔ پرتوهای مرئی، به‌جز پرتوهای آبی‌رنگ را جذب می‌کنند در حالی که اجسام سفیدرنگ، کل پرتوهای مرئی را بازتاب می‌کنند.

ب اجسام بنفش‌رنگ، پرتوهای بنفش و اجسام قرمزرنگ، پرتوهای مرئی را بازتاب می‌کنند. همان‌طور که می‌دانیم، انرژی پرتوهای مرئی بنفش‌رنگ از انرژی پرتوهای مرئی قرمزرنگ بیشتر است، در حالی که طول موج این پرتوها از طول موج پرتوهای قرمزرنگ کوتاه‌تر است.

پ تیتانیم (IV) اکسید (TiO_2) یک رنگدانهٔ معدنی سفیدرنگ و آهن (III) اکسید (Fe_2O_3) یک رنگدانهٔ معدنی قرمزرنگ است.

ت در گذشته، انسان رنگدانه‌ها را از منابع طبیعی همچون گیاهان، جانوران و برخی از کانی‌ها به دست می‌آورد.

۷۰۹- گزینه ۲ یون Cu^{2+}، همانند ذرات وانادیم در محلولی از نمک وانادیم (V) قدرت اکسندگی (تمایل به جذب الکترون) بیشتری در مقایسه با یون روی (یون Zn^{2+}) دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) سازندهٔ اصلی یک مادهٔ رنگی که به آن رنگ می‌بخشد و به صورت طبیعی یا مصنوعی تولید می‌شود، رنگدانه نام دارد.

۳) یک جسم قرمزرنگ، پرتوهای مرئی قرمز را بازتاب می‌کند. اگر پرتوهای مرئی قرمز را به یک جسم آبی‌رنگ بتابانیم، این جسم کل پرتوهای موردنظر را جذب کرده و هیچ پرتویی از آن بازتاب نمی‌شود؛ پس آن جسم به رنگ سیاه دیده می‌شود.

۴) آرایش الکترونی یون $_{23}V^{3+}$ و اتم $_{12}Mg$ به صورت مقابل است:

$_{23}V^{3+}: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^2$ (الکترون‌هایی با $l=0$)

$_{12}Mg: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2$ (الکترون‌هایی با $l=1$)

۷۱۰- گزینه ۳ همهٔ طول موج‌های مرئی که توسط اجسام رنگی جذب می‌شوند، توسط اجسام سفیدرنگ بازتاب می‌شوند.

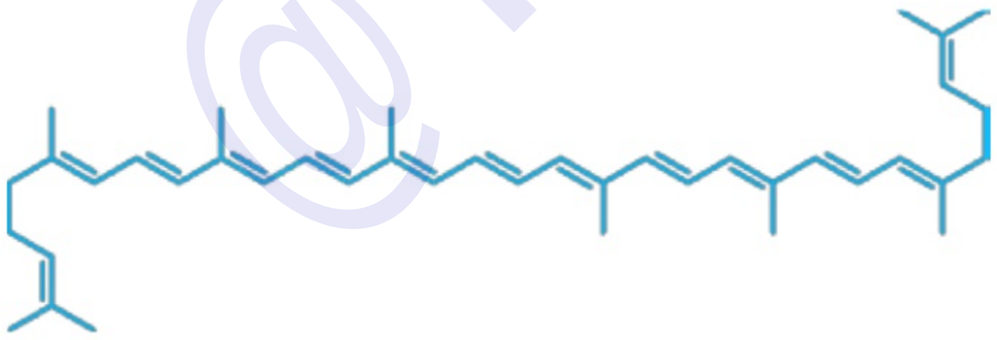
بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) اجسام قرمزرنگ، پرتوهای مرئی قرمز را بازتاب می‌کنند در حالی که این پرتوها توسط اجسام آبی‌رنگ جذب شده و بازتاب نمی‌شوند.

۲) اجسام سیاه‌رنگ هیچ پرتو مرئی را بازتاب نمی‌کنند در حالی که پرتوهایی با طول موج ۴۱۰، ۴۳۴، ۴۸۶ و ۶۵۶ نانومتر در طیف نشری خطی هیدروژن وجود دارند.

۴) اجسام آبی‌رنگ، همهٔ طول موج‌های مرئی به‌جز طول موج‌های آبی را جذب می‌کنند در حالی که رنگدانه‌های آهن (III) اکسید به رنگ قرمز هستند و پرتوهای مرئی آبی را جذب می‌کنند.

۷۱۱- گزینه ۳ ساختار مولکول‌های لیکوپن ($C_{40}H_{56}$) به صورت زیر است:



عبارت‌های ب، پ و ت درست است.

بررسی چهار عبارت:

آ رنگدانه‌های قرمزرنگ، همهٔ پرتوهای مرئی به‌جز پرتوهای قرمز را جذب می‌کنند، در حالی که پرتوهای قرمز را بازتاب می‌کنند.

ب لیکوپن از عناصر هیدروژن و کربن ساخته شده است در حالی که عناصر کربن، هیدروژن و اکسیژن در ساختار مولکول‌های چربی وجود دارند.

پ لیکوپن یک ترکیب بازدارنده است که از فعالیت مخرب رادیکال‌های آزاد در بدن انسان جلوگیری می‌کند.

ت لیکوپن پرتوهای مرئی قرمز را بازتاب می‌کند در حالی که دوده سیاه‌رنگ است و همهٔ پرتوهای الکترومغناطیس مرئی را جذب می‌کند.

۷۱۲- گزینه ۱ آهن (III) اکسید، یک رنگدانهٔ معدنی قرمزرنگ است که پرتوهای مرئی قرمز (پرتوهایی با طول موج تقریبی ۷۰۰ nm) را بازتاب می‌کند و سایر پرتوهای مرئی (پرتوهایی با طول موج کم‌تر از ۷۰۰ nm) را جذب می‌کند؛ پس طول موج پرتوهای بازتاب‌شده توسط این رنگدانه بلندتر از طول موج پرتوهای جذب‌شده توسط آن است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) با توجه به مجموع قدرمطلق بار الکتریکی یون‌های سازندهٔ آهن (III) اکسید، آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور آن بیشتر از آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور آهن (II) اکسید است.

۳) آهن (III) اکسید، طی واکنش میان فراوان‌ترین عناصر سازندهٔ زمین (آهن و اکسیژن) تولید می‌شود و یکی از اجزای سازندهٔ سنگ معدن هماتیت است.

۴) در آهن (III) اکسید، همانند فراوردهٔ نهایی حاصل از خوردگی آهن ($Fe(OH)_3$)، عدد اکسایش اتم‌های آهن برابر ۳+ است.

۷۱۳- گزینه ۴ در طیف نشری خطی هیدروژن در گسترهٔ مرئی، ۴ پرتو با طول موج‌های ۴۱۰ nm (بنفش)، ۴۳۴ nm (آبی)، ۴۸۶ nm (سبز) و ۶۵۶ nm (قرمز) وجود دارد؛ پس از تاباندن این پرتوهای مرئی به یک جسم سیاه‌رنگ، همهٔ این پرتوها توسط جسم موردنظر جذب می‌شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) رنگ شعلهٔ فلز لیتیم قرمز است. با عبوردادن نور حاصل از شعلهٔ این عنصر از یک منشور، این نور تجزیه شده و طیف نشری خطی لیتیم تشکیل می‌شود. اگر پرتوهای موجود در این طیف را به یک جسم سفیدرنگ بتابانیم، همهٔ آن‌ها توسط جسم موردنظر بازتاب می‌شوند و *دقیقاً برعکس ماجرای اتفاق‌افتاده در منشور*، این پرتوها با هم جمع می‌شوند و همان رنگ اولیه‌ای که توسط شعلهٔ لیتیم حاصل شده بود (قرمز) را ایجاد می‌کنند.

۲) در طیف نشری خطی هیدروژن، پرتویی با طول موج ۵۶۵ nm نانومتر وجود ندارد.

۳) در طیف نشری خطی لیتیم، پرتوهای آبی‌رنگ وجود دارند که با تاباندن پرتوهای موجود در این طیف به یک جسم قرمزرنگ، توسط جسم موردنظر جذب می‌شوند.

۷۱۴- گزینه ۴ همهٔ عبارت‌های داده‌شده درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ) با ورود گاز اتن به محلول برم، واکنش مقابل اتفاق می‌افتد: $C_2H_4(g) + Br_2(l) \rightarrow C_2Br_2H_4(l)$

با ورود گاز اتن به محلول برم، مولکول‌های Br_2 مصرف شده و رنگ قرمز این محلول کاهش پیدا می‌کند. از آن‌جا که مواد قرمزرنگ، پرتوهای آبی را جذب می‌کنند، پس با کاهش شدت رنگ قرمز این محلول، میزان جذب پرتوهای آبی‌رنگ توسط آن کاهش پیدا می‌کند.

ب) با تغییر عدد اکسایش وانادیم در محلول نمک‌های این ماده، رنگ محلول موردنظر و طول موج پرتوهای جذب‌شده توسط آن تغییر پیدا می‌کند.

پ) امروزه، رنگدانه‌ها به صورت مصنوعی نیز تولید شده و از آن‌ها، در صنایع غذایی، نساجی و ساختمانی استفاده می‌شود.

ت) رنگ‌های روغنی، افزون بر زیبایی، مانع از خوردگی اجسام توسط اکسیژن، رطوبت و مواد شیمیایی می‌شوند.

۷۱۵- گزینه ۱ جسم A پرتوهای آبی‌رنگ را بازتاب کرده و سایر پرتوها را جذب می‌کند در حالی که جسم B پرتوهای قرمزرنگ را بازتاب کرده و سایر پرتوها را جذب می‌کند. از طرفی، می‌دانیم که انرژی پرتوهای آبی‌رنگ بیشتر از انرژی پرتوهای قرمزرنگ است؛ پس در طول یک بازهٔ زمانی خاص، دمای جسم B در مقایسه با جسم A به مقدار بیشتری افزایش پیدا می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) طول موج پرتوهای بازتاب‌شده از جسم B (پرتوهای قرمز) بلندتر از طول موج پرتوهای بازتاب‌شده از جسم A (پرتوهای آبی) است.

۳) پرتوهای بازتاب‌شده از جسم B (پرتوهای قرمز) در مقایسهٔ پرتوهای بازتاب‌شده از جسم A (پرتوهای آبی) در هنگام گذر از منشور به مقدار کم‌تری منحرف می‌شوند.

۴) انرژی پرتوهای آبی‌رنگ بازتاب‌شده از جسم A، همانند پرتوهای قرمزرنگ بازتاب‌شده از جسم B، کم‌تر از انرژی پرتوهای مرئی نیلی‌رنگ است.

۷۱۶- گزینه ۲ با توجه به نمودار داده‌شده، این رنگدانه پرتوهایی با طول موج‌های ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر (پرتوهای بنفش، نیلی و آبی) را جذب می‌کند در حالی که سایر پرتوهای الکترومغناطیسی مرئی را بازتاب می‌کند؛ پس این رنگدانه تقریباً به رنگ نارنجی دیده می‌شود. بر این اساس، عبارت‌های أ و ب درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ) این رنگدانه، همانند رنگدانهٔ قرمزرنگ Fe_2O_3، پرتوهای آبی‌رنگ را جذب کرده و پرتوهای قرمزرنگ را بازتاب می‌کند.

ب) این رنگدانه پرتوهایی با طول موج ۵۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر را بازتاب می‌کند در حالی که دودهٔ سیاه‌رنگ است و کل پرتوهای مرئی تابیده‌شده به خود را جذب می‌کند.

پ) محلول نمک وانادیم (IV)، آبی‌رنگ است و برخلاف این رنگدانه، پرتوهای آبی را بازتاب کرده و پرتوهای نارنجی را جذب می‌کند.

ت) میانگین انرژی پرتوهای مرئی بازتاب‌شده توسط این رنگدانه، کم‌تر از میانگین انرژی پرتوهای جذب‌شده توسط آن است.

۷۱۷- گزینه ۳ فرایند اکسایش یون وانادیم (II) به یون وانادیم (III) به صورت زیر است:

$$_{23}V^{2+} : 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^3 \xrightarrow{-e^-} {}_{23}V^{3+} : 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^2 \Rightarrow$$ عدد کوانتومی فرعی الکترون از دست داده شده برابر ۲ است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) گر جسمی طول موج‌های کوتاه‌تر از ۶۰۰ nm (رنگ پرتوهایی که طول موج آن‌ها کوتاه‌تر از ۶۰۰ nm باشد، در بازهٔ بین نارنجی تا بنفش قرار می‌گیرد.) را جذب کند، پرتوهایی با طول موج بیشتر از ۶۰۰ nm (پرتوهای قرمزرنگ) را بازتاب کرده و به رنگ قرمز دیده می‌شود.

۲) TiO_2 یک رنگدانهٔ معدنی است که از آن برای ایجاد رنگ سفید استفاده می‌شود.

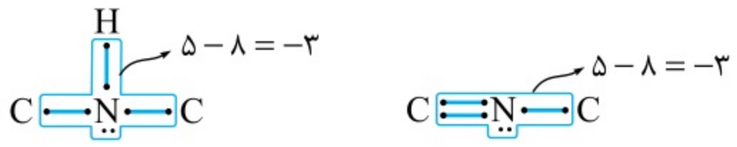
۴) هنگام کارکردن سلول گالوانی روی ـ مس، یون‌های Cu^{2+} در نیم‌سلول مس کاهش یافته و از شدت رنگ آبی محلول موجود در نیم‌سلول مس کاسته می‌شود و به همین خاطر، میزان جذب پرتوهای قرمزرنگ توسط این محلول کاهش پیدا می‌کند.

۷۱۸- گزینه ۳ عبارت‌های آ، ب و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ این رنگدانه، پرتوهای بنفش‌رنگ را بازتاب کرده و سایر پرتوهای مرئی را جذب می‌کند. از آن‌جا که انرژی پرتوهای بنفش‌رنگ بیشتر از انرژی سایر پرتوهای مرئی است، پس می‌توان گفت انرژی پرتوهای مرئی بازتاب‌شده توسط این رنگدانه بیشتر از انرژی پرتوهای جذب‌شده توسط آن است.

ب اتم‌های نیتروژن مطابق با یکی از دو ساختار روبه‌رو در این مولکول وجود دارند:

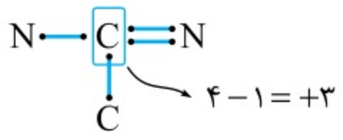


همان‌طور که مشخص است، عدد اکسایش اتم‌های نیتروژن موجود در هر یک از این ساختارها برابر ۳− است.

پ فرمول شیمیایی این ترکیب به صورت $C_{۳۲}H_{۱۸}N_۸$ است؛ پس داریم:

$$\text{تعداد پیوندهای اشتراکی} = \frac{۴\times C\text{ تعداد اتم} + ۱\times H\text{ تعداد اتم} + ۲\times O\text{ تعداد اتم} + ۳\times N\text{ تعداد اتم}}{۲} = \frac{۴\times ۳۲ + ۱\times ۱۸ + ۵\times ۰ + ۸\times ۳}{۲} = ۸۵$$

ت حداکثر عدد اکسایش اتم‌های کربن، در حلقهٔ مرکزی این ترکیب دیده می‌شود. ساختار اتم‌های کربن در این ناحیه به صورت مقابل است:



همان‌طور که مشخص است، حداکثر عدد اکسایش اتم‌های C در این ترکیب، همانند استیک اسید $(CH_۳COOH)$، برابر ۳+ است.

۷۱۹- گزینه ۳ از TiO_2 به عنوان یک رنگدانهٔ معدنی سفیدرنگ استفاده می‌شود. آرایش الکترونی کاتیون‌های سازندهٔ این ترکیب به صورت زیر است:

$$_{۲۲}Ti^{۴+} : ۱s^۲\ ۲s^۲\ ۲p^۶\ ۳s^۲\ ۳p^۶ \Rightarrow$$ در آرایش الکترونی این یون، مجموعاً ۸ الکترون در لایهٔ $n = ۳$ قرار گرفته است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) عدد اکسایش تیتانیم در TiO_2، همانند عدد اکسایش اتم‌های سیلیسیم در یون سیلیکات $(SiO_۴^{۴-})$ برابر با ۴+ است.

۲) تیتانیم (IV) اکسید، یک ترکیب یونی است و می‌دانیم که تفاوت دمای ذوب و جوش این گروه از مواد، بیشتر از تفاوت دمای ذوب و جوش مواد مولکولی است.

۴) در واکنش میان محلول سدیم کلرید با محلول نقره نیترات، رسوب سفیدرنگ نقره کلرید تولید می‌شود. با تاباندن نور مرئی به این رسوب سفیدرنگ، همانند بلور تیتانیم (IV) اکسید، همهٔ پرتوهای مرئی تابانده‌شده بازتاب می‌شوند.

۷۲۰- گزینه ۲ عبارت‌های آ و ب درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ وانادیم، سومین فلز واسطهٔ موجود در جدول تناوبی است. آرایش الکترونی این عنصر به صورت زیر است:

$$_{۲۳}V : ۱s^۲\ ۲s^۲\ ۲p^۶\ ۳s^۲\ ۳p^۶\ ۳d^۳\ ۴s^۲ \Rightarrow$$ آرایش الکترونی این عنصر به زیرلایهٔ ۴s با $l = ۰$ ختم شده است.

ب محلول نمک وانادیم (IV)، به رنگ آبی و محلول نمک وانادیم (III) به رنگ سبز است؛ پس انرژی پرتوهای بازتاب‌شده از محلول نمک وانادیم (IV) بیشتر از محلول دیگر است.

پ محلول نمک‌های وانادیم (II) به رنگ بنفش دیده می‌شود. آرایش الکترونی یون $V^{۲+}$ به صورت مقابل است: $_{۲۳}V^{۲+} : ۱s^۲\ ۲s^۲\ ۲p^۶\ ۳s^۲\ ۳p^۶\ ۳d^۳$

ت در نمک $VO_۲OH$، عدد اکسایش وانادیم برابر با ۵+ است؛ پس محلول این نمک برخلاف محلول مس (II) سولفات به رنگ زرد دیده می‌شود.

۷۲۱- گزینه ۱ از TiO_2 به عنوان رنگدانهٔ سفیدرنگ استفاده می‌شود. در یون $_{۲۲}Ti^{۴+}$، ۱۸ الکترون وجود دارد و آرایش الکترونی این یون مشابه آرایش الکترونی گاز آرگون $(_{۱۸}Ar)$ است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) واکنش میان فلز روی با محلول نمک وانادیم (V) به صورت طبیعی انجام شده و در آن اتم‌های وانادیم کاهش پیدا می‌کنند. با توجه به انجام‌شدن این واکنش در حالت طبیعی، پایداری فراورده‌های تولیدشده در آن بیشتر از پایداری واکنش‌دهنده‌های مصرف‌شده است.

۳) محلول نمک‌های وانادیم (II)، به رنگ بنفش دیده می‌شود. این محلول، پرانرژی‌ترین پرتوهای الکترومغناطیس مرئی (پرتوهای بنفش) را بازتاب کرده و سایر پرتوهای الکترومغناطیسی مرئی را جذب می‌کند.

۴) در واکنش میان فلز روی با محلول نمک‌های وانادیم (V)، اتم‌های روی در نقش عامل کاهنده، اکسایش پیدا می‌کنند. در سلول گالوانی روی ـ مس نیز اتم‌های Zn در مقایسه با اتم‌های Cu قدرت کاهندگی بیشتری داشته و به عنوان عامل کاهنده، اکسایش پیدا می‌کنند.

۷۲۲- گزینه ۲ از میان اکسیدهای گوگرد ($SO_۲$ و $SO_۳$)، گشتاور دوقطبی $SO_۳$ برابر صفر است. بر این اساس، عبارت‌های ب و ت درست هستند.

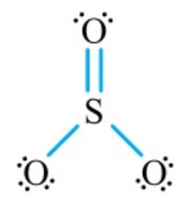
بررسی چهار عبارت:

آ رنگدانهٔ معدنی مورد استفاده برای ایجاد رنگ سفید، $TiO_۲$ است. این ترکیب در دستهٔ مواد یونی قرار داشته و برای توصیف ویژگی‌های آن نمی‌توانیم از واژه‌های «مولکول» و «جرم مولکولی» استفاده کنیم.

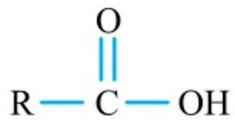
ب گوگرد تری‌اکسید، همانند سایر مواد مولکولی، در مقایسه با مواد یونی در گسترهٔ دمایی کوچک‌تری به حالت مذاب دیده می‌شود.

پ مولکول‌های SO_3 دارای ساختار مسطح هستند و یک نمونه از این ماده، همانند یک نمونه از الماس، در حالت مذاب رسانای جریان برق نیست.

ت ساختار لوویس SO_3 (دارای ۸ جفت‌الکترون ناپیوندی) و کربونیل سولفید (دارای ۴ جفت‌الکترون ناپیوندی) به صورت زیر است:

گوگرد تری‌اکسید: 

کربونیل سولفید: 

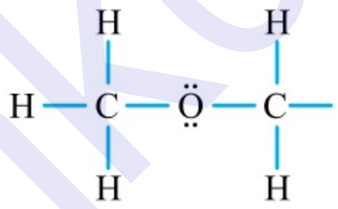
۷۲۳- گزینه ۳ ساختار مولکول‌های اسید چرب به صورت مقابل است: 

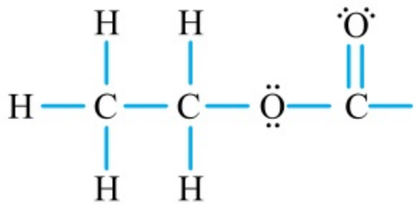
بخش قطبی این مولکول‌ها از گروه کربوکسیل $(COOH)$ تشکیل شده است و به خاطر وجود اتم‌های اکسیژن در گروه عاملی کربوکسیل، این بخش از مولکول‌های اسید چرب دارای بار جزئی منفی $(\delta-)$ هستند و به همین خاطر، در نقشهٔ پتانسیل الکترواستاتیکی با رنگ قرمز مشخص می‌شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ گرافیت یک جامد کووالانسی است که به رنگ سیاه دیده می‌شود؛ پس این ماده تمام طول موج‌های مرئی تابیده‌شده به سمت خود را جذب می‌کند.

۲ دی‌متیل اتر، یک ترکیب مولکولی دوقطبی $(\mu > 0)$ است. ساختار مولکول‌های دی‌متیل اتر و اتیل متانوات به صورت زیر است:

دی‌متیل اتر: 

اتیل متانوات: 

۴ نفتالن یک هیدروکربن با گشتاور دوقطبی صفر و سفیدرنگ است که همهٔ طول موج‌های مرئی تابیده‌شده به سمت خود را بازتاب می‌کند.

۷۲۴- گزینه ۳ تیتانیم (Ti_{22})، دومین فلز واسطه است و در تناوب چهارم جدول دوره‌ای قرار دارد. ماندگاری و استحکام زیاد، از جمله ویژگی‌های مناسب فلز تیتانیم به شمار می‌روند. در حالی که طلا یک فلز چکش‌خوار و نرم است و چند گرم از آن را می‌توان با چکش‌کاری به صفحه‌ای با مساحت چند متر مربع تبدیل کرد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ تیتانیم (IV) اکسید، یکی از اکسیدهای تیتانیم است که از آن به عنوان یک رنگدانهٔ معدنی سفیدرنگ استفاده می‌شود.

۲ اورانیم، همانند تیتانیم، یک جامد فلزی است و بلور آن شبکهٔ منظمی از کاتیون‌ها در سه بعد به شمار می‌رود.

۴ از فلز تیتانیم، برای ساختن قطعات موتور جت، پروانهٔ کشتی‌های اقیانوس‌پیما و نمای ساختمان‌ها استفاده می‌شود.

۷۲۵- گزینه ۳ واکنش تولید فلز تیتانیم به صورت مقابل است: $TiCl_4 + 2Mg \rightarrow Ti + 2MgCl_2$

از آن‌جا که این واکنش به صورت طبیعی انجام می‌شود، پس می‌توان گفت واکنش‌پذیری (تمایل به از دست دادن الکترون) منیزیم بیشتر از واکنش‌پذیری تیتانیم است. طی این واکنش، به ازای مصرف‌شدن ۲ مول منیزیم، یک مول تیتانیم (۴۸ گرم تیتانیم) و ۲ مول منیزیم کلرید (۱۹۰ گرم منیزیم کلرید) تولید می‌شود؛ پس تفاوت جرم فراورده‌های تولیدشده به ازای مصرف‌شدن ۲ مول منیزیم، برابر با ۱۴۲ g است. بر این اساس، شمار مول‌های منیزیم مصرف‌شده در این واکنش را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,mol\,Mg = 28/4\,g\ \text{تفاوت جرم} \times \frac{2\,mol\,Mg}{142\,g\ \text{تفاوت جرم}} = 0/4\,mol$$

در بلور منیزیم، به ازای هر یون Mg^{2+}، ۲ الکترون در دریای الکترونی وجود دارد؛ پس داریم:

$$?\,e^-\ \text{در دریای الکترونی تعداد} = 0/4\,mol\,Mg \times \frac{2\,mol\ e^-\ \text{در دریای الکترونی}}{1\,mol\,Mg} \times \frac{6/02\times10^{23}\ e^-\ \text{در دریای الکترونی}}{1\,mol\ e^-\ \text{در دریای الکترونی}} = 4/816\times10^{23}$$

۷۲۶- گزینه ۲ عبارت‌های أ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ فلزهای واسطه (فلزهای دستهٔ d) در ویژگی‌هایی مانند میزان سختی، نقطهٔ ذوب و تنوع عدد اکسایش با فلزهای دستهٔ s و p تفاوت دارند.

ب تیتانیم، دومین فلز واسطهٔ موجود در جدول تناوبی است و همانند فولاد، مقاومت بالایی در برابر سایش دارد.

پ از فولاد برای ساختن مغزی (لایهٔ درونی) و از آلومینیم برای ساختن روکش سیم‌های انتقال برق استفاده می‌شود. این فلز، برخلاف تیتانیم، با ذره‌های موجود در آب اقیانوس‌ها واکنش می‌دهد.

ت به خاطر زیبایی ظاهر و مقاومت بالا در برابر خوردگی و سایش، از فلز تیتانیم برای ساختن نمای ساختمان‌ها استفاده می‌شود.

۷۲۷- گزینه ۱ فلزهای واسطه در برخی از ویژگی‌های شیمیایی (مثل تنوع اعداد اکسایش) و برخی از ویژگی‌های فیزیکی (مثل میزان سختی) با فلزهای اصلی (فلزهای دسته‌های s و p) تفاوت دارند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ تیتانیم مقاومت بالایی در برابر خوردگی دارد، چگالی تیتانیم، آلومینیم و فولاد به ترتیب برابر با ۴/۵، ۲/۷ و ۷/۹ گرم بر میلی‌لیتر است.

۳ عدد اکسایش وانادیم در محلول سبزرنگ نمک‌های وانادیم (III)، مشابه عدد اکسایش اتم N در NF_3 و برابر با $+3$ است.

۴ به خاطر دمای ذوب بالا و چگالی کم تیتانیم، از این فلز برای ساختن قطعات موجود در موتور جت استفاده می‌شود.

۷۲۸- گزینه ۴ عبارت‌های آ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ سیلیس خالص، خواص نوری ویژه‌ای داشته و به همین خاطر، از آن برای ساختن انواع منشورها و عدسی‌ها استفاده می‌شود.

ب جامدهای یونی شکننده بوده و با واردشدن نیروی خارجی به آن‌ها، خرد می‌شوند.

پ نیتینول از عناصر تیتانیم و نیکل و آهن سفید از عناصر روی و آهن تشکیل شده است و *حتماً می‌دونید که* Ti، Zn، Ni و Fe متعلق به دستهٔ d هستند.

ت وجود الکترون‌های ناپیوندی روی اتم مرکزی می‌تواند تقارن و توزیع یکنواخت بارهای الکتریکی در مولکول‌های چنداتمی را بزند.

۷۲۹- گزینه ۳ اگر حجم آلومینیم موجود در یک نمونه از این آلیاژ را برابر با a و حجم تیتانیم موجود در آن را برابر با b میلی‌لیتر در نظر بگیریم، با توجه به چگالی این فلزها و چگالی آلیاژ حاصل از آن‌ها داریم:

$$\text{چگالی آلیاژ} = \frac{\text{چگالی تیتانیم} \times \text{حجم تیتانیم} + \text{چگالی آلومینیم} \times \text{حجم آلومینیم}}{\text{حجم تیتانیم} + \text{حجم آلومینیم}} \Rightarrow ۳/۶ = \frac{a \times ۲/۷ + b \times ۴/۵}{a + b} \Rightarrow a = b$$

بر این اساس، حجم آلومینیم موجود در این آلیاژ با حجم تیتانیم موجود در آن برابر است؛ پس داریم:

$$\text{جرم تیتانیم موجود در آلیاژ: } ? \, g\, Ti = b\, mL\, Ti \times \frac{۴/۵\, g\, Ti}{۱\, mL\, Ti} = ۴/۵b\, g \qquad \text{جرم آلومینیم موجود در آلیاژ: } ? \, g\, Al = a\, mL\, Al \times \frac{۲/۷\, g\, Al}{۱\, mL\, Al} = ۲/۷a\, g$$

در مرحلهٔ آخر، درصد جرمی تیتانیم را در آلیاژ موردنظر محاسبه می‌کنیم:

$$\text{درصد جرمی تیتانیم} = \frac{\text{جرم تیتانیم}}{\text{جرم تیتانیم} + \text{جرم آلومینیم}} \times ۱۰۰ = \frac{۴/۵b}{۲/۷a + ۴/۵b} \times ۱۰۰ \overset{a=b}{=\!=} \frac{۴/۵a}{۲/۷a + ۴/۵a} \times ۱۰۰ = ۶۲/۵$$

۷۳۰- گزینه ۴ همهٔ عبارت‌های داده‌شده نادرست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ تیتانیم با ذره‌های موجود در آب دریا واکنش نمی‌دهد. مقاومت این فلز در مقابل خوردگی عالی است در حالی که فولاد مقاومت ضعیفی در برابر خوردگی دارد.

ب نیتینول، آلیاژی از تیتانیم و نیکل است که از آن برای ساختن سازه‌های فلزی ارتودنسی استفاده می‌شود.

پ آرایش الکترونی تیتانیم به صورت مقابل است:

$$_{۲۲}Ti : ۱s^۲\, ۲s^۲\, ۲p^۶\, ۳s^۲\, ۳p^۶\, ۳d^۲\, ۴s^۲$$

همان‌طور که مشخص است، در آرایش الکترونی این عنصر، ۵ زیرلایهٔ دوالکترونی و ۲ زیرلایهٔ شش‌الکترونی وجود دارد.

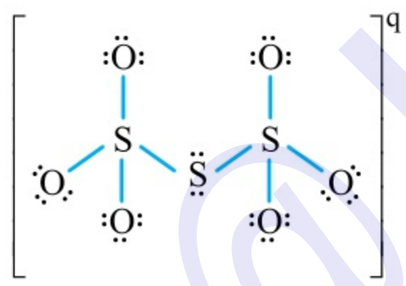
ت با توجه به بار یون روبیدیم (Rb^+)، نماد آنیون به کار رفته در ترکیب اول به صورت $TiO_۳^{۲-}$ می‌شود؛ پس داریم:

$$Fe_۲O_۳ : ۰ = ۲x + ۳ \times (-۲) \Rightarrow x = +۳ \qquad TiO_۳^{۲-} : -۲ = x + ۳ \times (-۲) \Rightarrow x = +۴$$

۷۳۱- گزینه ۱ فرمول شیمیایی این آنیون به صورت $S_۳O_۶^{q-}$ است. این آنیون در ترکیب با یون Ti^{n+}، یک ترکیب یونی با فرمول شیمیایی $Ti_q(S_۳O_۶)_n$ تولید می‌کند. در رابطه با این ترکیب یونی داریم:

$$\text{درصد جرمی تیتانیم} = \frac{q \times \text{جرم مولی تیتانیم}}{\text{جرم مولی ترکیب}} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۲۰ = \frac{q \times ۴۸}{q \times ۴۸ + n \times ۱۹۲} \times ۱۰۰ \Rightarrow q = n$$

با توجه به مقدار q و n، فرمول شیمیایی ترکیب موردنظر به صورت $TiS_۳O_۶$ می‌شود. در مرحلهٔ بعد، مقدار q را با توجه به ساختار یون داده‌شده محاسبه می‌کنیم:



$$\Rightarrow q = (۳ \times ۶ + ۶ \times ۶) - (۲۰ \times ۲ + ۸ \times ۲) \Rightarrow q = -۲$$

با توجه به بار آنیون و فرمول شیمیایی این ترکیب، عدد اکسایش اتم‌های Ti در آن برابر ۲+ است در حالی که عدد اکسایش تیتانیم در رنگدانهٔ معدنی سفیدرنگ ($TiO_۲$)، برابر ۴+ است. در مرحلهٔ بعد، درصد جرمی اکسیژن را در این ترکیب و $TiO_۲$ مقایسه می‌کنیم.

$$\frac{\text{درصد جرمی O در } TiS_۳O_۶}{\text{درصد جرمی O در } TiO_۲} = \frac{\frac{\text{جرم مولی O} \times ۶}{\text{جرم مولی } TiS_۳O_۶} \times ۱۰۰}{\frac{\text{جرم مولی O} \times ۲}{\text{جرم مولی } TiO_۲} \times ۱۰۰} = \frac{\frac{۶ \times ۱۶}{۲۴۰}}{\frac{۲ \times ۱۶}{۸۰}} = ۱$$

۷۳۲- گزینه ۳ واکنش کلی انجام‌شده در این سلول به صورت مقابل است:

$$۳Mg(s) + ۲Al^{۳+}(aq) \xrightarrow{۶e^-} ۳Mg^{۲+}(aq) + ۲Al(s)$$

با توجه به تعداد الکترون‌های مبادله‌شده در این سلول، جرم Mg(s) مصرف‌شده را محاسبه می‌کنیم.

$$? \, g\, Mg = ۳/۶۱۲ \times ۱۰^{۲۴} \text{ تعداد} \times \frac{۱\, mol\, e^-}{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳} \text{ تعداد } e^-} \times \frac{۳\, mol\, Mg}{۶\, mol\, e^-} \times \frac{۲۴\, g\, Mg}{۱\, mol\, Mg} = ۷۲\, g$$

با توجه به درصد جرمی تیتانیم در آلیاژ اولیه، در این آلیاژ، $38/4\ g$ فلز تیتانیم وجود داشته است. پس از عبور $3/612\times10^{24}$ الکترون از مواد خارجی این سلول، جرم این آلیاژ به اندازهٔ $72\ g$ کاهش پیدا می‌کند اما جرم تیتانیم موجود در آن ثابت باقی می‌ماند؛ پس داریم:

$$\text{درصد جرمی تیتانیم} = \frac{\text{جرم تیتانیم}}{\text{جرم آلیاژ}}\times100 = \frac{38/4}{192-72}\times100 = 32$$

۷۳۳- گزینه ۲ اگر واکنش‌پذیری تیتانیم بیشتر از واکنش‌پذیری آهن باشد (پتانسیل کاهشی تیتانیم منفی‌تر از پتانسیل کاهشی آهن باشد)، از فلز آهن نمی‌توانیم برای استخراج فلز تیتانیم از ترکیب‌های آن استفاده کنیم.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) چون فلز تیتانیم به مقدار ناچیزی با ذرات موجود در آب دریا واکنش می‌دهد، از آن برای ساختن پروانهٔ کشتی‌های اقیانوس‌پیما استفاده می‌شود.

۳) نیتینول، آلیاژی از دو فلز واسطه ($_{22}Ti$ ، $_{28}Ni$) است که از آن به عنوان مادهٔ پیش‌ساز برای تولید قاب عینک‌ها و استنت درون رگ‌ها استفاده می‌شود.

۴) چون پتانسیل کاهشی تیتانیم کوچک‌تر از پتانسیل کاهشی آهن است، از این فلز می‌توانیم برای محافظت از آهن در برابر خوردگی استفاده کنیم.

۷۳۴- گزینه ۴ همهٔ عبارت‌های داده‌شده درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ) نیتینول، آلیاژی از فلزهای نیکل و تیتانیم است؛ پس چگالی آن بیشتر از چگالی تیتانیم و کم‌تر از چگالی نیکل است.

ب) آهن (III) اکسید، پرتوهای مرئی قرمز (پرتوهایی با طول موج تقریبی ۶۵۰ تا ۷۰۰ نانومتر) را بازتاب کرده و سایر پرتوهای الکترومغناطیسی را جذب می‌کند. در نقطهٔ مقابل، دوده یک رنگدانهٔ سیاه‌رنگ است که همهٔ طول موج‌های مرئی (پرتوهایی با طول موج ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر) را جذب می‌کند.

پ) سدیم کلرید در بازهٔ دمایی بین $801\ ^\circ C$ تا $1413\ ^\circ C$ به حالت مذاب (مایع) است در حالی که دمای جوش هیدروژن فلوئورید برابر با $19\ ^\circ C$ و نقطهٔ ذوب تیتانیم برابر با $1667\ ^\circ C$ است.

ت) فرمول شیمیایی آنیون در ترکیب Na_3VO_4 به صورت VO_4^{3-} است؛ پس داریم:

$$VO_4^{3-}: -3 = x + 4\times(-2) \Rightarrow x = +5$$
$$PO_4^{3-}: -3 = x + 4\times(-2) \Rightarrow x = +5$$

همان‌طور که مشخص است، ذعدد اکسایش وانادیم در Na_3VO_4 برابر با $+5$ می‌شود؛ پس محلول این نمک به رنگ زرد دیده خواهد شد.

۷۳۵- گزینه ۲ آمونیاک، اوره، ویتامین «آ» و مواد عایق گرما، از جمله فراورده‌های حاصل از فناوری‌های شیمیایی هستند. ترتیب زمانی تولید این فراورده‌ها به صورت: «مواد عایق گرما ← ویتامین «آ» ← اوره ← آمونیاک» است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) برای بالارفتن هر جامعه از *نردبام* پیشرفت، افزون بر انگیزه، به تکیه‌گاه‌هایی مثل دانش، توانایی، مهارت و زیرساخت‌های لازم نیاز است.

۳) فناوری تصفیهٔ آب، از جمله دستاوردهای دانش شیمی بوده و مانع گسترش بیماری‌هایی از جمله وبا در جهان شده است.

۴) بهره‌گیری از مبدل‌های کاتالیستی در خودروها، کودهای شیمیایی و تبدیل مواد شیمیایی به مواد ارزشمند، از جمله فناوری‌های محقق‌شده به کمک شیمی هستند.

۷۳۶- گزینه ۳ عبارت‌های أ، ب و پ درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ) انسان همواره برای زندگی و ادامهٔ آن با چالش‌ها و مشکلاتی روبه‌رو بوده است اما با بهره‌گیری از هوش، خرد و الهام از طبیعت، توانسته برای هر پرسش، در ذهن خود پاسخی پیدا کند.

ب) دسترسی آسان و ارزان‌تر به فناوری‌های نو، از جمله پیامدهای رشد و پیشرفت یک جامعه محسوب می‌شوند.

پ) فناوری تولید پلاستیک، صنعت پوشاک و صنعت بسته‌بندی مواد غذایی و دارویی را دگرگون ساخته است.

ت) ویتامین «آ»، همانند ویتامین «کا» و ویتامین «دی»، نامحلول در آب بوده و از جمله فراورده‌های حاصل از فناوری‌های شیمیایی محسوب می‌شود.

۷۳۷- گزینه ۲ تبدیل مواد شیمیایی خام به مواد ارزشمند از جمله استفاده‌های درست و تولید سلاح‌های شیمیایی از جمله استفاده‌های نادرست از دانش و فناوری محسوب می‌شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) ساختار لوویس گازهای نیتروژن مونوکسید (NO) و نیتروژن دی‌اکسید (NO_2) به صورت مقابل است:

همان‌طور که مشخص است، در هر یک از این گونه‌های شیمیایی، یک الکترون جفت‌نشده، وجود دارد؛ پس این گونه‌ها رادیکال هستند.

۳) به ازای طی یک کیلومتر مسافت توسط خودروها، $5/99$ گرم گاز کربن مونوکسید (CO) و $1/04$ گرم گاز نیتروژن مونوکسید (NO) تولید می‌شود.

۴) گاز اوزون در موتور خودروها تولید نمی‌شود. این گاز بر اثر واکنش میان مولکول‌های NO_2 و O_2 در لایهٔ تروپوسفر تولید می‌شود.

۷۳۸- گزینه۳ عبارت‌های أ، پ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ پوشش‌های دوستدار محیط زیست (مواد عایق گرما) از جمله فراورده‌های حاصل از فناوری شیمیایی در سال‌های پس از انقلاب صنعتی هستند.

ب اوزون (O_3) یکی از دگرشکل‌های اکسیژن است که بر اثر واکنش گازهای NO_2 و O_2 در لایهٔ تروپوسفر تولید می‌شود.

پ هوای خشک و پاک، مخلوط همگنی از گازهای N_2، O_2، CO_2 و ... است که به طور یکنواخت در سرتاسر هواکره پخش شده‌اند.

ت افزون برگازهای NO، NO_2، CO، SO_2 و O_3، هوای آلودهٔ شهرها شامل ذرات معلق و مواد آلی فرار نیز می‌شود.

۷۳۹- گزینه۲ برخی از آلاینده‌های خارج‌شده از اگزوز خودروها از جمله هیدروکربن‌های نسوخته (C_xH_y) در دستهٔ اکسیدهای نافلزی قرار نمی‌گیرند. از میان اکسیدهای نافلزی خارج‌شده از اگزوز خودروها نیز برخی از گازها مثل NO و CO خاصیت اسیدی ندارند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ گازهای گوگرد دی‌اکسید (SO_2)، نیتروژن مونوکسید (NO) و هیدروکربن‌های نسوخته (C_xH_y)، از جمله آلاینده‌های خارج‌شده از اگزوز هستند.

۳ فناوری تولید بنزین، باعث افزایش سرعت حمل‌ونقل شده و استفاده از مبدل‌های کاتالیستی نیز آلودگی ناشی از مصرف آن را کاهش داد.

۴ هوای آلوده، بوی بدی دارد، چهرهٔ شهر را زشت می‌کند و سبب ایجاد و تشدید بیماری‌های تنفسی مثل آسم و برونشیت و حتی مرگ می‌شود.

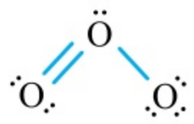
۷۴۰- گزینه۱ فقط عبارت پ درست است.

بررسی چهار عبارت:

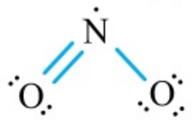
أ مهم‌ترین گاز گلخانه‌ای، گاز CO_2 است. مولکول‌های این گاز ناقطبی بوده و چهارمین جزء فراوان هوای پاک و خشک را تشکیل می‌دهند.

ب در طول شب، مقایسهٔ غلظت گازهای آلاینده در هوای شهرهای بزرگ به صورت $O_3 < NO < NO_2$ است.

پ گاز اوزون واکنش‌پذیری بیشتری در مقایسه با اکسیژن دارد و ساختار لوویس مولکول‌های آن به صورت مقابل است:

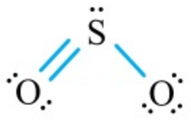


ت گاز نیتروژن دی‌اکسید، باعث ایجاد رنگ قهوه‌ای در هوای آلوده می‌شود. ساختار لوویس NO_2 به صورت مقابل است:



همان‌طور که مشخص است، در هر مولکول NO_2، سه پیوند اشتراکی بین اتم‌ها وجود دارد.

۷۴۱- گزینه۴ فراوان‌ترین ترکیب موجود در هوای پاک و خشک، گاز CO_2 است. ساختار لوویس گازهای SO_2 و CO_2 به صورت زیر است:



دارای ۶ جفت‌الکترون ناپیوندی ⇐

دارای ۴ جفت‌الکترون ناپیوندی ⇐ $\ddot{O}=C=\ddot{O}$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ نیتروژن مونوکسید یک گونهٔ رادیکال است و به خاطر وجود الکترون جفت‌نشده در ساختار آن، مولکول‌های NO واکنش‌پذیری بالایی دارند.

۲ گاز اوزون در لایهٔ تروپوسفر براساس واکنش مقابل تولید می‌شود: $NO_2(g) + O_2(g) \rightarrow NO(g) + O_3(g)$

با توجه به مصرف‌شدن گاز NO_2 در این واکنش، با افزایش غلظت گاز O_3 در هواکره، غلظت گاز NO_2 کاهش پیدا می‌کند.

۳ هوای آلوده به صورت یک لایهٔ قهوه‌ای روشن، سطح شهرهای بزرگ را به ویژه در زمستان می‌پوشاند.

۷۴۲- گزینه۲ عبارت‌های أ و ب درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ آلاینده‌های موجود در هواکره باعث زشت‌شدن چهرهٔ شهر شده و سرعت فرسودگی ساختمان‌ها و پوسیدگی خودروها را افزایش می‌دهد.

ب گاز CO از سوختن ناقص بنزین در موتور خودروها ایجاد شده در مقایسه با گاز CO_2، سطح انرژی بالاتر و پایداری کم‌تری دارد.

پ واکنش تولید گاز اوزون در لایهٔ تروپوسفر به صورت مقابل است: $NO_2(g) + O_2(g) \rightarrow NO(g) + O_3(g)$

در این واکنش، اتم نیتروژن کاهش یافته و اتم اکسیژن اکسایش پیدا می‌کند و مجموع ضرایب مواد شرکت‌کننده نیز برابر ۴ است.

ت گشتاور دوقطبی برخی از آلاینده‌های خارج‌شده از اگزوز خودروها از جمله گازهای C_xH_y و CO_2، برابر صفر است.

۷۴۳- گزینه۲ گازهای A، B و C به ترتیب، معادل با گازهای NO، NO_2 و O_3 هستند. گاز C (اوزون) از واکنش میان گاز B (گاز NO_2) با اکسیژن موجود در هواکره در حضور نور خورشید تولید می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ رنگ قهوه‌ای شهرهای آلوده، به خاطر وجود مولکول‌های B (گاز NO_2)، در هوای این شهرها است.

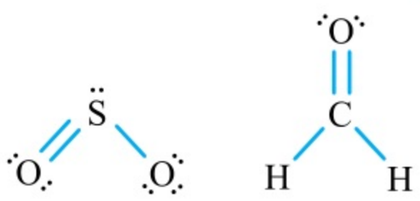
۳ گاز A (گاز NO) از واکنش میان گازهای اکسیژن و نیتروژن براساس معادلهٔ $O_2(g) + N_2(g) \rightarrow 2NO(g)$ تولید می‌شود.

۴ چون جرم مولی گاز B (گاز NO_2) بیشتر از جرم مولی گاز A (گاز NO) است، در شرایط یکسان، چگالی این گاز بیشتر از چگالی گاز A می‌شود.

۷۴۴- گزینه۱ گاز SO_2، تنها اکسیدی از گوگرد است که از اگزوز خودروها خارج می‌شود. بر این اساس، فقط عبارت ب درست است.

بررسی چهار عبارت:

أ ساختار مولکول‌های SO_2 و CH_2O مشابه هم نبوده و به صورت مقابل است:



ب گاز SO_2، همانند گاز NO_2 ، خاصیت اسیدی داشته و با حل‌شدن در آب باران، سبب ایجاد باران‌های اسیدی می‌شود.

پ الکترون‌های ناپیوندی موجود در ساختار مولکول‌های SO_2، در تشکیل پیوندهای اشتراکی شرکت نمی‌کنند.

ت برای محاسبهٔ درصد جرمی اتم S در SO_2 و اتم C در گلوکز ($C_6H_{12}O_6$)، به صورت زیر عمل می‌کنیم:

مولکول SO_2:

$$\text{درصد جرمی S در } SO_2 = \frac{\text{جرم‌مولی S} \times 1}{\text{جرم‌مولی } SO_2} \times 100 = \frac{32}{64} \times 100 = 50$$

مولکول گلوکز:

$$\text{درصد جرمی C در گلوکز} = \frac{\text{جرم‌مولی C} \times 6}{\text{جرم‌مولی گلوکز}} \times 100 = \frac{6 \times 12}{180} \times 100 = 40$$

۷۴۵- گزینه ۱ زمانی که غلظت گاز NO_2 در هوای آلودهٔ شهرها به حداکثر مقدار خود می‌رسد، غلظت گاز O_3 در حال افزایش‌یافتن است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ مولکول‌های NO_2 دارای ساختار خمیده و گشتاور دوقطبی بزرگ‌تر از صفر هستند و همانند مولکول‌های NO ، در حضور میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا می‌کنند.

۳ مقایسهٔ حداکثر غلظت گازهای آلاینده در هوای آلودهٔ شهرهای بزرگ، به صورت $NO < O_3 < NO_2$ است.

۴ مولکول‌های NO_2 براساس واکنش $2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$ در هوای آلودهٔ شهرها تولید می‌شود. علاوه بر این واکنش، مولکول‌های این گاز طی واکنش $N_2O_4(g) \rightarrow 2NO_2(g)$ نیز تولید می‌شوند. توجه داریم که این واکنش شیمیایی، با شکسته‌شدن یک پیوند $N-N$ همراه بوده و گرماگیر است.

۷۴۶- گزینه ۴ معادلهٔ واکنش تولید گاز هیدروژن به صورت زیر است:

$$CO(g) + H_2O(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2(g)$$

با توجه به معادلهٔ واکنش انجام‌شده، شمار مول‌های گاز H_2 تولیدشده به ازای طی ۱۴۰ km توسط این خودرو را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\,H_2 = 140\ \text{مسافت km} \times \frac{6\ g\,CO}{1\ \text{مسافت km}} \times \frac{1\ mol\,CO}{28\ g\,CO} \times \frac{1\ mol\,H_2}{1\ mol\,CO} = 30\ mol\,H_2$$

واکنش میان گاز هیدروژن و ۲ ـ هگزن به صورت مقابل است:

$$H_2(g) + C_6H_{12}(l) \rightarrow C_6H_{14}(l)$$

$$?\,kg\,C_6H_{12} = 30\ mol\,H_2 \times \frac{1\ mol\,C_6H_{12}}{1\ mol\,H_2} \times \frac{84\ g\,C_6H_{12}}{1\ mol\,C_6H_{12}} \times \frac{1\ kg\,C_6H_{12}}{1000\ g\,C_6H_{12}} = 2/52\ kg$$

۷۴۷- گزینه ۲ فقط عبارت ت درست است.

بررسی چهار عبارت:

أ معادلهٔ سوختن ترکیبی با فرمول C_xH_y به صورت زیر است:

$$C_xH_y(g) + (x + \frac{y}{4})O_2(g) \rightarrow xCO_2(g) + (\frac{y}{2})H_2O(l)$$

توجه داریم که در شرایط استاندارد (دمای $0\,^\circ C$ و فشار 1 atm)، مولکول‌های آب به حالت مایع تولید می‌شوند.

ب در طول بازهٔ زمانی ساعت ۵ صبح تا ۷ صبح، غلظت گاز NO_2 در هوای آلودهٔ شهرها کم‌تر از غلظت گاز NO است.

پ واکنش تولید گاز NO_2 از گازهای NO و O_2 به صورت مقابل است:

$$2NO(g) + O_2(g) \longrightarrow 2NO_2(g)$$

(+۲ → +۴: ۲ درجه اکسایش)

همان‌طور که مشخص است، عدد اکسایش اتم‌های N در این واکنش از ۲+ به ۴+ رسیده و به ازای تولید هر مول NO_2 ، ۲ مول الکترون مبادله شده است.

ت گاز NO_2 باعث ایجاد رنگ قهوه‌ای در هوای شهرها می‌شود؛ پس داریم:

$$NO_2 : 0 = x + 2 \times (-2) \Rightarrow x = +4$$

۷۴۸- گزینه ۲ قدم اول با توجه به اطلاعات داده‌شده در جدول، شمار مول‌های NO و CO تولیدشده را محاسبه می‌کنیم:

$$\left.\begin{aligned} ?\,mol\,CO &= 40\ \text{مسافت km} \times \frac{6/02\ g\,CO}{1\ \text{مسافت km}} \times \frac{1\ mol\,CO}{28\ g\,CO} = 8/6\ mol \\ ?\,mol\,NO &= 40\ \text{مسافت km} \times \frac{1/05\ g\,NO}{1\ \text{مسافت km}} \times \frac{1\ mol\,NO}{30\ g\,NO} = 1/4\ mol \end{aligned}\right\} \Rightarrow \text{مجموع شمار مول‌های گازی} = 8/6 + 1/4 = 10\ mol$$

قدم دوم با توجه به توضیحات داده‌شده، مجموعاً ۱۰ مول فراوردهٔ گازی وارد مخزن موردنظر شده است؛ پس به کمک قانون گازها و مقایسهٔ شرایط موجود در این مخزن با شرایط استاندارد (STP) می‌توانیم دمای گازهای موجود در مخزن را محاسبه کنیم.

$$PV = nRT \Rightarrow \frac{T_۲}{T_۱} = \frac{P_۲.V_۲.n_۱}{P_۱.V_۱.n_۲} \Rightarrow \frac{T_۲}{۲۷۳} = \frac{۴\times۶۴\times۱}{۱\times۲۲/۴\times۱۰} \Rightarrow T_۲ = ۳۱۲\,K$$

بر این اساس، دمای گازهای موجود در این مخزن برابر با ۳۱۲ کلوین، معادل با ۳۹ درجهٔ سانتی‌گراد است.

۷۴۹- **گزینه۲** عبارت‌های آ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ فرمول مولکولی استیک اسید و متیل متانوات به صورت $C_۲H_۴O_۲$ است؛ اما چون این مواد گروه‌های عاملی متفاوتی دارند، طیف‌سنجی فروسرخ آن‌ها نیز متفاوت از یکدیگر است.

ب یک جسم شفاف که به رنگ سبز دیده می‌شود، پرتوهای مرئی سبز را از خود عبور داده و سایر پرتوهای رنگی را جذب می‌کند.

پ ریزموج‌ها طول موج بلندتر و انرژی کم‌تری نسبت به پرتوهای مرئی قرمزرنگ دارند.

ت روش‌های طیف‌سنجی برای شناسایی ساختار مواد، با استفاده از برهم‌کنش میان ماده و پرتوهای الکترومغناطیسی توسط شیمی‌دان‌ها پایه‌گذاری شده‌اند.

۷۵۰- **گزینه۳** هیدروکربن‌های نسوخته، از جمله آلاینده‌های خارج‌شده از اگزوز خودروها هستند و *حتماً می‌دونید که* هیدروژن متعلق به دستهٔ S است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) گازهای NO و CO آلاینده‌های هوا بوده و با توجه به ساختار متفاوت این مواد، طیف جذبی فروسرخ آن‌ها متفاوت از یکدیگر است.

۲) طول موج امواج رادیویی بلندتر از پرتوهای مرئی است؛ پس تفاوت طول موج پرتوهای بنفش مرئی و امواج رادیویی، بیشتر از تفاوت طول موج پرتوهای قرمزرنگ و امواج رادیویی می‌شود.

۴) دستگاه MRI نمونه‌ای از کاربردهای طیف‌سنجی است که از آن در علم پزشکی استفاده می‌شود.

۷۵۱- **گزینه۳** عبارت‌های آ، پ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ افزون بر طیف‌سنجی فروسرخ، می‌توان از برهم‌کنش پرتوهای فرابنفش، نور مرئی و امواج رادیویی نیز برای شناسایی مواد گوناگون بهره برد.

ب هوای آلوده حاوی انواعی از آلاینده‌ها است که برخی بی‌رنگ (مثل $CO_۲$) و برخی رنگی (مثل $NO_۲$) بوده و نمی‌توان به آسانی وجود آن‌ها را تشخیص داد.

پ اوزون و اکسیژن، آلوتروپ یکدیگر بوده و نسبت میان تعداد الکترون‌های پیوندی به ناپیوندی در هر دوی آن‌ها برابر با ۰/۵ است.

ت از طیف‌سنجی فروسرخ، می‌توان برای شناسایی آلاینده‌های موجود در هواکره و برخی از مولکول‌های موجود در فضای بین ستاره‌ای استفاده کرد.

۷۵۲- **گزینه۱** گازهای $N_۲$ و $O_۲$ در دمای اتاق با یکدیگر واکنش نمی‌دهند اما درون موتور خودرو اندکی از آن‌ها به گاز NO تبدیل می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) برای آغازشدن یک واکنش شیمیایی، واکنش‌دهنده‌های شرکت‌کننده در آن واکنش باید مقدار معینی انرژی (انرژی فعال‌سازی) داشته باشند.

۳) با استفاده از کاتالیزگرها در صنایع شیمیایی گوناگون، مقدار کم‌تری از سوخت‌ها به منظور تأمین انرژی فعال‌سازی واکنش‌ها می‌سوزد و به دنبال آن، میزان آلودگی‌های زیست‌محیطی ایجادشده توسط صنایع کاهش پیدا می‌کند.

۴) انرژی فعال‌سازی با نماد E_a نشان داده شده و مقدار آن با یکای $kJ.mol^{-۱}$ گزارش می‌شود.

۷۵۳- **گزینه۳** عبارت‌های ب، پ و ت درست هستند.

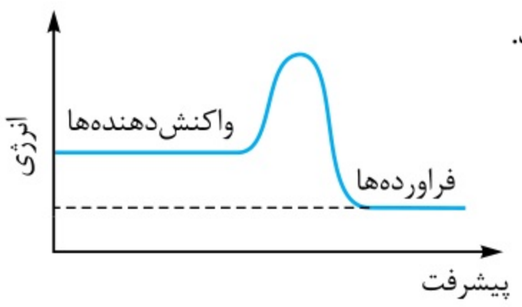
بررسی چهار عبارت:

آ در واکنش سوختن متان $(CH_۴ + ۲O_۲ \rightarrow CO_۲ + ۲H_۲O)$، مولکول‌های اکسیژن کاهش یافته و در نقش عامل اکسنده ایفای نقش می‌کنند.

ب واکنش سوختن هیدروکربن‌ها، برخلاف واکنش زنگ‌زدن آهن، به صورت انفجاری و با سرعت بسیار زیادی انجام می‌شود.

پ در معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش سوختن متان، مجموع ضرایب واکنش‌دهنده‌ها مثل مجموع ضرایب فراورده‌ها برابر ۳ است.

ت واکنش سوختن متان گرماده بوده و نمودار انرژی ـ پیشرفت آن به صورت مقابل است:



همان‌طور که مشخص است، در این واکنش، همانند سایر واکنش‌های گرماده، سطح انرژی مواد واکنش‌دهنده در مقایسه با سطح انرژی فراورده‌ها به قلهٔ نمودار نزدیک‌تر است.

۷۵۴- **گزینه۳** تغییر آنتالپی واکنش $۳B(g) + C(g) \rightarrow A(g)$، برابر با $-۱۲۰\,kJ$ است؛ پس فراوردهٔ تولیدشده در این واکنش سطح انرژی پایین‌تری داشته و پایداری آن در مقایسه با واکنش‌دهنده‌های مصرف‌شده بیشتر است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) انرژی فعال‌سازی واکنش‌های گرماگیر، نمی‌تواند کم‌تر از مقدار تغییر آنتالپی (ΔH) این واکنش‌ها باشد.

۲) گاز B فراوردهٔ این فرایند است و با توجه به گرماگیربودن واکنش، به ازای تولید هر مول گاز B، ۴۰ کیلوژول انرژی مصرف می‌شود.

۴) با استفاده از کاتالیزگر در واکنش‌های شیمیایی، انرژی فعال‌سازی واکنش‌ها کاهش می‌یابد، اما مقدار ΔH آن‌ها تغییر نمی‌کند.

۷۵۵- گزینه۲ برای مقایسهٔ سرعت انجام‌شدن واکنش‌های شیمیایی، باید مقدار انرژی فعال‌سازی (E_a) این واکنش‌ها را بررسی کنیم. چون E_a واکنش B در مقایسه با واکنش A کوچک‌تر است، این واکنش نسبت به واکنش A با سرعت بیشتری انجام می‌شود. با توجه به نمودارهای داده‌شده، واکنش B گرماگیر است و با انجام‌شدن آن، گرما از محیط جذب می‌شود. در نقطهٔ مقابل، واکنش A گرماده است و پایداری فراورده‌های تولیدشده در آن بیشتر از پایداری واکنش‌دهنده‌های مصرف‌شده است.

۷۵۶- گزینه۲ عبارت‌های أ و پ درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ انرژی فعال‌سازی مورد نیاز برای سوختن کبریت، با کشیدن نوک کبریت روی سطح قوطی و بر اثر اصطکاک ایجادشده تأمین می‌شود.

ب اغلب واکنش‌های شیمیایی (مستقل از گرماگیربودن یا گرماده‌بودن آن‌ها) برای آغازشدن به انرژی فعال‌سازی نیاز دارند.

پ واکنش میان گازهای H_2 و O_2، انرژی فعال‌سازی بزرگی داشته و به همین خاطر، در دمای اتاق و بدون حضور کاتالیزگر انجام نمی‌شود.

ت در واکنش‌های شیمیایی گرماگیر، مقدار انرژی فعال‌سازی بزرگ‌تر یا مساوی با تغییر آنتالپی واکنش است.

۷۵۷- گزینه۴ گازهای N_2 و O_2 براساس معادلهٔ $O_2(g) + N_2(g) \rightarrow 2NO(g)$ با یکدیگر واکنش داده و گاز NO را تولید می‌کنند. چون انرژی فعال‌سازی این واکنش بزرگ‌تر است، فرایند موردنظر در دمای اتاق *یا همون دمای* $25\ ^\circ C$ انجام نمی‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) فراوردهٔ این واکنش (گاز NO) برخلاف گازهای N_2 و O_2، از مولکول‌های دواتمی ناجورهسته تشکیل شده و قطبی است.

۲) فراوردهٔ این واکنش (گاز NO) در واکنش تولید اوزون تروپوسفری $(O_2 + NO_2 \rightarrow O_3 + NO)$ نیز تولید می‌شود.

۳) غلظت گاز نیتروژن مونوکسید، در هوای آلودهٔ شهرهای بزرگ در حدود ساعت ۷ صبح، به بیشترین مقدار خود می‌رسد.

۷۵۸- گزینه۴ عبارت‌های ب و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

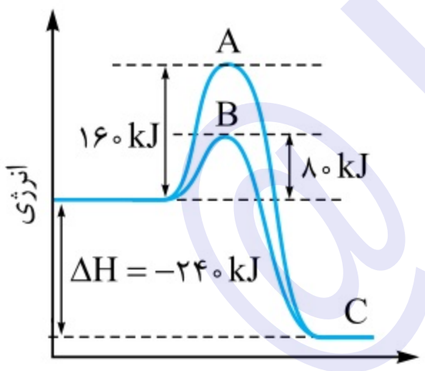
أ اتانول و دی‌متیل اتر، ترکیب‌هایی با گروه‌های عاملی متفاوت و با فرمول مولکولی یکسان (C_2H_6O) هستند. چون گروه عاملی این مواد متفاوت است، طیف جذبی آن‌ها نیز متفاوت از یکدیگر می‌شود.

ب استفاده از کاتالیزگر، همانند افزایش دما، سرعت واکنش‌ها را افزایش داده و باعث کوتاه‌شدن مدت‌زمان مورد نیاز برای انجام‌شدن آن‌ها می‌شود.

پ واکنش موردنظر به صورت $N_2 + O_2 \rightarrow 2NO$ است. در هر مولکول O_2، ۸ الکترون ناپیوندی و در هر مولکول N_2 نیز ۴ الکترون ناپیوندی وجود دارد؛ اما در هر مولکول NO، ۷ الکترون ناپیوندی وجود دارد.

ت با استفاده از یک کاتالیزگر مناسب، می‌توان سرعت تولید فراورده‌ها و انرژی گرمایی را در یک واکنش شیمیایی گرماده افزایش داد.

۷۵۹- گزینه۲ با توجه به اطلاعات داده‌شده، نمودار انرژی ـ پیشرفت این واکنش به صورت مقابل است.



نقطهٔ A این تصویر، قلهٔ نمودار در غیاب کاتالیزگر و نقطهٔ B آن، قلهٔ نمودار در حضور کاتالیزگر را نشان می‌دهد.

نقطهٔ C این نمودار نیز سطح انرژی فراورده‌ها را نشان می‌دهد؛ پس داریم:

$$\frac{\text{تفاوت سطح انرژی نقاط A و C}}{\text{تفاوت سطح انرژی نقاط B و C}} = \frac{۱۶۰ + ۲۴۰}{۸۰ + ۲۴۰} = \frac{۴۰۰}{۳۲۰} = ۱/۲۵$$

۷۶۰- گزینه۳ عبارت‌های ب و ت درست و عبارت‌های أ و پ نادرست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ کاتالیزگرها باعث افزایش سرعت واکنش‌های شیمیایی می‌شوند اما تأثیری در مقدار فراوردهٔ تولیدشده در آن‌ها ندارند.

ب برخی از واکنش‌ها در صنعت فقط در دما و فشار بالا انجام می‌شوند و به همین خاطر، تولید فراورده در آن‌ها صرفهٔ اقتصادی ندارد.

پ فلز پلاتین (Pt)، کاتالیزگر واکنش سوختن گاز H_2 در حضور گاز O_2 است. هر چند که کاتالیزگرها باعث افزایش سرعت انجام‌شدن واکنش‌های شیمیایی می‌شوند، اما وجود آن‌ها تأثیری بر سطح انرژی فراورده‌ها و واکنش‌دهنده‌ها ندارد.

ت اتانول در مقیاس صنعتی براساس واکنش مقابل تولید می‌شوند: $C_2H_4(g) + H_2O(g) \xrightarrow{H_2SO_4} C_2H_5OH(g)$

۷۶۱- گزینه۲ برای محاسبهٔ ΔH این واکنش، باید تفاوت سطح انرژی فراورده تا قلهٔ نمودار را از تفاوت سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها تا قلهٔ نمودار کم کنیم، پس داریم:

$$\Delta H = ۱۲۸ - ۸۸ = ۴۰\ kJ$$

بررسی چهار گزینه:

۱) انرژی فعال‌سازی این واکنش شیمیایی (۱۲۸ kJ)، ۳/۲ برابر مقدار تغییر آنتالپی (ΔH) آن (۴۰ kJ) است.

۲) در این واکنش، به ازای مصرف ۱ مول A و ۱ مول B (مجموعاً ۲ مول مادهٔ گازی)، ۳ مول گاز C تولید می‌شود. با توجه به قانون پایستگی جرم، جرم ۳ مول C تولیدشده برابر با جرم مخلوط ۱ مول A و ۱ مول B می‌شود؛ اما براساس قانون گازها، حجم ۳ مول گاز C، ۱/۵ برابر حجم مخلوط ۱ مول گاز A و ۱ مول گاز B است. با توجه به توضیحات داده‌شده، جرم واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها با هم برابر است اما حجم فراورده‌ها ۱/۵ برابر حجم واکنش‌دهنده‌ها است؛ پس چگالی واکنش‌دهنده‌های این واکنش، در شرایط یکسان ۱/۵ برابر چگالی فراوردهٔ آن است.

۳) چون انرژی فعال‌سازی واکنش تبدیل گاز C به گازهای A و B کم‌تر از انرژی فعال‌سازی واکنش تولید گاز C از گازهای A و B است، واکنش تبدیل گاز C به گازهای A و B در شرایط آسان‌تری انجام می‌شود.

۴) در این رابطه داریم:

$$?\,kJ\ \text{انرژی} = ۶\ mol\,C \times \frac{۴۰\ kJ\ \text{انرژی}}{۳\ mol\,C} = ۸۰\ kJ$$

۷۶۲- گزینهٔ ۴ همهٔ عبارت‌های داده‌شده درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ) یون یدید موجود در پتاسیم یدید (KI)، کاتالیزگر واکنش $۲H_۲O_۲(aq) \rightarrow O_۲(g) + ۲H_۲O(l)$ است و موجب افزایش سرعت انجام‌شدن این واکنش می‌شود.

ب) با افزایش انرژی فعال‌سازی واکنش‌ها، تأمین این انرژی سخت‌تر شده و واکنش موردنظر در شرایط دشوارتر و دماهای بالاتری انجام می‌شود.

پ) کاتالیزگرها مسیر انجام واکنش‌های شیمیایی را تغییر داده و باعث افزایش سرعت تولید فراورده‌ها می‌شوند.

ت) توری پلاتینی در مقایسه با پودر روی، انرژی فعال‌سازی واکنش $H_۲$ و $O_۲$ را به مقدار بیشتری کاهش داده و سرعت انجام‌شدن این واکنش را به مقدار بیشتری افزایش می‌دهد.

۷۶۳- گزینهٔ ۳ مقدار ΔH واکنش $A \rightarrow B$ برابر $-۸۰\ kJ$ است؛ به ازای تولید ۵ مول A در آن، ۴۰۰ kJ انرژی آزاد می‌شود.

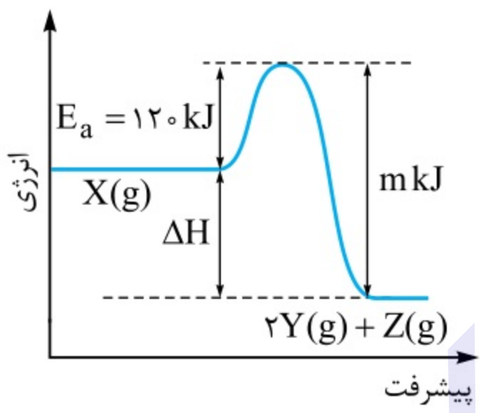
بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) تفاوت سطح انرژی واکنش‌دهنده (A) با قلهٔ نمودار انرژی ـ پیشرفت این واکنش، معادل با مقدار E_a بوده و برابر با ۱۴۰ kJ است.

۲) با استفاده از کاتالیزگرها در واکنش‌های شیمیایی، مقدار انرژی فعال‌سازی (E_a) این واکنش‌ها کاهش پیدا می‌کند.

۴) چون انرژی فعال‌سازی واکنش موردنظر در جهت رفت بیشتر است؛ پس سرعت انجام‌شدن واکنش رفت در مقایسه با واکنش برگشت کم‌تر است.

۷۶۴- گزینهٔ ۱ چون فراورده‌های این واکنش پایدارتر از واکنش‌دهنده‌های مصرف‌شده در آن هستند، پس این واکنش گرماده ($\Delta H < ۰$) است و نمودار انرژی ـ پیشرفت آن به شکل مقابل درمی‌آید:



با توجه به داده‌های موجود در صورت سؤال، تفاوت بالاترین و پایین‌ترین نقطهٔ انرژی در این نمودار (m)، ۵ برابر گرمای مبادله‌شده در آن ($|\Delta H|$) است؛ پس داریم:

$$m = |\Delta H| + ۱۲۰ \xrightarrow{m = ۵ \times |\Delta H|} ۵ \times |\Delta H| = |\Delta H| + ۱۲۰ \Rightarrow |\Delta H| = ۳۰\ kJ \xrightarrow{\text{واکنش گرماده است.}} \Delta H = -۳۰\ kJ$$

با توجه به مقدار ΔH واکنش، انرژی آزادشده به ازای تولید هر مول گاز Y را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,kJ\ \text{انرژی} = ۱\ mol\,Y \times \frac{۳۰\ kJ\ \text{انرژی}}{۲\ mol\,Y} = ۱۵\ kJ$$

۷۶۵- گزینهٔ ۱ در واکنش $۲H_۲O(g) \rightarrow O_۲(g) + H_۲(g)$، استفاده از توری پلاتینی در مقایسه با پودر روی، انرژی فعال‌سازی را به مقدار بیشتری کاهش می‌دهد؛ پس نمودار A مربوط به زمان استفاده از پودر روی و نمودار B مربوط به زمان استفاده از توری پلاتین است. بر این اساس، فقط عبارت پ درست است.

بررسی پنج عبارت:

أ) کاتالیزگر استفاده‌شده در واکنش A (فلز روی) متعلق به گروه ۱۲ از تناوب چهارم جدول تناوبی است.

ب) واکنش میان گازهای $H_۲$ و $O_۲$ گرماده بوده و با آزادشدن انرژی همراه است؛ اما این واکنش در حضور پودر روی به صورت سریع انجام می‌شود.

پ) واکنش‌های A و B مقدار ΔH برابری دارند؛ امام مقدار انرژی فعال‌سازی آن‌ها متفاوت است.

ت) پتانسیل کاهشی (E°) فلز روی کوچک‌تر از صفر و پتانسیل کاهشی فلز پلاتین بزرگ‌تر از صفر است.

ث) استفاده از کاتالیزگر، سرعت انجام‌شدن واکنش را بیشتر می‌کند اما تأثیری در مقدار فراوردهٔ تولیدشده ندارد.

پتانسیل کاهشی استاندارد
Pt
$H_۲$
Zn

۷۶۶- گزینه ۳ با استفاده از کاتالیزگرها، واکنش‌هایی که E_a بزرگ‌تری دارند را می‌توان در دما و فشار پایین با سرعت مناسب انجام داد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در واکنش‌های گرماگیر، همانند واکنش‌های گرماده، مقدار انرژی فعال‌سازی واکنش می‌تواند بزرگ‌تر از قدرمطلق ΔH آن واکنش باشد.

۲) چون سرعت سوختن فسفر سفید بیشتر از سرعت سوختن گاز H_2 است، پس انرژی فعال‌سازی واکنش سوختن این ماده کم‌تر از انرژی فعال‌سازی واکنش سوختن گاز هیدروژن است.

۴) در واکنش‌های گرماگیر، همانند واکنش‌های گرماده، سطح انرژی گونهٔ تشکیل‌شده در قلهٔ نمودار انرژی ـ پیشرفت بالاتر از سطح انرژی فراورده‌ها و واکنش‌دهنده‌ها است و گونهٔ تشکیل‌شده در این قله پایداری کم‌تری در مقایسه با واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها دارد.

۷۶۷- گزینه ۲ برای محاسبهٔ ΔH واکنش، باید تفاوت سطح انرژی فراورده‌ها تا قلهٔ نمودار انرژی ـ پیشرفت را از تفاوت سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها تا قلهٔ نمودار کم کنیم؛ پس داریم:

$$\Delta H = ۲۶۵ - ۸۲ = ۱۸۳\ kJ$$

معادلهٔ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است:

$$N_2H_4(g) + H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$$

به ازای مصرف‌شدن یک مول هیدرازین (N_2H_4 ۳۲ گرم) و یک مول هیدروژن (۲ گرم هیدروژن)، ۱۸۳ کیلوژول انرژی در این واکنش مصرف می‌شود؛ پس می‌توان گفت به ازای ۳۰ g تفاوت جرم در واکنش‌دهنده‌های مصرف‌شده، ۱۸۳ کیلوژول انرژی مصرف می‌شود.

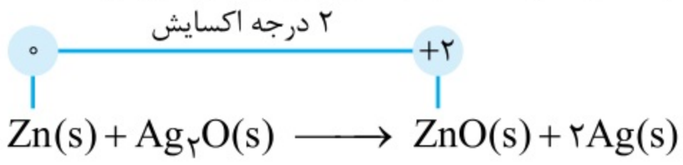
$$?\ kJ\ \text{انرژی} = ۱۰\ g\ \text{تفاوت جرم} \times \frac{۱۸۳\ kJ\ \text{انرژی}}{۳۰\ g\ \text{تفاوت جرم}} = ۶۱\ kJ$$

۷۶۸- گزینه ۴ عبارت‌های آ، ب، پ و ث درست هستند.

بررسی پنج عبارت:

آ) با استفاده از فلز روی به عنوان کاتالیزگر واکنش میان گازهای H_2 و O_2، مقدار E_a واکنش کاهش یافته و سرعت انجام‌شدن آن بیشتر می‌شود.

ب) واکنش انجام‌شده در باتری‌های روی ـ نقره به صورت مقابل است:



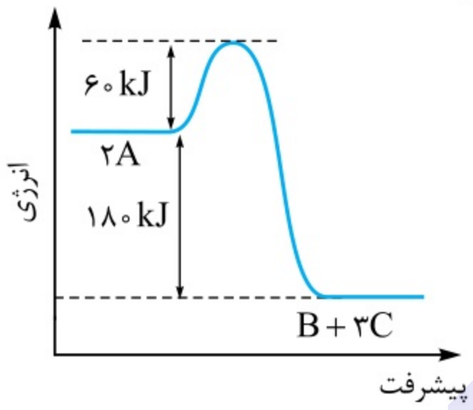
همان‌طور که مشخص است، در این واکنش اتم‌های Zn در نقش عامل کاهنده، اکسید می‌شوند.

پ) فلز روی، همانند سایر فلزها چکش‌خوار است و ساختار ذره‌ای آن نیز از مدل دریای الکترونی پیروی می‌کند.

ت) در ساختار ورقه‌های حلبی و ورقه‌های گالوانیزه، برای پوشاندن سطح آهن به ترتیب از فلزهای قلع (Sn) و روی (Zn) استفاده می‌شود.

ث) عنصر روی متعلق به دستهٔ d جدول تناوبی است و همانند سایر عناصر فلزی، در حالت مذاب رسانای جریان الکتریسیته است.

۷۶۹- گزینه ۳ نمودار انرژی ـ پیشرفت این واکنش به صورت مقابل است:



با افزودن کاتالیزگر مناسب به این واکنش، مقدار E_a کاهش یافته و سرعت تولید گاز C افزایش پیدا می‌کند؛ پس شیب نمودار غلظت زمان این ماده در طول انجام واکنش، افزایش پیدا می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) به ازای تجزیهٔ هر مول گاز A در این واکنش، ۹۰ kJ انرژی آزاد می‌شود. از طرف دیگر، برای رساندن هر مول از مولکول‌های A به قلهٔ نمودار انرژی ـ پیشرفت نیز ۳۰ kJ انرژی مصرف می‌شود؛ پس می‌توان گفت با انرژی حاصل از تجزیهٔ هر مولکول A، ۳ مولکول دیگر از این ماده به قلهٔ نمودار انرژی ـ پیشرفت واکنش می‌رسند.

۲) چون این واکنش گرماده ($\Delta H < ۰$) است، مجموع آنتالپی پیوندها در فراورده‌های آن بیشتر از مجموع آنتالپی پیوندها در واکنش‌دهنده‌های آن می‌شود.

۴) به ازای تولید ۳ مول C و یک مول B در این واکنش، ۱۸۰ kJ انرژی تولید می‌شود؛ پس داریم:

$$?\ mol\ \text{تفاوت مول‌ها} = ۴۵۰\ kJ\ \text{انرژی} \times \frac{۲\ mol\ \text{تفاوت مول‌ها}}{۱۸۰\ kJ\ \text{انرژی}} = ۵\ mol$$

۷۷۰- گزینه ۱ با توجه به نمودارهای داده‌شده ($|\Delta H_B| > |\Delta H_A|$) و منفی‌تربودن ΔH واکنش سوختن گاز اتان در مقایسه با گاز متان، می‌توان گفت نمودار A مربوط به سوختن اتان و نمودار B مربوط به سوختن متان است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) چون مقدار E_a در نمودار B (نمودار واکنش سوختن متان) کم‌تر از مقدار E_a در نمودار A است، پس می‌توان گفت گاز متان با سرعت بیشتری می‌سوزد.

۳) با توجه به گرماده‌بودن این واکنش‌ها، فراورده‌های تولیدشده در آن‌ها پایدارتر از واکنش‌دهنده‌های مصرف‌شده هستند.

۴) اگر انرژی فعال‌سازی واکنش‌های شیمیایی تأمین نشود، واکنش‌دهنده‌های شرکت‌کننده در آن‌ها دست‌نخورده باقی می‌مانند.

۷۷۱- گزینه ۴ عبارت‌های آ، ب و ت درست است.

بررسی چهار عبارت:

آ) پس از ایجاد یک جرقه در مخلوط گازهای H_2 و O_2، انرژی فعال‌سازی واکنش میان این گازها تأمین شده و مولکول‌های H_2 به صورت انفجاری می‌سوزند.

ب) چون کاتالیزگرها در واکنش‌های شیمیایی مصرف نمی‌شوند، از آن‌ها می‌توان بارها و بارها استفاده کرد.

@Konkor

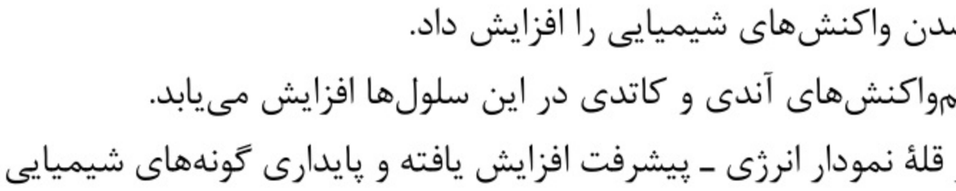
پ در صورت استفاده از کاتالیزگر در واکنش‌های شیمیایی، مقدار ΔH این واکنش‌ها تغییر نمی‌کند.

ت کاتالیزگر واکنش هیدروژن‌دارشدن ۲ ـ هگزن، فلز نیکل است. برای نمایش‌دادن کاتالیزگر استفاده‌شده، از نماد « $\xrightarrow{Ni}$ » استفاده می‌شود.

۷۷۲- گزینهٔ ۴ در قدم اول، باید ΔH واکنش انجام‌شده را محاسبه کنیم:

$$\Delta H = ۲۴۳ - ۱۸۴ = ۵۹\ kJ$$

معادلهٔ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است:



با توجه به مقدار ΔH واکنش و آنتالپی $O-O$، مقدار آنتالپی پیوند $N-O$ را محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta H = \text{(مجموع آنتالپی پیوندها در مواد فراورده)} - \text{(مجموع آنتالپی پیوندها در مواد واکنش‌دهنده)}$$

$$\Rightarrow \Delta H = (\Delta H(N=O) + \Delta H(N-O) + \Delta H(O=O)) - (\Delta H(N=O) + \Delta H(O=O) + \Delta H(O-O))$$

$$\Rightarrow \Delta H = \Delta H(N-O) - \Delta H(O-O)$$

$$\Rightarrow ۵۹\ kJ = \Delta H(N-O) - ۱۴۲ \Rightarrow \Delta H(N-O) = ۲۰۱\ kJ.mol^{-1}$$

۷۷۳- گزینهٔ ۱ واکنش میان گازهای H_2 و O_2 در حضور کاتالیزگر پلاتین، همانند فرایند تشکیل رسوب $AgCl(s)$ از واکنش میان محلول‌های سدیم کلرید و نقره نیترات، با سرعت بسیار زیادی انجام می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ با افزایش غلظت واکنش‌دهنده‌ها، همانند افزودن کاتالیزگر، می‌توان سرعت انجام‌شدن واکنش‌های شیمیایی را افزایش داد.

۳ با به کار بردن کاتالیزگر مناسب در آند و کاتد سلول‌های سوختی، سرعت انجام نیم‌واکنش‌های آندی و کاتدی در این سلول‌ها افزایش می‌یابد.

۴ با افزایش انرژی فعال‌سازی واکنش‌های شیمیایی، سطح انرژی گونهٔ تشکیل‌شده در قلهٔ نمودار انرژی ـ پیشرفت افزایش یافته و پایداری گونه‌های شیمیایی تشکیل‌شده در این نقطه کاهش پیدا می‌کند.

۷۷۴- گزینهٔ ۱ اگر مقدار انرژی فعال‌سازی این واکنش در غیاب کاتالیزگر برابر E_a باشد، داریم: $E_a = ۲|\Delta H|$

با استفاده از کاتالیزگر مناسب، انرژی فعال‌سازی به اندازهٔ $۲۴۰\ kJ$ کاهش پیدا می‌کند؛ پس داریم: $E_a - ۲۴۰ = ۰/۸|\Delta H|$

معادله‌های حاصل را در دستگاه دو معادله و دو مجهول قرار می‌دهیم تا مقدار ΔH و E_a واکنش به دست بیاید.

$$\begin{cases} E_a = ۲|\Delta H| \\ E_a - ۲۴۰ = ۰/۸|\Delta H| \end{cases} \Rightarrow E_a = ۴۰۰\ kJ \quad , \quad |\Delta H| = ۲۰۰\ kJ$$

بر این اساس، مقدار انرژی فعال‌سازی واکنش در غیاب کاتالیزگر برابر $۴۰۰\ kJ$ و در حضور کاتالیزگر برابر $۱۶۰\ kJ$ است. با توجه به محاسبات انجام‌شده، مقدار ΔH واکنش نیز یا برابر $-۲۰۰\ kJ$ است یا برابر $۲۰۰\ kJ$. از آن‌جا که ΔH واکنش‌های گرماگیر حتی در حضور کاتالیزگر هم نمی‌تواند بیشتر از مقدار انرژی فعال‌سازی (E_a) آن‌ها باشد، پس ΔH این واکنش نیز نمی‌تواند برابر $۲۰۰\ kJ$ باشد. با توجه به مقدار ΔH واکنش $(-۲۰۰\ kJ)$، مقدار انرژی آزادشده به ازای تولید نیم مول B را محاسبه می‌کنیم:

$$? kJ \text{ انرژی} = ۰/۵\ mol\,B \times \frac{۲۰۰\ kJ \text{ انرژی}}{۲\ mol\,B} = ۵۰\ kJ$$

۷۷۵- گزینهٔ ۲ مبدل‌های کاتالیستی باعث حذف یا کاهش مقدار آلاینده‌ها می‌شوند. کارایی این وسایل، به نوع کاتالیزگر موجود در آن‌ها بستگی دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ فلزهای رودیم (Rh)، پلاتین (Pt) و پالادیم (Pd)، در مبدل‌های کاتالیستی بر روی توری‌های سرامیکی قرار می‌گیرند. *بچه‌ها، به اسم و نماد این سه فلز واسطه خیلی دقت کنید و حتماً اونا رو به ذهن خودتون بسپارید!*

۳ با توجه به بزرگ‌بودن انرژی فعال‌سازی (E_a) واکنش $۲NO(g) \rightarrow O_2(g) + N_2(g)$، این واکنش در دماهای پایین انجام نمی‌شود.

۴ مبدل‌های کاتالیستی موجود در خودروهای دیزلی، گازهای NO، NO_2 را با آمونیاک وارد واکنش کرده و تا حدود زیادی از ورود این گازها به هواکره جلوگیری می‌کنند.

۷۷۶- گزینهٔ ۱ فقط عبارت پ درست است.

بررسی چهار عبارت:

آ گازهای NO و CO از مولکول‌های دواتمی ناجورهسته تشکیل شده و گشتاور دوقطبی آن‌ها بزرگ‌تر از صفر است. چون این گازها برخلاف گاز CO_2 با آب واکنش نمی‌دهند، انحلال‌های‌پذیری آن‌ها در مقایسه با انحلال‌پذیری گاز CO_2 در آب کم‌تر است.

ب گاز NO براساس معادلهٔ $۲NO(g) \rightarrow N_2(g) + O_2(g)$ در مبدل کاتالیستی خودروها به عناصر سازندهٔ خود تجزیه می‌شود؛ اما گاز CO در این مبدل‌ها با گاز O_2 واکنش داده و پس از سوختن، به گاز CO_2 تبدیل می‌شود.

پ به ازای طی هر کیلومتر مسافت، مبدل‌های کاتالیستی حدود $۵/۴\ g$ گاز CO و ۱ گرم گاز NO را به فراورده‌های کم‌خطرتر تبدیل می‌کنند.

ت کربن مونوکسید یک گاز بی‌رنگ، بی‌بو و بسیار سمی است و در مقایسه با گاز CO_2 سطح انرژی بالاتر و پایداری کم‌تری دارد.

۷۷۷- گزینه۳ مبدل‌های کاتالیستی در حدود ۸۹/۸ درصد از گاز CO، ۹۶/۲ درصد از گاز NO واردشده به خود را به مواد کم‌خطرتر تبدیل می‌کنند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) اگر به جای توری، سرامیک موجود در مبدل‌های کاتالیستی به شکل مش (دانه‌های ریز) درآورده شود، سطح تماس کاتالیزگرهای قرارگرفته بر روی سرامیک با آلاینده‌ها بیشتر شده و کارایی این مبدل‌ها افزایش پیدا می‌کند.

۲) با این‌که مبدل‌های کاتالیستی برای مدت طولانی کار می‌کنند اما پس از مدتی کارایی آن‌ها کاهش یافته و دیگر قابل استفاده نیستند.

۴) در روزهای سرد زمستانی، به ویژه هنگام روشن‌شدن و گرم‌شدن خودروها، دمای محیط درونی مبدل‌های کاتالیستی کاهش یافته و کارایی آن‌ها کم‌تر می‌شود.

۷۷۸- گزینه۳ ابتدا مجموع جرم آلاینده‌های خارج‌شده از اگزوز خودروها را در حالت‌های مختلف محاسبه می‌کنیم:

مجموع جرم آلاینده‌های خارج‌شده از اگزوز در غیاب مبدل‌های کاتالیستی به ازای طی ۱ km مسافت $= ۵/۹۹ + ۱/۶۷ + ۱/۰۴ = ۸/۷\ g$

مجموع جرم آلاینده‌های خارج‌شده از اگزوز در حضور مبدل‌های کاتالیستی به ازای طی ۱ km مسافت $= ۰/۶۱ + ۰/۰۷ + ۰/۰۴ = ۰/۷۲\ g$

با توجه به محاسبات انجام‌شده، با استفاده از مبدل‌های کاتالیستی به ازای طی هر کیلومتر مسافت، ۷/۹۸ g از آلاینده‌ها حذف می‌شوند؛ پس داریم:

$$\text{درصد آلاینده‌های حذف‌شده} = \frac{\text{جرم آلاینده‌های حذف‌شده}}{\text{جرم کل آلاینده‌های تولیدشده}} \times ۱۰۰ = \frac{۷/۹۸\ g}{۸/۷\ g} \times ۱۰۰ \simeq ۹۱/۷ \simeq \text{درصد ۹۲}$$

در مرحلهٔ بعد، جرم آلاینده‌های تولیدشده در یک سال را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{خودرو } ۱۰^۶ \times \frac{\text{مسافت } ۱۰^۴\ km}{\text{خودرو ۱}} \times \frac{\text{آلاینده } ۰/۷۲\ g}{\text{مسافت } ۱\ km} \times \frac{\text{آلاینده } ۱\ ton}{\text{آلاینده } ۱۰^۶\ g} = ۷۲۰۰\ ton$$

$$? \text{ ton آلاینده} = ۱۰^۶$$

۷۷۹- گزینه۴ همهٔ عبارت‌های داده‌شده درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

الف) با استفاده از پودر روی به جای ورقهٔ روی، سطح تماس کاتالیزگر با واکنش‌دهنده‌ها بیشتر شده و سرعت واکنش به مقدار بیشتری افزایش می‌یابد.

ب) در مبدل کاتالیستی خودروهای دیزلی، گاز NO ابتدا براساس معادلهٔ $۲NO(g) + O_۲(g) \rightarrow ۲NO_۲(g)$ به گاز $NO_۲$ تبدیل می‌شود.

پ) آلاینده‌های تولیدشده در موتور خودروهای بنزینی در کسری از ثانیه از موتور خارج شده و دمای آن‌ها به سرعت کاهش پیدا می‌کند.

ت) در حضور مبدل‌های کاتالیستی در خودروهای دیزلی، آلاینده‌های تولیدشده در این خودروها در نهایت به $N_۲$، $CO_۲$ و $H_۲O$ تبدیل می‌شوند.

۷۸۰- گزینه۳ توری‌های موجود در مبدل‌های کاتالیستی از جنس سرامیک بوده و کاتالیزگرها بر روی این سرامیک‌ها قرار می‌گیرند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در مبدل‌های کاتالیستی گازهای NO و CO با انجام‌شدن واکنش‌های گرماده $(\Delta H < ۰)$ به موادی با آلایندگی کم‌تر تبدیل می‌شوند.

۲) هر یک از کاتالیزگرهای موجود در مبدل‌های کاتالیستی (فلزهای Rh، Pt و Pd)، فقط به برخی از واکنش‌های انجام‌شده در مبدل‌ها سرعت می‌بخشند.

۴) واکنش‌های انجام‌شده برای حذف گازهای C_xH_y و CO به صورت مقابل است:

$$۲CO(g) + O_۲(g) \rightarrow ۲CO_۲(g)$$

$$C_xH_y(g) + (x + \frac{y}{۴})O_۲(g) \rightarrow xCO_۲(g) + (\frac{y}{۲})H_۲O(g)$$

۷۸۱- گزینه۱ واکنش‌های انجام‌شده بر روی گازهای NO و CO در مبدل‌های کاتالیستی به صورت زیر است:

$$۲CO(g) + O_۲(g) \rightarrow ۲CO_۲(g) \qquad ۲NO(g) \rightarrow N_۲(g) + O_۲(g)$$

شمار مول‌های CO و NO واردشده به این مبدل را به ترتیب برابر با x مول و y مول در نظر می‌گیریم. *واضحه که* چون هیچ گاز اکسیژنی وارد مبدل کاتالیستی نشده است، گاز $O_۲$ مورد نیاز برای سوختن گاز CO باید در اثر تجزیهٔ گاز NO تأمین شود.

اگر شمار مول‌های CO واردشده به مبدل برابر x mol باشد، برای مصرف‌شدن کامل این گاز، $\frac{x}{۲}$ مول گاز اکسیژن مصرف‌شده و طی این فرایند x مول گاز $CO_۲$ نیز تولید می‌شود. از طرفی، اگر مقدار گاز NO واردشده به مبدل برابر y مول باشد، از تجزیهٔ کامل این ماده، $\frac{y}{۲}$ مول گاز اکسیژن تولید می‌شود. با توجه به تولیدشدن $\frac{y}{۲}$ مول گاز اکسیژن و مصرف‌شدن $\frac{x}{۲}$ مول از آن، مجموعاً $\frac{y-x}{۲}$ مول گاز اکسیژن از مبدل خارج می‌شود.

چون در شرایط یکسان، مول‌های برابر از گازهای مختلف حجم‌های برابری دارند، می‌توان گفت شمار مول‌های $O_۲$ خارج‌شده از مبدل، ۰/۷۵ برابر شمار مول‌های $CO_۲$ خارج‌شده از آن است؛ پس داریم:

$$\frac{\text{مول گاز } O_۲ \text{ خارج‌شده}}{\text{مول گاز } CO_۲ \text{ خارج‌شده}} = \frac{\frac{y-x}{۲}}{x} = \frac{۳}{۴} \Rightarrow \frac{y-x}{۲x} = \frac{۳}{۴} \Rightarrow ۴y - ۴x = ۶x \Rightarrow \frac{y}{x} = \frac{۵}{۲}$$

۷۸۲- گزینه۳ گاز $N_۲$ از جمله فراورده‌های تولیدشده و گازهای CO و $NO_۲$ از جمله واکنش‌دهنده‌های مصرف‌شده در مبدل‌های کاتالیستی هستند که در آن‌ها ۳ پیوند اشتراکی وجود دارد.

$$:\ddot{O}—\dot{N}=\ddot{O}: \qquad :C\equiv O: \qquad :N\equiv N:$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) واکنش‌های مربوط به حذف گازهای NO و CO در مبدل‌های کاتالیستی به صورت زیر هستند:

$$\overset{-۲}{۲CO(g)} + O_۲(g) \xrightarrow{\text{بدون تغییر}} \overset{-۲}{۲CO_۲(g)} \qquad \overset{-۲}{۲NO(g)} \xrightarrow{\text{۲ درجه اکسایش}} \overset{۰}{N_۲(g)} + O_۲(g)$$

۲) پس از نصب مبدل‌های کاتالیستی، همانند زمان غیاب این مبدل‌ها، مقدار گاز CO خارج‌شده از اگزوز خودروها بیشتر از مقدار گاز NO خارج‌شده است.

۴) با افزایش دمای محیط درونی مبدل‌های کاتالیستی، کارایی این قطعه برای حذف گازهای آلاینده افزایش پیدا می‌کند.

۷۸۳- گزینه ۱ در قدم اول، شمار مول‌های گاز $N_۲$ تولیدشده را به کمک قانون گازها محاسبه می‌کنیم:

$$P.V = n.R.T \Rightarrow \frac{n_۲}{n_۱} = \frac{P_۲.V_۲.T_۱}{P_۱.V_۱.T_۲} \Rightarrow \frac{n_۲}{۱} = \frac{۱/۲ \times ۵۰ \times ۲۷۳}{۱ \times ۲۲/۴ \times (۲۷۳ + ۳۱۲)} \Rightarrow n_۲ = ۱/۲۵\ mol$$

واکنش تجزیهٔ گاز نیتروژن مونوکسید به صورت مقابل است:

$$۲NO(g) \rightarrow N_۲(g) + O_۲(g)$$

این خودرو به ازای طی‌کردن یک کیلومتر مسافت، یک گرم گاز NO را به گازهای $O_۲$ و $N_۲$ تجزیه می‌کند؛ پس داریم:

$$\text{جرم گاز NO تجزیه‌شده}\ ?\ g\ NO = ۱/۲۵\ mol\ N_۲ \times \frac{۲\ mol\ NO}{۱\ mol\ N_۲} \times \frac{۳۰\ g\ NO}{۱\ mol\ NO} = ۷۵\ g$$

$$\text{مسافت طی‌شده توسط خودرو}\ ?\ km\ \text{مسافت} = ۷۵\ g\ NO \times \frac{۱\ km\ \text{مسافت}}{۱\ g\ NO} = ۷۵\ km$$

۷۸۴- گزینه ۳ عبارت‌های آ، پ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ) در واکنش حذف گاز CO، همانند واکنش حذف هیدروکربن‌های نسوخته، مولکول‌های $O_۲$ در نقش عامل اکسنده، کاهش پیدا می‌کنند.

ب) برای حذف هر مول C_xH_y در مبدل‌های کاتالیستی، $x + \frac{y}{۴}$ مول گاز اکسیژن مصرف می‌شود.

پ) در واکنش مربوط به حذف گاز CO، همانند واکنش مربوط به حذف گاز NO، ضریب گاز اکسیژن برابر یک است.

ت) واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است:

$$۲:C\equiv O: + \ddot{O}=\ddot{O} \longrightarrow ۲\ddot{O}=C=\ddot{O}$$

همان‌طور که مشخص است، در هر سمت این معادله، مجموعاً ۸ پیوند اشتراکی وجود دارد.

۷۸۵- گزینه ۴ در قدم اول، شمار مول‌های گاز CO و NO حذف‌شده توسط این مبدل را به ازای هر کیلومتر مسافت طی‌شده محاسبه می‌کنیم.

$$\left.\begin{array}{l} ?\ mol\ CO = (۵/۸ - ۰/۷۶)\ \cancel{g\ CO} \times \frac{۱\ mol\ CO}{۲۸\ \cancel{g\ CO}} = ۰/۱۸\ mol \\ ?\ mol\ NO = (۱/۰۴ - ۰/۰۴)\ \cancel{g\ NO} \times \frac{۱\ mol\ NO}{۳۰\ \cancel{g\ NO}} = \frac{۱}{۳۰}\ mol \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{\text{مول‌های CO حذف‌شده}}{\text{مول‌های NO حذف‌شده}} = \frac{۰/۱۸}{\frac{۱}{۳۰}} = ۵/۴$$

در مرحلهٔ بعد، جرم هیدروکربن‌های نسوخته (C_xH_y) حذف‌شده توسط این مبدل را با توجه به مسافت طی‌شده محاسبه می‌کنیم:

$$?\ g\ C_xH_y = ۵\ \cancel{h\ \text{مدت‌زمان}} \times \frac{۳۶۰۰\ \cancel{s\ \text{مدت‌زمان}}}{۱\ \cancel{h\ \text{مدت‌زمان}}} \times \frac{۲۵\ \cancel{m\ \text{مسافت}}}{۱\ \cancel{s\ \text{مدت‌زمان}}} \times \frac{۱\ \cancel{km\ \text{مسافت}}}{۱۰۰۰\ \cancel{m\ \text{مسافت}}} \times \frac{(۱/۶۷ - ۰/۰۷)\ g\ C_xH_y}{۱\ \cancel{km\ \text{مسافت}}} = ۷۲۰\ g$$

واکنش حذف هیدروکربن‌های نسوخته به صورت مقابل است:

$$C_xH_y(g) + (x + \frac{y}{۴})O_۲(g) \rightarrow xCO_۲(g) + (\frac{y}{۲})H_۲O(g)$$

با توجه به معادلهٔ این واکنش، همهٔ اتم‌های کربن موجود در C_xH_y در قالب مولکول‌های $CO_۲$ از اگزوز خودروها خارج می‌شوند؛ پس جرم اتم‌های کربن موجود در گاز $CO_۲$ خارج‌شده از اگزوز خودروی موردنظر را محاسبه می‌کنیم:

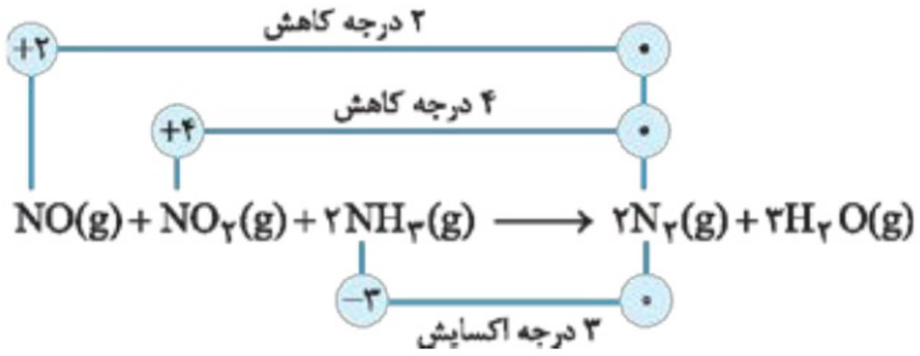
$$?\ g\ C = ۲۳۷۶\ \cancel{g\ CO_۲} \times \frac{۱\ \cancel{mol\ CO_۲}}{۴۴\ \cancel{g\ CO_۲}} \times \frac{۱\ \cancel{mol\ C}}{۱\ \cancel{mol\ CO_۲}} \times \frac{۱۲\ g\ C}{۱\ \cancel{mol\ C}} = ۶۴۸\ g$$

بر این اساس، در ۷۲۰ g از C_xH_y، ۶۴۸ g اتم کربن وجود دارد؛ پس داریم:

$$\frac{\text{مجموع جرم اتم‌های C در } C_xH_y}{\text{جرم } C_xH_y} = \frac{۱۲x}{۱۲x + y} \Rightarrow \frac{۶۴۸}{۷۲۰} = \frac{۱۲x}{۱۲x + y} \Rightarrow \frac{۹}{۱۰} = \frac{۱۲x}{۱۲x + y} \Rightarrow \frac{x}{y} = \frac{۳}{۴}$$

با توجه به نسبت میان x به y، فرمول هیدروکربن‌های سوختهٔ واردشده به مبدل می‌تواند به صورت $C_۶H_۸$ باشد.

۷۸۶- گزینه۴ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است:



بررسی چهار گزینه:

۱) در این واکنش، مجموع ضرایب فراورده‌های تولیدشده بزرگ‌تر از مجموع ضرایب واکنش‌دهنده‌های مصرف‌شده است.

۲) مولکول‌های N_2، برخلاف مولکول‌های H_2O، ناقطبی بوده و در میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا نمی‌کنند.

۳) طی این واکنش، عدد اکسایش اتم‌های N موجود در NO و NO_2 کاهش می‌یابد، اما عدد اکسایش اتم‌های N موجود در NH_3 افزایش پیدا می‌کند.

۴) مولکول‌های H_2O تولیدشده در این واکنش، همانند مولکول‌های NH_3 مصرف‌شده در آن، توانایی برقراری پیوند هیدروژنی با خودشان را دارند.

۷۸۷- گزینه۳ در قدم اول، جرم گاز NO_2 حذف‌شده در این مبدل کاتالیستی را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\,NO_2 = ۲۳۰\ km\ \text{مسافت} \times \frac{۱/۵\ g\,NO_2}{۱\ km\ \text{مسافت}} \times \frac{۸۰\ g\,NO_2\ \text{حذف‌شده}}{۱۰۰\ g\,NO_2} = ۲۷۶\ g$$

واکنش انجام‌شده در مبدل کاتالیستی خودروهای دیزلی به صورت مقابل است: $NO(g) + NO_2(g) + 2NH_3(g) \rightarrow 2N_2(g) + 3H_2O(g)$

با توجه به معادلهٔ این واکنش، جرم آمونیاک مصرف‌شده را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\,NH_3 = ۲۷۶\ g\,NO_2 \times \frac{۱\ mol\,NO_2}{۴۶\ g\,NO_2} \times \frac{۲\ mol\,NH_3}{۱\ mol\,NO_2} \times \frac{۱۷\ g\,NH_3}{۱\ mol\,NH_3} = ۲۰۴\ g$$

۷۸۸- گزینه۱ فقط عبارت ب نادرست است.

بررسی چهار عبارت:

أ) کاتالیزگرها اغلب به طور اختصاصی عمل کرده و با کاهش انرژی فعال‌سازی واکنش‌ها، باعث افزایش سرعت انجام‌شدن آن‌ها می‌شوند.

ب) در واکنش مربوط به حذف گاز NO_2 در مبدل کاتالیستی خودروهای دیزلی، به ازای حذف هر مولکول NO_2، دو مولکول N_2 تولید می‌شود.

پ) گاز NO در موتور خودروها براساس واکنش $N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO(g)$ تولید شده و در مبدل‌های کاتالیستی موجود در خودروها نیز براساس واکنش $2NO(g) \rightarrow N_2(g) + O_2(g)$ تجزیه می‌شود. چون معادلهٔ این واکنش‌ها معکوس یکدیگر است، پس ΔH آن‌ها نیز قرینهٔ هم می‌شود.

ت) کاتالیزگرهای موجود در مبدل‌های کاتالیستی باید در شرایط انجام واکنش، پایداری شیمیایی و گرمایی مناسبی داشته باشند.

۷۸۹- گزینه۱ واکنش تولید آمونیاک و واکنش مربوط به حذف اکسیدهای نیتروژن، به صورت زیر است:

$$N_2H_4 + H_2 \rightarrow 2NH_3 \qquad NO + NO_2 + 2NH_3 \rightarrow 2N_2 + 3H_2O$$

با استفاده از هم‌ارزی واکنش‌ها، می‌توان گفت به ازای مصرف‌شدن ۱ مول هیدرازین (N_2H_4)، آمونیاک مورد نیاز برای حذف ۱ مول گاز NO فراهم می‌شود.

بر این اساس، جرم آمونیاک مورد نیاز برای حذف ۱۵۰ گرم نیتروژن مونوکسید را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,g\,N_2H_4 = ۱۵۰\ g\,NO \times \frac{۱\ mol\,NO}{۳۰\ g\,NO} \times \frac{۱\ mol\,N_2H_4}{۱\ mol\,NO} \times \frac{۳۲\ g\,N_2H_4}{۱\ mol\,N_2H_4} = ۱۶۰\ g$$

۷۹۰- گزینه۲ فراوان‌ترین گاز موجود در هواکره، نیتروژن است. این گاز از مولکول‌های دواتمی ساخته شده است، اما گیاهان نمی‌توانند این عنصر ضروری برای رشد خود را به طور مستقیم از هوا جذب کنند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) محدودیت منابع و روند رو به رشد جمعیت جهان، سبب شده تا تأمین غذا به یکی از چالش‌های زندگی انسان‌ها تبدیل شود.

۳) بهترین راه‌حل برای مقابله با چالش‌های مربوط به تأمین غذا، افزایش بهره‌وری در تولید محصولات کشاورزی به کمک کودهای شیمیایی است.

۴) واکنش میان گازهای N_2 و H_2 به صورت مقابل است: $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$

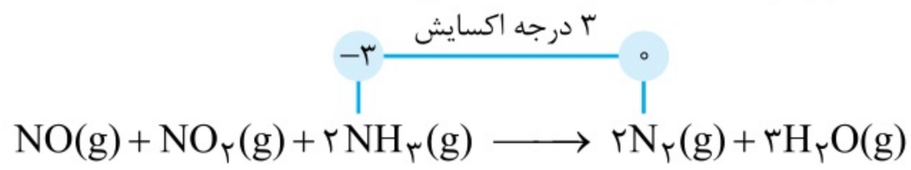
این واکنش برگشت‌پذیر است و آمونیاک تولیدشده در آن، یک باز آرنیوس به شمار می‌رود.

۷۹۱- گزینه۳ عبارت‌های أ، ب و ت درست است.

بررسی چهار عبارت:

أ) گیاهان می‌توانند نیتروژن مورد نیاز خود را با جذب مولکول‌های نیتروژن‌دار مثل NH_3 و $CO(NH_2)_2$ از خاک تأمین کنند.

ب) واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است:



پ) گازهای N_2 و H_2 در دمای $450\ ^\circ C$ و فشار $200\ atm$، براساس یک فرایند تعادلی با یکدیگر واکنش می‌دهند. در این شرایط، تنها ۲۸ درصد مولی از مخلوط موجود در ظرف واکنش از مولکول‌های NH_3 تشکیل می‌شود و باقی واکنش‌دهنده‌ها به فراورده تبدیل نمی‌شوند.

ت) به منظور افزایش بازده محصولات کشاورزی، در برخی از کشورها آمونیاک را به طور مستقیم به خاک تزریق می‌کنند.

۷۹۲- گزینه۳ نیتروژن، واکنش‌پذیری کمی داشته و در دمای اتاق، حتی در حضور کاتالیزگر مناسب و جرقه، با گاز H_2 واکنش نمی‌دهد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) از گاز نیتروژن برای انجماد برخی از مواد غذایی در صنعت سرماسازی و برای پرکردن تایر خودروها استفاده می‌شود.

۲) برای مقایسهٔ درصد جرمی نیتروژن در آمونیوم نیترات (NH_4NO_3) و اوره $((NH_2)_2CO)$ به روش زیر عمل می‌کنیم:

$$\frac{\text{درصد جرمی نیتروژن در } NH_4NO_3}{\text{درصد جرمی نیتروژن در } (NH_2)_2CO} = \frac{\frac{\text{جرم مولی } N\times 2}{\text{جرم مولی } NH_4NO_3}}{\frac{\text{جرم مولی } N\times 2}{\text{جرم مولی } (NH_2)_2CO}} = \frac{\frac{2\times 14}{80}}{\frac{2\times 14}{60}} = \frac{3}{4} = 0/75$$

۴) گیاهان برای رشد افزون بر کربن دی‌اکسید و آب، به عناصر S، N، P، K و ... نیز نیاز دارند.

۷۹۳- گزینه۲ هر چه میزان پیشرفت یک واکنش شیمیایی بیشتر باشد، درصد بیشتری از واکنش‌دهنده‌های شرکت‌کننده در آن به فراورده‌ها تبدیل می‌شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در رابطه با واکنش موردنظر، داریم:

$$K = \frac{[O_2]\times[N_2]}{[NO]^2} \Rightarrow [NO]^2\times K = [O_2]\times[N_2]$$

۳) از آن‌جا که غلظت گونه‌های جامد در عبارت ثابت تعادل بیان نمی‌شود، داریم:

$$K = \frac{[CO_2]^3}{[CO]^3} \Rightarrow 8 = \frac{[CO_2]^3}{[CO]^3} \Rightarrow 2 = \frac{[CO_2]}{[CO]} \Rightarrow [CO_2] = 2\times[CO]$$

۴) در واکنش‌های برگشت‌پذیر، از ابتدای کار تا لحظهٔ برقراری تعادل، سرعت واکنش رفت یا ثابت می‌ماند (مثل تعادل تجزیهٔ کلسیم کربنات) یا به مرور زمان کاهش پیدا می‌کند (مثل تعادل برقرارشده در فرایند هابر).

۷۹۴- گزینه۲ عبارت‌های ب و پ درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ) معادلهٔ واکنش موردنظر به صورت مقابل است: $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$

$$\text{یکای ثابت تعادل} = (mol.L^{-1})^{\Delta n} \xrightarrow{\Delta n = 2-4 = -2} \text{یکای ثابت تعادل} = (mol.L^{-1})^{-2} = L^2.mol^{-2}$$

ب) در واکنش‌های برگشت‌پذیر، با برقرارشدن تعادل در سامانهٔ واکنش، غلظت مواد به یک مقدار ثابت رسیده و فراورده‌ها در کنار واکنش‌دهنده‌ها قرار می‌گیرند.

پ) در سامانه‌های تعادلی، سرعت انجام‌شدن واکنش رفت با سرعت انجام‌شدن واکنش برگشت برابر است.

ت) مقدار واکنش‌دهنده‌ها یا فراورده‌های موجود در یک واکنش تعادلی، تأثیری در مقدار ثابت تعادل (K) واکنش ندارد.

۷۹۵- گزینه۲ ثابت تعادل واکنش موردنظر را با توجه به حجم ظرف به دست می‌آوریم.

$$K = \frac{[NO]^2[Cl_2]}{[NOCl]^2} = \frac{(\frac{\text{مقدار گاز NO}}{\text{حجم ظرف}})^2(\frac{\text{مقدار گاز } Cl_2}{\text{حجم ظرف}})}{(\frac{\text{مقدار گاز NOCl}}{\text{حجم ظرف}})^2} = \frac{(\frac{2}{0/5})^2(\frac{0/5}{0/5})}{(\frac{1}{0/5})^2} = \frac{4^2\times 1}{2^2} = 4\ mol.L^{-1}$$

۷۹۶- گزینه۲ در فرایند برقراری تعادل $2NO + O_2 \rightleftharpoons 2NO_2$، با گذشت زمان از غلظت گاز NO_2 کاسته شده و به دنبال آن، از شدت رنگ قهوه‌ای مخلوط و از سرعت واکنش رفت کاسته می‌شود؛ در حالی که سرعت واکنش برگشت به مرور زمان افزایش می‌یابد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) چون حجم ظرف واکنش و مجموع جرم گازهای موجود در آن ثابت است، از ابتدای واکنش تا لحظهٔ برقراری تعادل، چگالی مخلوط گازی ثابت باقی می‌ماند.

۳) چون از تجزیهٔ هر دو مولکول NO_2، ۳ مولکول فراورده تولید می‌شود، با گذشت زمان از ابتدای واکنش، شمار مول‌های گازی موجود در ظرف افزایش می‌یابد.

۴) چون در ابتدای واکنش فقط گاز NO_2 وارد ظرف شده است، در هر لحظه شمار مولکول‌های NO دو برابر شمار مولکول‌های O_2 خواهد بود.

۷۹۷- گزینه۱ با توجه به حجم ظرف واکنش، روند تغییر غلظت گونه‌های شرکت‌کننده در این واکنش به صورت زیر است:

واکنش	$N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$	
غلظت اولیه	۴	۰
تغییر غلظت	$-x$	$+2x$
غلظت تعادلی	$4-x$	$2x$

$$\Rightarrow K = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} \Rightarrow 0/8 = \frac{(2x)^2}{4-x} \Rightarrow x^2 + 0/2x - 0/8 = 0$$

$$\Rightarrow x = \frac{-0/2 \pm \sqrt{0/04 + 3/2}}{2} \Rightarrow \begin{cases} x = -1 & \times \\ x = 0/8 & \checkmark \end{cases}$$

$$\text{غلظت تعادلی } N_2O_4 = 4-x \xrightarrow{x=0/8} [N_2O_4] = 3/2\ mol.L^{-1}$$

با توجه به غلظت تعادلی گاز N_2O_4، مقدار این گاز را محاسبه می‌کنیم:

$$[N_2O_4] = \frac{\text{مقدار مول } N_2O_4}{\text{حجم ظرف}} \Rightarrow 3/2 = \frac{\text{مقدار مول } N_2O_4}{2} \Rightarrow \text{مقدار مول } N_2O_4 = 6/4\ mol$$

نکته ریشه‌های یک معادلهٔ درجه ۲ به صورت $ax^2 + bx + c = 0$ از رابطهٔ $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$ به دست می‌آید.

۷۹۸- گزینه ۴ معادلهٔ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است: $2N_2H_4(g)+N_2O_4(g)\rightleftharpoons 3N_2(g)+4H_2O(g)$

در ابتدای کار، فقط بخار آب و گاز هیدرازین (N_2H_4) در ظرف واکنش وجود دارند و از آن‌جا که گونه‌های شرکت‌کننده در هیچ سمت معادلهٔ واکنش کامل نیستند، هیچ واکنشی هم در ظرف انجام نمی‌شود. با ورود گاز N_2 به ظرف واکنش، گونه‌های موجود در سمت راست واکنش کامل شده و واکنش در جهت برگشت (در جهت مصرف بخار آب و تولید بخار هیدرازین) انجام می‌شود تا در نهایت به تعادل برسد، پس از لحظهٔ ورود گاز N_2 به ظرف واکنش، غلظت H_2O کاهش یافته و غلظت N_2H_4 افزایش پیدا می‌کند. *البته* با توجه به ضرایب گازهای H_2O و N_2H_4 در معادلهٔ واکنش، میزان تغییر غلظت بخار آب باید دو برابر میزان تغییر غلظت گاز N_2H_4 باشد.

۷۹۹- گزینه ۲ چون در ابتدای واکنش، $C(s)$ در این ظرف وجود ندارد، واکنش فقط در جهت رفت (در جهت مصرف گازهای CO و H_2) انجام می‌شود. با توجه به حجم ظرف، غلظت اولیهٔ هر یک از گازهای واردشده به ظرف واکنش برابر $0/25\ mol.L^{-1}$ است؛ پس داریم:

واکنش	$CO(g)$		$+\ H_2(g)$		$\rightleftharpoons\ H_2O(g)$		$+\ C(s)$	
	غلظت	مول	غلظت	مول	غلظت	مول	غلظت	مول
اولیه	۰/۲۵	۱	۰/۲۵	۱	۰/۲۵	۱	-	۰
تغییرات	$-x$	$-4x$	$-x$	$-4x$	$+x$	$+4x$	-	$+4x$
تعادلی	$0/25-x$	$1-4x$	$0/25-x$	$1-4x$	$0/25+x$	$1+4x$	-	$4x$

$$K=\frac{[H_2O]}{[H_2]\times[CO]}\Rightarrow 7/5=\frac{0/25+x}{(0/25-x)^2}\Rightarrow x=0/05\Rightarrow C(s)\text{ مقدار مول تعادلی}=0/2\,mol\Rightarrow H_2O(g)\text{ مقدار مول تعادلی}=1/2\,mol$$

با توجه به مقدار x، در حالت تعادل ۱/۲ مول بخار آب (معادل با ۲۱/۶ گرم بخار آب) و ۰/۲ مول کربن (معادل با ۲/۴ گرم کربن) در ظرف واکنش وجود دارد، پس جرم تعادلی بخار آب، ۹ برابر جرم تعادلی کربن است.

۸۰۰- گزینه ۱ جدول مقابل، روند تغییر غلظت گونه‌های شرکت‌کننده در این واکنش را نشان می‌دهد:

واکنش	$2NH_3$	$\rightleftharpoons\ N_2$	$+\ 3H_2$
غلظت اولیه	m	۰	۰
تغییر غلظت	$-2x$	$+x$	$+3x$
غلظت تعادلی	$m-2x$	x	$3x$

با توجه به غلظت تعادلی گاز هیدروژن در این ظرف دو لیتری (که برابر با $0/6\ mol.L^{-1}$ است)، مقدار x برابر با ۰/۲ می‌شود؛ پس داریم:

$$K=\frac{[H_2]^3\times[N_2]}{[NH_3]^2}\Rightarrow 12=\frac{(0/6)^3\times 0/2}{(m-0/4)^2}\Rightarrow (m-0/4)^2=0/0036\Rightarrow m-0/4=0/06\Rightarrow m=0/46\ mol.L^{-1}$$

بر این اساس، غلظت اولیهٔ گاز NH_3 برابر با $0/46\ mol.L^{-1}$ بوده است؛ پس با توجه به حجم ظرف واکنش، داریم:

$$[NH_3]=\frac{\text{مول } NH_3}{\text{حجم ظرف}}\Rightarrow 0/46=\frac{\text{مول } NH_3}{2}\Rightarrow \text{مول } NH_3=0/92\ mol$$

۸۰۱- گزینه ۳ با توجه به درصد پیشرفت واکنش، پس از ورود ۲ مول گاز N_2O_5 به ظرف واکنش، ۶۰ درصد (۱/۲ مول) از این گاز تجزیه شده و ۲/۴ مول گاز NO_2 و ۰/۶ مول گاز O_2 تولید می‌شود؛ پس در لحظهٔ برقراری تعادل، ۰/۸ مول N_2O_5، ۲/۴ مول NO_2 و ۰/۶ مول گاز O_2 در ظرف واکنش وجود دارد؛ پس داریم:

$$[N_2O_5]=\frac{0/8}{4}=0/2\ mol.L^{-1}\quad [NO_2]=\frac{2/4}{4}=0/6\ mol.L^{-1}\quad [O_2]=\frac{0/6}{4}=0/15\ mol.L^{-1}$$

$$K=\frac{[NO_2]^4\times[O_2]}{[N_2O_5]^2}\Rightarrow K=\frac{(0/6)^4\times 0/15}{(0/2)^2}=0/486\ mol^3.L^{-3}$$

با توجه به توضیحات داده‌شده، در لحظهٔ تعادل ۳/۸ مول مولکول گازی در ظرف واکنش وجود دارد.

۸۰۲- گزینه ۳ جدول زیر، روند تغییر غلظت گونه‌های گازی شرکت‌کننده در این واکنش را نشان می‌دهد:

واکنش	$CO(g)$	$+\ MO(s)$	$\rightleftharpoons\ CO_2(g)$	$+\ M(s)$
غلظت اولیه	۱	-	۰	-
تغییر غلظت	$-x$	-	$+x$	-
غلظت تعادلی	$1-x$	-	x	-

$$\Rightarrow K=\frac{[CO_2]}{[CO]}\Rightarrow 0/25=\frac{x}{1-x}\Rightarrow x=0/2\ mol.L^{-1}$$

با توجه به مقدار x، ۰/۲ مول از اکسید فلز M تا لحظهٔ برقراری تعادل مصرف شده و ۱/۸ مول از این ماده در ظرف باقی مانده است. علاوه بر این، ۰/۲ مول فلز M نیز از ابتدای کار تا لحظهٔ برقراری تعادل تولید شده است؛ پس نسبت مولی $\frac{MO(s)}{M(s)}$ برابر ۹ می‌شود.

۸۰۳- گزینهٔ ۲ عبارت‌های آ و ب درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ با توجه به ذکرنشدن غلظت گونه‌های جامد در عبارت ثابت تعادل، مقدار K واکنش موردنظر از رابطهٔ $K = [NH_3][HCl]$ به دست می‌آید.

ب چون مقدار Δn در این واکنش‌ها برابر صفر است، ثابت تعادل آن‌ها فاقد یکا خواهد بود.

پ مقدار انرژی فعال‌سازی واکنش‌ها، فقط بر سرعت انجام واکنش آن‌ها مؤثر است و تأثیری در مقدار ثابت تعادل (K) آن‌ها ندارد.

ت در هر واکنش برگشت‌پذیر، پس از برقراری تعادل، واکنش‌های رفت و برگشت با سرعت‌های برابر انجام می‌شوند.

۸۰۴- گزینهٔ ۱ جدول زیر، روند تغییرات غلظت گازهای شرکت‌کننده در واکنش را نشان می‌دهد:

واکنش	$2SO_3 \rightleftharpoons 2SO_2 + O_2$		
غلظت اولیه	m	۰	۰
تغییر غلظت	$-2x$	$+2x$	$+x$
غلظت تعادلی	$m-2x$	$2x$	x

$$\Rightarrow [O_2]_{\text{تعادلی}} = x = 2\ mol.L^{-1} \Rightarrow [SO_2]_{\text{تعادلی}} = 2x = 4\ mol.L^{-1}$$

$$K = \frac{[O_2]\times[SO_2]^2}{[SO_3]^2} \Rightarrow 32 = \frac{2\times(4)^2}{(m-4)^2} \Rightarrow m-4=1 \Rightarrow m = 5\ mol.L^{-1}$$

با توجه به غلظت اولیهٔ گاز SO_3 و حجم ظرف واکنش، پی می‌بریم که مقدار مول‌های اولیهٔ گاز SO_3 برابر با ۱۰ mol بوده است.

$$?g\,SO_3 = 10\ mol\,SO_3 \times \frac{80\ g\,SO_3}{1\ mol\,SO_3} = 800\ g$$

۸۰۵- گزینهٔ ۴ با توجه به بازده درصدی واکنش، ۰/۶ مول از گازهای A و D تجزیه شده و ۰/۴ مول از هر گاز در ظرف واکنش باقی می‌ماند. در نقطهٔ مقابل، از ابتدای واکنش تا لحظهٔ برقراری تعادل، ۱/۲ مول گاز E و ۰/۶ مول گاز G تولید می‌شود. با توجه به حجم ظرف واکنش، غلظت هر گاز با شمار مول‌های آن گاز برابر است، پس داریم:

$$K = \frac{[G]\times[E]^2}{[D]\times[A]} \Rightarrow K = \frac{0/6\times(1/2)^2}{0/4\times0/4} = 5/4\ mol.L^{-1}$$

۸۰۶- گزینهٔ ۴ معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است: $2NO(g) + 2CO(g) \rightleftharpoons N_2(g) + 2CO_2(g)$

براساس قانون گازها، در دما (T) و حجم (V) ثابت، شمار مول‌های گازی (n) موجود در ظرف با فشار گازها (P) متناسب است؛ پس می‌توان گفت از ابتدای واکنش تا لحظهٔ برقراری تعادل، شمار مول‌های گازی موجود در ظرف به اندازهٔ ۱۵ درصد (معادل با ۱/۵ مول) کاهش یافته و به ۸/۵ مول رسیده است؛ پس داریم:

واکنش	$2NO$	+ $2CO$	$\rightleftharpoons$ N_2	+ $2CO_2$	مجموع
مقدار اولیه (mol)	۶	۴	۰	۰	۱۰
تغییر مقدار (mol)	$-2x$	$-2x$	$+x$	$+2x$	$-x$
مقدار تعادلی (mol)	$6-2x$	$4-2x$	x	$2x$	$10-x$

$$\Rightarrow 10-x = 8/5 \Rightarrow x = 1/5\ mol$$

با توجه به مقدار x، در حالت تعادل، ۴/۵ مول فراوردهٔ گازی در ظرف ۳ لیتری وجود دارد؛ پس مجموع غلظت مولی فراورده‌های تولیدشده برابر با ۱/۵ مول بر لیتر می‌شود. برای محاسبهٔ ثابت تعادل واکنش نیز به روش زیر عمل می‌کنیم:

$$[CO_2] = \frac{3}{3} = 1\ mol.L^{-1} \quad [N_2] = \frac{1/5}{3} = 0/5\ mol.L^{-1} \quad [CO] = \frac{1}{3}\ mol.L^{-1} \quad [NO] = \frac{3}{3} = 1\ mol.L^{-1}$$

$$K = \frac{[CO_2]^2\times[N_2]}{[CO]^2\times[NO]^2} \Rightarrow K = \frac{(1)^2\times0/5}{(\frac{1}{3})^2\times(1)^2} = 9\times0/5 = 4/5\ L.mol^{-1}$$

۸۰۷- گزینهٔ ۲ چون در ابتدای واکنش گاز H_2S در ظرف وجود ندارد، پس فقط واکنش رفت انجام شده و NH_4HS تجزیه می‌شود. ابتدا غلظت اولیهٔ آمونیاک واردشده به ظرف را به دست می‌آوریم و پس از آن، روند تغییرات غلظت گازهای H_2S و NH_3 تولیدشده را بررسی می‌کنیم.

$$?mol\,NH_3 = 34\ g\,NH_3 \times \frac{1\ mol\,NH_3}{17\ g\,NH_3} = 2\ mol \Rightarrow [NH_3] = \frac{\text{مول } NH_3}{\text{حجم}} = \frac{2}{2} = 1\ mol.L^{-1}$$

واکنش	$NH_4HS \rightleftharpoons$	NH_3	+ H_2S
غلظت اولیه	-	۱	۰
تغییر غلظت	-	$+x$	$+x$
غلظت تعادلی	-	$1+x$	x

$$\Rightarrow K = [H_2S][NH_3] \Rightarrow 0/24 = x\times(1+x) \Rightarrow x = 0/2$$

با توجه به مقدار x، غلظت تعادلی گازهای H_2S و NH_3 در ظرف واکنش به ترتیب برابر با ۰/۲ و ۱/۲ مول بر لیتر می‌شود؛ پس می‌توان گفت در حالت تعادل، ۲/۴ مول گاز آمونیاک و ۰/۴ مول گاز هیدروژن سولفید در ظرف واکنش وجود دارد.

۸۰۸- گزینه ۲ شمار مول‌های H_2 و N_2 واردشده به این ظرف را به ترتیب برابر با $3/75\ mol$ و $1\ mol$ در نظر می‌گیریم. با توجه به داده‌های سؤال، در این شرایط ۲۵ درصد از گاز N_2 واردشده به ظرف (معادل با $0/25$ مول گاز N_2) مصرف‌شده و تعادل برقرار می‌شود؛ پس داریم:

واکنش	N_2	+ $3H_2$	$\rightleftharpoons$ $2NH_3$
غلظت اولیه	۱	۳/۷۵	۰
تغییر غلظت	$-x$	$-3x$	$+2x$
غلظت تعادلی	$1-x$	$3/75-3x$	$2x$

$$x=0/25 \Rightarrow \begin{cases}[N_2]=0/75\ mol.L^{-1}\\ [H_2]=3\ mol.L^{-1}\\ [NH_3]=0/5\ mol.L^{-1}\end{cases}$$

$$K=\frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3\times[N_2]} \Rightarrow K=\frac{(0/5)^2}{(3)^3\times 0/75}=1/23\times10^{-2}\ L^2.mol^{-2}$$

۸۰۹- گزینه ۴ روند تغییر غلظت گونه‌های شرکت‌کننده در این واکنش مطابق با جدول زیر است:

واکنش	CO_2	+ H_2	$\rightleftharpoons$ H_2O	+ CO
غلظت اولیه	۲	۱	۰	۰
تغییر غلظت	$-x$	$-x$	$+x$	$+x$
غلظت تعادلی	$2-x$	$1-x$	x	x

$$\Rightarrow K=\frac{[CO]\times[H_2O]}{[CO_2]\times[H_2]} \Rightarrow 1/8=\frac{x^2}{(2-x)(1-x)}$$

$$\Rightarrow \frac{9}{5}=\frac{x^2}{x^2-3x+2} \Rightarrow 4x^2-27x+18=0$$

$$\Rightarrow x=\frac{27\pm\sqrt{729-288}}{2\times4} \Rightarrow \begin{cases}x=6 & \times\\ x=0/75 & \checkmark\end{cases}$$

با توجه به غلظت اولیهٔ مواد موجود در ظرف واکنش، مقدار x نمی‌تواند بیشتر از $1\ mol$ باشد؛ پس جواب $x=6$ غیر قابل قبول است. با توجه به مقدار x، در حالت تعادل $0/75$ مول بخار آب (معادل با $13/5\ g$ بخار آب) و $0/25$ مول گاز هیدروژن (معادل با $0/5\ g$ گاز هیدروژن) وجود دارد؛ پس جرم تعادلی بخار آب ۲۷ برابر جرم تعادلی هیدروژن است.

۸۱۰- گزینه ۱ در ابتدای واکنش، ۷ مول متان و ۱۹۸ گرم بخار آب (معادل با ۱۱ مول بخار آب وارد ظرف واکنش شده است؛ پس داریم:

واکنش	CH_4	+ H_2O	$\rightleftharpoons$ CO	+ $3H_2$
غلظت اولیه	۳/۵	۵/۵	۰	۰
تغییر غلظت	$-x$	$-x$	$+x$	$+3x$
غلظت تعادلی	$3/5-x$	$5/5-x$	x	$3x$

مجموع شمار مول‌های واکنش‌دهنده‌ها = مجموع شمار مول‌های فراورده‌ها

$$\Rightarrow x+3x=(3/5-x)+(5/5-x) \Rightarrow x=1/5\ mol.L^{-1}$$

با توجه به مقدار x، داریم: $[CH_4]=2\ mol.L^{-1}$ $[H_2O]=4\ mol.L^{-1}$ $[CO]=1/5\ mol.L^{-1}$ $[H_2]=4/5\ mol.L^{-1}$

$$K=\frac{[H_2]^3\times[CO]}{[H_2O]\times[CH_4]} \Rightarrow K=\frac{(\frac{9}{2})^3\times\frac{3}{2}}{4\times2}=(\frac{3}{2})^7\ mol^2.L^{-2}$$

۸۱۱- گزینه ۴ عبارت‌های آ، ب، ت و ث درست هستند.

بررسی پنج عبارت:

آ از آن‌جا که شمار مولکول‌های SO_2، O_2 و SO_3 در تصاویر (III) و (IV) با هم برابر است، پس می‌توان گفت از تصویر (III) به بعد، تعادل برقرار شده است.

ب در تصویر (IV)، ۶ مولکول SO_2، ۶ مولکول SO_3 و ۳ مولکول O_2 وجود دارد، پس می‌توان گفت در حالت تعادل $[SO_2]=[SO_3]$ است. بر این اساس داریم:

$$K=\frac{[O_2][SO_2]^2}{[SO_3]^2} \xrightarrow{[SO_2]=[SO_3]} K=\frac{[O_2][SO_2]^2}{[SO_2]^2} \Rightarrow K=[O_2]$$

پ در حد فاصل تصاویر (I) و (II)، ۲ مولکول O_2 و در حد فاصل تصاویر (II) و (III) یک مولکول O_2 تولید شده است؛ پس سرعت متوسط تولید این گاز در بازهٔ اول، ۲ برابر سرعت تولید آن در بازهٔ دوم است.

ت در ابتدای واکنش، ۱۲ مولکول SO_3 وارد ظرف شده و تا زمان برقراری تعادل، ۶ مولکول از این ماده تجزیه شده و ۶ مولکول از آن باقی مانده است؛ پس حداکثر بازده واکنش تجزیهٔ SO_3 در این فرایند برابر با ۵۰ درصد است.

ث از ابتدای واکنش تا زمان برقراری تعادل، غلظت گاز SO_3 به مرور کاهش می‌یابد؛ پس سرعت واکنش $2SO_2+O_2 \rightarrow 2SO_3$ نیز به مرور کم‌تر شده و گاز SO_2 نیز با سرعت کم‌تری تولید می‌شود. در نقطهٔ مقابل، به مرور زمان، غلظت گازهای O_2 و SO_2 در ظرف واکنش افزایش می‌یابد و به دنبال آن، سرعت واکنش $2SO_3 \rightarrow 2SO_2+O_2$ که منجر به تولید گاز SO_3 می‌شود، افزایش پیدا می‌کند.

۸۱۲- گزینه ۳ واکنش $NO_2 + O_2 \rightleftharpoons NO + O_3$ سبب تولید گاز اوزون در لایهٔ تروپوسفر می‌شود. اگر هر ذره را معادل با ۰/۱ مول در نظر بگیریم، واکنش تعادلی موردنظر با ۱ مول گاز O_3 و ۱ مول گاز NO در ظرفی به حجم ۲ لیتر آغاز شده است؛ پس داریم:

واکنش	O_3	+ NO	$\rightleftharpoons$ O_2	+ NO_2
غلظت اولیه	۰/۵	۰/۵	۰	۰
تغییر غلظت	$-x$	$-x$	$+x$	$+x$
غلظت تعادلی	$۰/۵-x$	$۰/۵-x$	x	x

$$\Rightarrow K=\frac{[NO_2][O_2]}{[NO][O_3]} \Rightarrow ۱۶=\frac{x^2}{(۰/۵-x)^2}$$

$$\xrightarrow{\text{جذر}} ۴=\frac{x}{۰/۵-x} \Rightarrow x=۰/۴\ mol.L^{-1}$$

با توجه به مقدار x، مجموع غلظت فراورده‌های تولیدشده برابر ۰/۸ مول بر لیتر و مجموع غلظت واکنش‌دهنده‌های مصرف‌نشده برابر ۰/۲ مول بر لیتر است.

۸۱۳- گزینه ۴ ابتدا شمار مول‌های $COCl_2$ و CO واردشده به ظرف را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\,CO=۱۴\,g\,CO\times\frac{۱\,mol\,CO}{۲۸\,g\,CO}=۰/۵\,mol$$

$$?\,mol\,COCl_2=۱۳۲\,g\,COCl_2\times\frac{۱\,mol\,COCl_2}{۹۹\,g\,COCl_2}=\frac{۴}{۳}\,mol$$

تا زمان برقراری تعادل، ۲۵ درصد از گاز $COCl_2$ (معادل با $\frac{۱}{۳}$ مول گاز $COCl_2$) تجزیه شده است؛ پس داریم:

واکنش	$COCl_2$	$\rightleftharpoons$ CO	+ Cl_2
غلظت اولیه	$\frac{۴}{۳}$	۰/۵	۰
تغییر غلظت	$-x$	$+x$	$+x$
غلظت تعادلی	$\frac{۴}{۳}-x$	$۰/۵+x$	x

$$\Rightarrow x=\frac{۱}{۳} \Rightarrow \begin{cases}[Cl_2]_{\text{تعادلی}}=\frac{۱}{۳}\ mol.L^{-1}\\ [CO]_{\text{تعادلی}}=\frac{۵}{۶}\ mol.L^{-1}\\ [COCl_2]_{\text{تعادلی}}=۱\ mol.L^{-1}\end{cases}$$

$$\Rightarrow K=\frac{[Cl_2]\times[CO]}{[COCl_2]} \Rightarrow K=\frac{\frac{۱}{۳}\times\frac{۵}{۶}}{۱}=\frac{۵}{۱۸}\ mol.L^{-1}$$

۸۱۴- گزینه ۲ در رابطه با این واکنش داریم:

واکنش	C_2H_4	+ H_2O	$\rightleftharpoons$ C_2H_5OH
غلظت اولیه	۱	۱	۰
تغییر غلظت	$-x$	$-x$	$+x$
غلظت تعادلی	$۱-x$	$۱-x$	x

$$\Rightarrow K=\frac{[C_2H_5OH]}{[C_2H_4][H_2O]} \Rightarrow ۲=\frac{x}{(۱-x)^2} \Rightarrow ۲x^2-۵x+۲=۰$$

$$\Rightarrow x=\frac{۵\pm\sqrt{۲۵-۱۶}}{۴} \Rightarrow \begin{cases}x=۰/۵ & \checkmark\\ x=۲ & \times\end{cases}$$

اگر $x=۲$ باشد، غلظت تعادلی واکنش‌دهنده‌ها معادل با یک عدد منفی می‌شود و *واضحه که* چنین چیزی غیرممکن است.

با توجه به مقدار x، غلظت تعادلی گاز اتن ۰/۵ برابر غلظت اولیهٔ آن است؛ پس بازده درصدی این واکنش برابر ۵۰٪ می‌شود.

۸۱۵- گزینه ۳ کلسیم کربنات براساس معادلهٔ مقابل تجزیه می‌شود: $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO + CO_2(g)\ ,\ K=x$

عبارت ثابت تعادل این واکنش نیز به صورت مقابل است: $K=[CO_2]$

از آن‌جا که مقدار K برای این واکنش برابر با غلظت گاز CO_2 است، پس غلظت گاز CO_2 تولیدشده در ظرف A (ظرف ۸ لیتری) با غلظت این گاز در ظرف B (ظرف ۱۲ لیتری) برابر است. چون حجم ظرف B، ۱/۵ برابر حجم ظرف A است، پس مقدار CO_2 تولیدشده در این ظرف و پیشرفت واکنش انجام‌شده در آن نیز ۱/۵ برابر ظرف دیگر خواهد بود.

بررسی چهار گزینه:

۱) چون درصد پیشرفت واکنش در ظرف B بیشتر است، مقدار بیشتری از $CaCO_3$ در این ظرف تجزیه شده و مجموع جرم مواد جامد باقی‌مانده کم‌تر خواهد بود.

۲) مقدار مول‌های گاز CO_2، همانند جرم این گاز، در ظرف ۱۲ لیتری، ۱/۵ برابر ظرف ۸ لیتری است.

۳) جرم کلسیم اکسید (CaO) واردشده به هر ظرف را برابر با y گرم در نظر می‌گیریم. اگر تا برقراری تعادل، x گرم CaO در ظرف ۸ لیتری تولید شده باشد، جرم CaO تولیدشده در ظرف ۱۲ لیتری برابر با $۱/۵x$ گرم می‌شود. بر این اساس، داریم:

$$\frac{\text{جرم CaO در ظرف ۱۲ لیتری}}{\text{جرم CaO در ظرف ۸ لیتری}}=\frac{y+۱/۵x}{y+x}<۱/۵$$

۴) *همون‌جور که گفتیم* غلظت گاز CO_2 در ظرف ۸ لیتری برابر با غلظت این گاز در ظرف ۱۲ لیتری است.

۸۱۶- گزینه۳ غلظت اولیهٔ گاز SO_3 واردشده به ظرف برابر با $2\ mol.L^{-1}$ است؛ پس داریم:

واکنش	$2SO_3$	$\rightleftharpoons$	$2SO_2$	+	O_2
غلظت اولیه	۲		۰		۰
تغییر غلظت	$-2x$		$+2x$		x
غلظت تعادلی	$2-2x$		$2x$		x

$$\Rightarrow K=\frac{[O_2]\times[SO_2]^2}{[SO_3]^2} \Rightarrow \frac{1}{2}=\frac{x\times(2x)^2}{(2-2x)^2} \Rightarrow \frac{1}{2}=\frac{4x^3}{(2-2x)^2}$$

من اگه جای شما بودم، به جای حل یه معادلهٔ درجه ۳، بدون فوت وقت عددهای داده‌شده توی گزینه‌ها رو توی معادلهٔ به دست اومده قرار می‌دادم تا به گزینهٔ درست سؤال برسم؛ اما برای حل معادلهٔ حاصل، به روش زیر عمل می‌کنیم:

$$\Rightarrow 2x^3-x^2+2x-1=0 \xrightarrow{\text{تجزیهٔ معادله}} (2x-1)(x^2+1)=0 \Rightarrow x=\frac{1}{2}\ mol.L^{-1}$$

با توجه به مقدار x، از ابتدای واکنش تا لحظهٔ برقراری تعادل، یک مول SO_3 تجزیه شده و نیم مول گاز O_2 در ظرف تولید می‌شود.

۸۱۷- گزینه۳ در ابتدای واکنش، $138\ g$ گاز N_2O_4 (معادل با $1/5$ مول گاز N_2O_4) وارد ظرف شده است؛ پس روند تغییر غلظت گازها به صورت زیر درمی‌آید:

واکنش	N_2O_4	$\rightleftharpoons$	$2NO_2$
غلظت اولیه	۱/۵		۰
تغییر غلظت	$-x$		$+2x$
غلظت تعادلی	$1/5-x$		$2x$

$$\Rightarrow K=\frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} \Rightarrow 1/6=\frac{(2x)^2}{1/5-x} \Rightarrow 4x^2+1/6x-2/4=0$$

$$\Rightarrow 10x^2+4x-6=0 \Rightarrow \begin{cases} x=-1 & \times \\ x=0/6 & \checkmark \end{cases}$$

با توجه به مقدار x، $0/6$ مول N_2O_4 تجزیه شده و $1/2$ مول گاز NO_2 تولید می‌شود. با توجه به قانون پایستگی جرم، مجموع جرم گازهای موجود در ظرف در حالت تعادل، با جرم اولیهٔ گاز N_2O_4 واردشده به ظرف برابر است، پس ابتدا جرم تعادلی گاز NO_2 را محاسبه کرده و سپس درصد جرمی آن را به دست می‌آوریم.

$$?\,g\,NO_2=1/2\,mol\,NO_2\times\frac{46\,g\,NO_2}{1\,mol}=55/2\,g$$

$$\text{درصد جرمی گاز } NO_2=\frac{\text{جرم } NO_2}{\text{جرم مخلوط}}\times100=\frac{55/2}{138}\times100=40 \text{ درصد}$$

۸۱۸- گزینه۲ عبارت ثابت تعادل واکنش موردنظر به صورت مقابل است:

$$K=\frac{[NO]^2\times[Cl_2]}{[NOCl]^2}$$

اگر غلظت تعادلی گاز $NOCl$ برابر با $x\ mol.L^{-1}$ باشد، غلظت گاز NO برابر با $4x\ mol.L^{-1}$ می‌شود؛ پس داریم:

$$K=128=\frac{(4x)^2\times[Cl_2]}{x^2} \Rightarrow 128=16\times[Cl_2] \Rightarrow [Cl_2]=8\ mol.L^{-1}$$

با توجه به غلظت Cl_2 و حجم ظرف، جرم تعادلی گاز کلر را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\,Cl_2=2\,L\,Cl_2\times\frac{8\,mol\,Cl_2}{1\,L\,Cl_2}\times\frac{71\,g\,Cl_2}{1\,mol\,Cl_2}=1136\,g$$

۸۱۹- گزینه۱ فقط عبارت «أ» نادرست است.

بررسی چهار عبارت:

«أ» یکای ثابت تعادل واکنش $2NOCl(g) \rightleftharpoons 2NO(g)+Cl_2(g)$ معادل با $mol.L^{-1}$ است.

«ب» جدول زیر، روند تغییر غلظت گازهای شرکت‌کننده در این تعادل را نشان می‌دهد:

واکنش	$3Fe$	+	$4H_2O$	$\rightleftharpoons$	Fe_3O_4	+	$4H_2$
غلظت اولیه	-		۳		-		۰
تغییر غلظت	-		$-4x$		-		$+4x$
غلظت تعادلی	-		$3-4x$		-		$4x$

$$K=\frac{[H_2]^4}{[H_2O]^4} \Rightarrow 2^{-4}=\frac{(4x)^4}{(3-4x)^4} \Rightarrow \frac{1}{2}=\frac{4x}{3-4x}$$

$$\Rightarrow 8x=3-4x \Rightarrow 4x=1 \Rightarrow x=\frac{1}{4}$$

با توجه مقدار x، در حالت تعادل یک مول گاز H_2 وجود دارد.

«پ» با پیشرفت واکنش، اتم‌های اکسیژن از ساختار H_2O خارج شده و وارد ساختار یک مادهٔ جامد (Fe_2O_3) می‌شود؛ پس با پیشرفت واکنش، مجموع جرم مواد جامد موجود در ظرف افزایش پیدا می‌کند.

«ت» تا زمان برقراری تعادل، یک مول H_2O و $0/75$ مول Fe مصرف شده و $0/25$ مول Fe_3O_4 تولید می‌شود.

۸۲۰- گزینه ۱ واکنش با ورود ۵ مول CO و ۱۶ گرم گاز هیدروژن (۸ مول گاز هیدروژن) به ظرف واکنش آغاز شده است. با توجه به جرم متانول تولیدشده، مقدار H_2 مصرف‌شده و سرعت متوسط مصرف H_2 را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,mol\,H_2 = 96\,g\,CH_3OH \times \frac{1\,mol\,CH_3OH}{32\,g\,CH_3OH} \times \frac{2\,mol\,H_2}{1\,mol\,CH_3OH} = 6\,mol \Rightarrow [H_2] = \frac{6\,mol}{5\,L} = 1/2\,mol.L^{-1}$$

$$\bar{R}_{H_2} = \frac{\Delta[H_2]}{\Delta t} \Rightarrow \bar{R}_{H_2} = \frac{1/2 - 0}{30\,min \times \frac{60\,s}{1\,min}} = 6/67 \times 10^{-4}\ mol.L^{-1}.s^{-1}$$

با توجه به اطلاعات داده‌شده، در حالت تعادل ۲ مول گاز H_2، ۲ مول CO و ۳ مول CH_3OH در ظرف واکنش وجود دارد؛ پس داریم:

$$[H_2] = 0/4\ mol.L^{-1} \qquad [CO] = 0/4\ mol.L^{-1} \qquad [CH_3OH] = 0/6\ mol.L^{-1}$$

$$K = \frac{[CH_3OH]}{[H_2]^2 \times [CO]} \Rightarrow K = \frac{0/6}{(0/4)^2 \times 0/4} = 9/375$$

۸۲۱- گزینه ۴ روند تغییر غلظت گونه‌های شرکت‌کننده در واکنش به صورت مقابل است:

واکنش	$2A$	$\rightleftharpoons$	$2B$	$+$	C	$+$	D
غلظت اولیه	–		0		0		0
تغییر غلظت	–		$+2x$		$+x$		$+x$
غلظت تعادلی	–		$2x$		x		x

$$\Rightarrow K = [B]^2 \times [C] \times [D]$$

$$\Rightarrow 4 \times 10^{-4} = (2x)^2 \times x \times x \Rightarrow x = 0/1\ mol.L^{-1}$$

با توجه به مقدار x، در حالت تعادل، غلظت گازهای C و D برابر ۰/۱ مول بر لیتر و غلظت گاز B برابر ۰/۲ مول بر لیتر است؛ پس در حالت تعادل مجموع غلظت گازها برابر با $0/4\ mol.L^{-1}$ بوده و ۰/۸ مول فراوردهٔ گازی در ظرف واکنش وجود دارد.

در مرحلهٔ بعد، فشار گازهای موجود در ظرف واکنش را به کمک قانون گازها به دست می‌آوریم:

$$PV = nRT \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{n_2 \times T_2 \times V_1}{n_1 \times T_1 \times V_2} \Rightarrow \frac{P_2}{1} = \frac{0/8 \times (273+39) \times 22/4}{1 \times 273 \times 2} \Rightarrow P_2 = 10/24\ atm$$

۸۲۲- گزینه ۴ در رابطه با این واکنش داریم:

$$K = [SO_3] \Rightarrow 2 \times 10^{-4} = [SO_3]$$

با توجه به حجم ظرف و غلظت تعادلی گاز SO_3، در حالت تعادل، 4×10^{-4} مول گاز SO_3 در ظرف واکنش وجود دارد. این ترکیب اسیدی براساس معادلهٔ $SO_3(g) + H_2O(l) \rightleftharpoons SO_4^{2-}(aq) + 2H^+(aq)$ با آب واکنش می‌دهد، پس داریم:

$$?\,g\,SO_4^{2-} = 4 \times 10^{-4}\ mol\,SO_3 \times \frac{1\,mol\,SO_4^{2-}}{1\,mol\,SO_3} \times \frac{96\,g\,SO_4^{2-}}{1\,mol\,SO_4^{2-}} = 3/84 \times 10^{-2}\ g$$

با توجه به جرم یون سولفات تولیدشده در محلول، غلظت این یون را محاسبه می‌کنیم.

$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow ppm = \frac{3/84 \times 10^{-2}\ g}{2000\,g} \times 10^6 = 19/2$$

۸۲۳- گزینه ۴ در واکنش (I) یک مول از ترکیب A وارد یک ظرف دربسته شده است. با توجه به بازده درصدی این واکنش، از ابتدای کار تا لحظهٔ برقراری تعادل، ۰/۵ مول A تجزیه شده و یک مول X تولید می‌شود؛ پس داریم:

$$K_1 = \frac{[X]^2}{[A]} \Rightarrow K_1 = \frac{(1)^2}{0/5} = 2\ mol.L^{-1}$$

در واکنش (II) نیز یک مول از ترکیب D وارد ظرف یک لیتری شده است. با توجه به بازده درصدی این واکنش، از ابتدای کار تا لحظهٔ برقراری تعادل، ۰/۸ مول از گاز D تجزیه شده و ۰/۲ مول از این گاز در ظرف باقی می‌ماند. طی این فرایند، ۰/۸ مول گاز Z نیز تولید می‌شود.

$$K_2 = \frac{[Z]}{[D]} \Rightarrow K_2 = \frac{0/8}{0/2} = 4 \Rightarrow$$ مقدار K_2 دو برابر مقدار K_1 است.

۸۲۴- گزینه ۳ با توجه به اطلاعات داده‌شده، روند تغییر غلظت گازهای شرکت‌کننده در این واکنش مطابق با جدول زیر است:

واکنش	NO	$+$	O_3	$\rightleftharpoons$	NO_2	$+$	O_2
غلظت اولیه	m		$1/25\,m$		0		0
تغییر غلظت	$-x$		$-x$		$+x$		$+x$
غلظت تعادلی	$m-x$		$1/25m-x$		x		x

$$\Rightarrow$$ غلظت تعادلی O_3 $= 2 \times$ غلظت تعادلی NO

$$\Rightarrow 1/25m - x = 2(m-x)$$

$$\Rightarrow 1/25m - x = 2m - 2x \Rightarrow x = 0/75m$$

با توجه به نسبت میان m و x، غلظت تعادلی گازهای O_2 و NO_2 برابر با $0/75\,m$ و غلظت تعادلی گازهای O_3 و NO نیز به ترتیب برابر با $0/5m$ و $0/25m$ مول بر لیتر می‌شود؛ پس داریم:

$$K=\frac{[O_2]\times[NO_2]}{[O_3]\times[NO]} \Rightarrow K=\frac{0/75m\times 0/75m}{0/25m\times 0/5\,m}=4/5$$

۸۲۵- گزینه۲ جدول زیر، روند تغییر غلظت گازهای شرکت‌کننده در واکنش را نشان می‌دهد:

واکنش	$2N_2O_5 \rightleftharpoons 4NO_2 + O_2$		
غلظت اولیه	m	۰	۰
تغییر غلظت	$-2x$	$+4x$	$+x$
غلظت تعادلی	$m-2x$	$4x$	$x=0/4$

$$\Rightarrow x=0/4\ mol.L^{-1} \Rightarrow [NO_2]=1/6\ mol.L^{-1}$$

$$\Rightarrow K=\frac{[O_2]\times[NO_2]^4}{[N_2O_5]^2} \Rightarrow 2/56\times10^{-1}=\frac{0/4\times(1/6)^4}{(m-0/8)^2}$$

$$\Rightarrow (m-0/8)^2=10/24 \Rightarrow m-0/8=3/2 \Rightarrow m=4\ mol.L^{-1}$$

با توجه به محاسبات انجام‌شده، غلظت تعادلی گاز N_2O_5 برابر با $4\ mol.L^{-1}$ است؛ پس در این ظرف ۲ مول گاز N_2O_5 وجود دارد.

$$?\,g\,N_2O_5=2\,mol\,N_2O_5\times\frac{108\,g\,N_2O_5}{1\,mol\,N_2O_5}=216\,g$$

۸۲۶- گزینه۳ واکنش گاز CO_2 با کلسیم اکسید به صورت مقابل است:

$$CaO(s)+CO_2(g)\rightleftharpoons CaCO_3(s)$$

با توجه به معادلهٔ این واکنش، شمار مول‌های CO_2 مصرف‌شده در آن را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,mol\,CO_2=14\,g\,CaO\times\frac{1\,mol\,CaO}{56\,g\,CaO}\times\frac{1\,mol\,CO_2}{1\,mol\,CaO}=0/25\,mol$$

بر این اساس، در حالت تعادل ۰/۲۵ مول گاز CO_2 در ظرف ۲ لیتری وجود داشته است؛ پس غلظت تعادلی این گاز برابر با ۰/۱۲۵ مول بر لیتر می‌شود. با توجه به ضرایب مواد در معادلهٔ واکنش تجزیهٔ $NaHCO_3$، غلظت بخار آب نیز برابر با غلظت CO_2 است؛ پس داریم:

$$K=[CO_2]\times[H_2O] \Rightarrow K=(0/125)\times(0/125)=2^{-6}\ mol^2.L^{-2}$$

۸۲۷- گزینه۳ حجم ظرف واکنش را برابر با $22/4\ L$ لیتر در نظر می‌گیریم. چون شرایط موجود در ظرف مطابق با شرایط STP است، پس در مجموع یک مول مادهٔ گازی در این ظرف وجود دارد. در چنین حالتی، اگر شمار مول‌های گاز O_2 موجود در ظرف را برابر با $x\ mol$ در نظر بگیریم، شمار مول‌های گاز O_3 برابر با $(1-x)\ mol$ می‌شود. از طرفی، چگالی گازهای موجود در ظرف برابر $2\ g.L^{-1}$ است، پس داریم:

$$\text{جرم گازهای موجود در ظرف}=22/4\,L\,\text{گاز}\times\frac{2\,g\,\text{گاز}}{1\,L\,\text{گاز}}=44/8\,g$$

$$\text{جرم گازهای موجود در ظرف}=\text{جرم گاز}\,O_2+\text{جرم گاز}\,O_3 \Rightarrow 44/8=x\,mol\,O_2\times\frac{32\,g\,O_2}{1\,mol\,O_2}+(1-x)\,mol\,O_3\times\frac{48\,g\,O_3}{1\,mol\,O_3} \Rightarrow x=0/2\,mol$$

با توجه به مقدار x، در ظرف واکنش ۰/۲ مول گاز O_2 و ۰/۸ مول گاز O_3 وجود دارد؛ پس داریم:

$$[O_2]=\frac{\text{مول}\,O_2}{\text{حجم ظرف}}=\frac{0/2}{22/4}\ mol.L^{-1} \qquad [O_3]=\frac{\text{مول}\,O_3}{\text{حجم ظرف}}=\frac{0/8}{22/4}\ mol.L^{-1}$$

$$K=\frac{[O_3]^2}{[O_2]^3} \Rightarrow K=\frac{(\frac{0/8}{22/4})^2}{(\frac{0/2}{22/4})^3}=80\times22/4=1792\ L.mol^{-1}$$

۸۲۸- گزینه۲ جرم مولی $CaCO_3$ و SO_3 به ترتیب برابر با ۱۰۰ و ۸۰ گرم بر مول است؛ پس اگر جرم‌های برابر از این مواد را داشته باشیم، شمار مول‌های گاز SO_3، ۱/۲۵ برابر شمار مول‌های $CaCO_3$ می‌شود. بر این اساس، اگر شمار مول‌های $CaCO_3$ واردشده به ظرف را برابر x مول در نظر بگیریم، شمار مول‌های گاز SO_3 واردشده به ظرف برابر با $1/25x$ مول می‌شود.

بریم سراغ واکنش تجزیهٔ کلسیم کربنات! در این واکنش، x مول $CaCO_3$ وارد ظرف واکنش شده و تا زمان برقراری تعادل، $0/2x$ مول از آن تجزیه می‌شود و غلظت گاز CO_2 تولیدشده در ظرف واکنش به $0/2x$ مول بر لیتر می‌رسد؛ پس داریم:

$$K=[CO_2]=0/2x\ mol.L^{-1}$$

نوبت می‌رسه به واکنش تجزیهٔ گوگرد تری‌اکسید! در این واکنش نیز $1/25x$ مول SO_3 وارد ظرف شده و تا زمان برقراری تعادل، $0/25x$ مول از آن تجزیه می‌شود و x مول از آن در ظرف باقی می‌ماند. از طرف مقابل، طی این فرایند $0/25x$ مول SO_2 و $0/125x$ مول O_2 تولید می‌شود؛ پس غلظت گازهای SO_3، SO_2 و O_2 به ترتیب برابر با x، $0/25x$ و $0/125x$ مول بر لیتر می‌شود. در رابطه با این واکنش داریم:

$$K=\frac{[SO_2]^2\times[O_2]}{[SO_3]^2} \Rightarrow K=\frac{(0/25x)^2\times0/125x}{(x)^2}=\frac{x}{128}$$

در مرحلهٔ آخر، ثابت تعادل این واکنش‌ها را با هم مقایسه می‌کنیم.

$$\frac{\text{ثابت تعادل واکنش تجزیهٔ کلسیم کربنات}}{\text{ثابت تعادل واکنش تجزیهٔ گوگرد تری‌اکسید}}=\frac{0/2x}{\frac{x}{128}}=25/6$$

۸۲۹- گزینهٔ ۱ با توجه به جرم گازهای SO_2 و SO_3 موجود در ظرف واکنش، غلظت هر گاز را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,mol\,SO_3 = 40\,g\,SO_3 \times \frac{1\,mol\,SO_3}{80\,g\,SO_3} = 0/5\,mol \Rightarrow [SO_3] = \frac{0/5\,mol}{4\,L} = 0/125\,mol.L^{-1}$$

$$?\,mol\,SO_2 = 96\,g\,SO_2 \times \frac{1\,mol\,SO_2}{64\,g\,SO_2} = 1/5\,mol \Rightarrow [SO_2] = \frac{1/5\,mol}{4\,L} = 0/375\,mol.L^{-1}$$

در مرحلهٔ بعد، با توجه به مقدار K، غلظت گاز O_2 و پس از آن، جرم گاز O_2 موجود در ظرف را محاسبه می‌کنیم.

$$K = \frac{[O_2]\times[SO_2]^2}{[SO_3]^2} \Rightarrow 18 = \frac{[O_2]\times(0/375)^2}{(0/125)^2} \Rightarrow 18 = 9\times[O_2] \Rightarrow [O_2] = 2\,mol.L^{-1}$$

$$?\,g\,O_2 = 4\,L\,O_2 \times \frac{2\,mol\,O_2}{1\,L\,O_2} \times \frac{32\,g\,O_2}{1\,mol\,O_2} = 256\,g$$

و بالاخره به کمک جرم گازهای موجود در ظرف، چگالی این گازها را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{چگالی} = \frac{\text{جرم } O_2 + \text{جرم } SO_2 + \text{جرم } SO_3}{\text{حجم ظرف}} \Rightarrow \text{چگالی} = \frac{256\,g + 96\,g + 40\,g}{4\,L} = 98\,g.L^{-1}$$

۸۳۰- گزینهٔ ۳ با توجه به گرمای آزادشده، شمار مول‌های CH_4 موجود در سامانهٔ تعادلی را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\,CH_4 = 1335\,kJ\ \text{انرژی} \times \frac{1\,mol\,CH_4}{890\,kJ\ \text{انرژی}} = 1/5\,mol$$

در حالت تعادل، ۱/۵ مول متان در ظرف واکنش وجود داشته است؛ پس غلظت این گاز در حالت تعادل برابر با $0/75\,mol.L^{-1}$ می‌شود. با توجه به ضرایب مواد در معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش، غلظت تعادلی بخار آب نیز برابر $0/75\,mol.L^{-1}$ است؛ پس در رابطه با این واکنش داریم:

واکنش	CO	$+\ 3H_2$	$\rightleftharpoons\ CH_4$	$+\ H_2O$
غلظت اولیه	m	m	۰	۰
تغییر غلظت	$-x$	$-3x$	$+x$	$+x$
غلظت تعادلی	$m-x$	$m-3x$	$x = 0/75$	$x = 0/75$

چون حجم گازهای CO و H_2 واردشده به ظرف برابر است، پس شمار مول‌ها و غلظت اولیهٔ این گازها نیز با هم برابر خواهد بود.

$$\Rightarrow K = \frac{[H_2O]\times[CH_4]}{[CO]\times[H_2]^3} \Rightarrow 2/25 = \frac{0/75\times0/75}{(m-0/75)\times(m-2/25)^3} \Rightarrow (m-0/75)\times(m-2/25)^3 = \frac{1}{4} \Rightarrow m = 2/75\,mol.L^{-1}$$

بچه‌ها! توی این سؤال هم می‌تونیم برای پیداکردن مقدار m از گزینه‌ها کمک بگیریم. کافیه هر کدوم از عددهای داده‌شده رو نصف کنیم و به عنوان مقدار m توی معادله قرار بدیم. هر عددی که در معادله صدق کرد، همون جواب سؤاله!

با توجه به مقدار m، غلظت اولیهٔ گاز H_2 برابر $2/75\,mol.L^{-1}$ بوده است؛ پس در ابتدای واکنش ۵/۵ مول گاز H_2 وارد ظرف شده است.

۸۳۱- گزینهٔ ۴ به ازای تجزیهٔ هر مول اتانول، یک مول بخار آب (18 g بخار آب) و یک مول گاز اتن (28 g گاز اتن) تولید می‌شود؛ پس می‌توان گفت تفاوت جرم H_2O و C_2H_4 تولیدشده به ازای تجزیهٔ هر مول اتانول، برابر با 10 g است. بر این اساس، شمار مول‌های بخار آب و گاز اتن تولیدشده تا لحظهٔ برقراری تعادل را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,mol\,C_2H_4 = 12/5\,g\ \text{تفاوت جرم} \times \frac{1\,mol\,C_2H_4}{10\,g\ \text{تفاوت جرم}} = 1/25\,mol$$

$$?\,mol\,H_2O = 12/5\,g\ \text{تفاوت جرم} \times \frac{1\,mol\,H_2O}{10\,g\ \text{تفاوت جرم}} = 1/25\,mol$$

در حالت تعادل، ۱/۲۵ مول از گازهای H_2O و C_2H_4 در ظرف ۵ لیتری وجود دارد؛ پس غلظت تعادلی این گازها برابر $0/25\,mol.L^{-1}$ می‌شود. بر این اساس، غلظت تعادلی گاز اتانول را به کمک مقدار K محاسبه می‌کنیم.

$$K = \frac{[H_2O]\times[C_2H_4]}{[C_2H_5OH]} \Rightarrow 6/25\times10^{-2} = \frac{0/25\times0/25}{[C_2H_5OH]} \Rightarrow [C_2H_5OH] = 1\,mol.L^{-1} \xrightarrow{V=5\,L} \text{شمار مول‌های اتانول} = 5\,mol$$

بر این اساس، در حالت تعادل ۵ مول اتانول (230 g اتانول)، ۱/۲۵ مول بخار آب (22/5 g بخار آب) و ۱/۲۵ مول اتن (35 g اتن) در ظرف واکنش وجود دارد؛ پس داریم:

$$\text{درصد جرمی اتانول} = \frac{\text{جرم اتانول}}{\text{جرم مخلوط}} \times 100 = \frac{230}{230+22/5+35} \times 100 = \text{درصد } 80$$

۸۳۲- گزینهٔ ۱ با توجه به قانون گازها، شمار مول‌های گازی موجود در سامانهٔ تعادلی (n_2) را محاسبه می‌کنیم.

$$PV = nRT \Rightarrow \frac{n_2}{n_1} = \frac{P_2\times V_2\times T_1}{P_1\times V_1\times T_2} \Rightarrow \frac{n_2}{1} = \frac{12\times2\times273}{1\times22/4\times(273+117)} \Rightarrow n_2 = 0/75\,mol$$

بر این اساس، در حالت تعادل مجموعاً ۰/۷۵ mol فراوردهٔ گازی در ظرف واکنش وجود دارد. با توجه به ضرایب مواد X_2 و A_2 در معادلهٔ واکنش، پی می‌بریم که شمار مول‌های تعادلی X_2 برابر با ۰/۵ mol و شمار مول‌های تعادلی A_2 برابر با ۰/۲۵ mol است، پس داریم:

$$[X_2]=\frac{0/5}{2}=0/25\ mol.L^{-1} \qquad [A_2]=\frac{0/25}{2}=0/125\ mol.L^{-1}$$

$$K=[A_2]\times[X_2]^2 \Rightarrow K=\frac{1}{8}\times(\frac{1}{4})^2=\frac{1}{2^7}=2^{-7}\ mol^3.L^{-3}$$

۸۳۳- گزینه۳ جدول مقابل، روند تغییر تعداد مول‌های مواد گازی شرکت‌کننده در واکنش را نشان می‌دهد:

واکنش	$2SO_2$	+ O_2	$\rightleftharpoons$ $2SO_3$
غلظت اولیه	۲	۲	۲
تغییر غلظت	$+2x$	$+x$	$-2x$
غلظت تعادلی	$2+2x$	$2+x$	$2-2x$

در ابتدای واکنش، ۲ مول از هر گاز وارد ظرف واکنش شده، پس درصد حجمی اولیهٔ گاز SO_3 برابر با ۳۳/۳ درصد بوده است. چون در حالت تعادل درصد حجمی گاز SO_3 کم‌تر از درصد حجمی اولیهٔ آن است، پس از ابتدای کار تا لحظهٔ برقراری تعادل، مقداری SO_3 مصرف‌شده و گازهای SO_2 و O_2 تولید می‌شوند.

$$\text{درصد حجمی } SO_3=\frac{\text{شمار مول‌های } SO_3}{\text{کل شمار مول‌های گازی}}\times100 \Rightarrow 24=\frac{2-2x}{6+x}\times100 \Rightarrow x=0/25\ mol$$

بر این اساس، در حالت تعادل ۱/۵ مول SO_3، ۲/۲۵ مول O_2 و ۲/۵ مول SO_2 در ظرف واکنش وجود دارد؛ پس داریم:

$$[SO_3]=\frac{1/5}{0/25}=6\ mol.L^{-1} \qquad [SO_2]=\frac{2/5}{0/25}=10\ mol.L^{-1} \qquad [O_2]=\frac{2/25}{0/25}=9\ mol.L^{-1}$$

$$K=\frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2\times[O_2]} \Rightarrow K=\frac{6^2}{9\times10^2} \Rightarrow K=0/04\ L.mol^{-1}$$

۸۳۴- گزینه۳ در رابطه با این تعادل داریم:

$$K=[NH_3][HCl] \xrightarrow{[HCl]=[NH_3]} 1/6\times10^{-5}=[HCl]^2 \Rightarrow [HCl]=4\times10^{-3}\ mol.L^{-1}$$

با توجه به حجم ظرف واکنش، ۰/۰۰۸ مول گاز آمونیاک و ۰/۰۰۸ مول گاز هیدروژن کلرید در ظرف وجود دارد. با توجه به مقدار گاز HCl، pH محلول اسیدی حاصل را به دست می‌آوریم:

$$[HCl]=\frac{0/008\ mol}{0/8\ L}=0/01\ mol.L^{-1} \xrightarrow{\alpha=1} [H^+]=0/01\ mol.L^{-1}$$

$$pH=-\log[H^+] \Rightarrow pH=-\log(0/01)=2$$

با توجه به pH محلول هیدروکلریک اسید و داده‌های موجود در صورت سؤال، pH محلول آمونیاک برابر با ۱۰/۳ است، پس داریم:

$$[OH^-]=10^{pH-14} \Rightarrow [OH^-]=10^{10/3-14}=10^{-3/7}=2\times10^{-4}\ mol.L^{-1}$$

در مرحلهٔ آخر با توجه به غلظت یون هیدروکسید در محلول آمونیاک، درجهٔ یونش آمونیاک را محاسبه می‌کنیم.

$$\left.\begin{array}{l}[NH_3]=\frac{0/008\ mol}{0/8\ L}=0/01\ mol.L^{-1}\\ [OH^-]=2\times10^{-4}\ mol.L^{-1}\end{array}\right\} \Rightarrow [NH_3]\times\alpha=[OH^-] \Rightarrow \alpha=0/02 \Rightarrow \%\alpha=\%2$$

۸۳۵- گزینه۱ در ابتدای واکنش، ۶۸ g آمونیاک (معادل با ۴ مول آمونیاک) وارد ظرف شده است. پس از تجزیهٔ مقداری از این گاز، غلظت تعادلی گاز H_2 به $2\ mol.L^{-1}$ رسیده و تعادل در ظرف برقرار شده است. با توجه به ضرایب مواد شرکت‌کننده در واکنش و غلظت تعادلی گاز H_2، غلظت تعادلی گاز N_2 برابر با $\frac{2}{3}$ مول بر لیتر است؛ پس داریم:

$$K=\frac{[H_2]^3\times[N_2]}{[NH_3]^2} \Rightarrow 3=\frac{2^3\times\frac{2}{3}}{[NH_3]^2} \Rightarrow [NH_3]^2=\frac{16}{9} \Rightarrow [NH_3]=\frac{4}{3}\ mol.L^{-1}$$

اگر حجم ظرف واکنش را برابر با V لیتر در نظر بگیریم، در حالت تعادل $2V$ مول H_2، $\frac{2V}{3}$ مول گاز N_2 و $\frac{4V}{3}$ مول گاز آمونیاک وجود دارد؛ پس داریم:

واکنش	$2NH_3$	$\rightleftharpoons$ N_2	+ $3H_2$
غلظت اولیه	۴	۰	۰
تغییر غلظت	$-2x$	$+x$	$+3x$
غلظت تعادلی	$4-2x$	x	$3x$

$$\text{شمار مول‌های تعادلی } H_2=3x \Rightarrow 2V=3x \Rightarrow x=\frac{2V}{3}$$

$$\text{شمار مول‌های تعادلی } NH_3=4-2x \Rightarrow \frac{4V}{3}=4-2x \xrightarrow{x=\frac{2V}{3}} \frac{4V}{3}=4-2\times\frac{2V}{3} \Rightarrow \frac{8V}{3}=4 \Rightarrow V=1/5\ L$$

۸۳۶- گزینه ۳ در تعادل $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$، عبارت ثابت تعادل به شکل $K = [CO_2]$ است. چون کلسیم اکسید حالت جامد داشته و در عبارت ثابت تعادل قرار نمی‌گیرد، خارج‌کردن آن از سامانهٔ واکنش، تأثیری بر جابه‌جایی تعادل ندارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در یک سامانهٔ تعادلی، غلظت مولی گونه‌های شرکت‌کننده در تعادل ثابت است؛ اما غلظت این مواد الزاماً با هم برابر نیست.

۲) با تغییر غلظت گونه‌های شرکت‌کننده در یک واکنش تعادلی، واکنش موردنظر در جهت مناسب پیش می‌رود تا به یک تعادل جدید برسد.

۴) اگر تغییری سبب به هم خوردن تعادل در یک سامانه شود، تعادل در جهتی جابه‌جا می‌شود که تا حد امکان اثر آن تغییر را جبران (خنثی) کند.

۸۳۷- گزینه ۱ فقط عبارت ب نادرست است.

بررسی چهار عبارت:

أ با کاهش غلظت هر یک از گونه‌های شرکت‌کننده در واکنش‌های تعادلی، واکنش موردنظر تا حد امکان در جهت تولید آن ماده پیش می‌رود.

ب تغییر غلظت گونه‌های شرکت‌کننده در یک واکنش تعادلی، نمی‌تواند مقدار ثابت تعادل (K) آن واکنش را تغییر بدهد.

پ تعادل مربوط به تولید گاز اوزون در لایهٔ تروپوسفری به صورت مقابل است: $O_2(g) + NO_2(g) \rightleftharpoons O_3(g) + NO(g)$

با افزایش غلظت گاز O_3 در این تعادل شیمیایی، واکنش موردنظر در جهت مصرف گاز O_3 به پیش رفته و سبب تولید گاز NO_2 می‌شود.

ت عبارت ثابت تعادل این واکنش به صورت $K = [CO_2]$ است. چون غلظت تعادلی گاز CO_2 با مقدار ثابت تعادل واکنش برابر است، با افزودن مقدار CO_2 به سامانهٔ واکنش، تعادل در جهت مصرف این ماده به پیش رفته و کل گاز CO_2 واردشده به ظرف را مصرف می‌کند.

۸۳۸- گزینه ۱ در رابطه با این واکنش داریم:

$$K = [HCl][NH_3] \Rightarrow \overset{y}{[HCl]} = K \times \frac{1}{\underset{x}{[NH_3]}}$$

با توجه به عبارت ثابت تعادل این واکنش، نمودار تغییر غلظت گاز هیدروژن کلرید برحسب تغییر غلظت آمونیاک، یک خط منحنی به معادلهٔ $y = \frac{K}{x}$ است. به چنین تابعی، *به اصطلاح* تابع هموگرافیک گفته می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) گاز HCl تولیدشده در این واکنش، یک اسید قوی است و پس از انحلال در آب، براساس یک واکنش یک‌طرفه یونش پیدا می‌کند.

۳) در تعادل اولیه، شمار مولکول‌های HCl و NH_3 با هم برابر است؛ پس با توجه به جرم مولی بیشتر گاز HCl، جرم هیدروژن کلرید موجود در ظرف بیشتر از جرم آمونیاک موجود در آن است. با افزودن گاز HCl به ظرف واکنش، جرم HCl موجود در ظرف بیشتر می‌شود اما چون تعادل موردنظر نیز در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود، جرم گاز NH_3 کاهش می‌یابد. با افزایش جرم HCl و کاهش جرم NH_3، تفاوت جرم این گازها افزایش می‌یابد.

۴) مولکول‌های HCl و NH_3 تولیدشده در این واکنش قطبی هستند؛ پس با برقراری میدان الکتریکی، کل مولکول‌ها جهت‌گیری پیدا می‌کنند.

۸۳۹- گزینه ۳ عبارت‌های أ، پ و ت درست است.

بررسی چهار عبارت:

أ با افزودن مقداری گاز هیدروژن، تعادل براساس اصل لوشاتلیه در جهت مصرف گاز H_2 (در جهت رفت) جابه‌جا می‌شود.

ب با خارج‌کردن گاز HI، تعادل در جهت تولید این ماده جابه‌جا می‌شود، اما با توجه به برابربودن مجموع ضرایب واکنش‌دهنده‌ها و فراورده در معادلهٔ این واکنش، پس از ایجاد تغییر موردنظر، تغییری در تعداد مول‌های گازی موجود در ظرف ایجاد نمی‌شود.

پ با خارج‌کردن گاز I_2، همانند ورود گاز HI به سامانهٔ واکنش، تعادل در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود.

ت با افزودن گاز I_2 به سامانهٔ واکنش، تعادل در جهت رفت جابه‌جا می‌شود، اما این جابه‌جایی نمی‌تواند اثر تغییر ایجادشده را به طور کامل جبران کند و به همین خاطر، در تعادل جدید برقرارشده، غلظت گاز I_2 بیشتر از تعادل اولیه خواهد بود.

۸۴۰- گزینه ۴ *بچه‌ها!* در شرایط داده‌شده، دقیقاً نمی‌دانیم که برای برقراری تعادل، واکنش در جهت رفت پیش می‌رود یا جهت برگشت. به صورت فرضی، در نظر می‌گیریم که این واکنش تا لحظهٔ برقراری تعادل در جهت برگشت پیش می‌رود؛ پس با توجه به غلظت اولیهٔ این گازها و روند تغییر غلظت آن‌ها، داریم:

واکنش	NO_2	+ O_2	$\rightleftharpoons$ NO	+ O_3
غلظت اولیه	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
تغییر غلظت	$+x$	$+x$	$-x$	$-x$
غلظت تعادلی	$۰/۵+x$	$۰/۵+x$	$۰/۵-x$	$۰/۵-x$

$$\Rightarrow K = \frac{[O_3]\times[NO]}{[O_2]\times[NO_2]} \Rightarrow ۹ = \frac{(۰/۵-x)^2}{(۰/۵+x)^2}$$

$$\xrightarrow{\text{گرفتن جذر از طرفین}} ۳ = \frac{۰/۵-x}{۰/۵+x} \Rightarrow x = -۰/۲۵\ mol.L^{-1}$$

از اون‌جاکه مقدار x یک عدد منفی به دست آمده است، پی می‌بریم که جهت پیشروی تعادل به صورت برعکس انتخاب شده است و برای برقراری تعادل در این سامانه، واکنش در جهت رفت به پیش می‌رود. بر این اساس، غلظت تعادلی گازهای O_3 و NO برابر با $0/75\ mol.L^{-1}$ و غلظت تعادلی گازهای O_2 و NO_2 برابر با $0/25\ mol.L^{-1}$ می‌شود؛ پس داریم:

$$?\ O_3\ \text{مولکول} = 2\ L\ O_3 \times \frac{0/75\ mol\ O_3}{1\ L\ O_3} \times \frac{6/02\times10^{23}\ O_3\ \text{مولکول}}{1\ mol\ O_3} = 9/03\times10^{23}$$

۸۴۱- گزینه۳ با خارج‌کردن گاز PCl_3، تعادل در جهت رفت جابه‌جا می‌شود. چون مجموع ضرایب فراورده‌ها در این واکنش بزرگ‌تر از ضریب واکنش‌دهنده است، با جابه‌جایی آن در جهت رفت، شمار مول‌های گازی موجود در ظرف واکنش افزایش پیدا می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) اگر x مول PCl_5 وارد ظرف شده باشد، در صورتی که پیشرفت واکنش برابر ۵۰٪ باشد، مقدار تعادلی هر یک از گونه‌های شرکت‌کننده در واکنش برابر $\frac{x}{2}$ مول می‌شود.

۲) با خروج گاز PCl_3 از ظرف واکنش، تعادل در جهت رفت جابه‌جا شده و مقدار بیشتری از PCl_5 تجزیه می‌شود.

۴) با خروج گاز Cl_2 از ظرف واکنش، غلظت واکنش‌دهنده‌های واکنش برگشت کاهش یافته و سرعت انجام‌شدن این واکنش کم‌تر می‌شود.

۸۴۲- گزینه۱ در قدم اول، ثابت تعادل واکنش را محاسبه می‌کنیم.

$$K = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2\times[O_2]} \Rightarrow K = \frac{4^2}{2^2\times0/5} = 8$$

با ورود ۲۸ g گاز اکسیژن ($\frac{7}{8}$ مول گاز اکسیژن) به ظرف واکنش، تعادل موردنظر در جهت مصرف اکسیژن (در جهت رفت) جابه‌جا می‌شود؛ پس داریم:

واکنش	$2SO_2$	+ O_2	$\rightleftharpoons 2SO_3$
غلظت اولیه	۲	$0/5+\frac{7}{8}$	۴
تغییر غلظت	$-2x$	$-x$	$+2x$
غلظت تعادلی	$2-2x$	$1/375-x$	$4+2x$

$$\Rightarrow K = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2\times[O_2]} \Rightarrow 8 = \frac{(4+2x)^2}{(2-2x)^2\times(\frac{11}{8}-x)}$$

$$\Rightarrow 2x = 0/5 \Rightarrow x = 0/25\ mol.L^{-1}$$

با توجه به مقدار x، در تعادل جدید برقرارشده، ۴/۵ مول گاز SO_3 در ظرف واکنش وجود دارد، پس داریم:

$$?\ g\ SO_3 = 1\ L\ SO_3 \times \frac{4/5\ mol\ SO_3}{1\ L\ SO_3} \times \frac{80\ g\ SO_3}{1\ mol\ SO_3} = 360\ g$$

۸۴۳- گزینه۲ عبارت‌های آ و ب درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ با افزودن آب خالص به این محلول، غلظت یون‌های Ag^+ و Cl^- کاهش پیدا کرده و تعادل موردنظر برای جبران تغییر ایجادشده، در جهت رفت پیش می‌رود.

ب با انحلال گاز HCl در این محلول، غلظت یون Cl^- حل‌شده در آن افزایش یافته و این تغییر، تعادل موردنظر را در جهت برگشت جابه‌جا می‌کند.

پ ابتدا جرم یون Ag^+ موجود در هر لیتر محلول را محاسبه کرده و براساس آن، غلظت یون موردنظر را حساب می‌کنیم.

$$K = [Ag^+]\times[Cl^-] \xrightarrow{[Ag^+]=[Cl^-]} K = [Ag^+]^2 \Rightarrow 4\times10^{-10} = [Ag^+]^2 \Rightarrow [Ag^+] = 2\times10^{-5}\ mol.L^{-1}$$

$$?\ g\ Ag^+ = 1\ L\ \text{محلول} \times \frac{2\times10^{-5}\ mol\ Ag^+}{1\ L\ \text{محلول}} \times \frac{108\ g\ Ag^+}{1\ mol\ Ag^+} = 2/16\times10^{-3}\ g$$

$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}}\times10^6 \Rightarrow ppm = \frac{2/16\times10^{-3}}{1000}\times10^6 = 2/16$$

ت با ریختن نقره نیترات در این محلول، غلظت یون Ag^+ افزایش یافته و به دنبال آن، تعادل موردنظر در جهت برگشت (مصرف یون Cl^-) جابه‌جا می‌شود.

۸۴۴- گزینه۴ با ورود گاز کربن مونوکسید به محفظهٔ واکنش، تعادل در جهت رفت جابه‌جا شده و NiO مصرف می‌شود. با توجه به ثابت تعادل واکنش، غلظت اولیهٔ گازهای CO و CO_2 موجود در ظرف واکنش را نسبت به هم به دست می‌آوریم:

$$K = \frac{[CO_2]}{[CO]} \Rightarrow 0/25 = \frac{[CO_2]}{[CO]} \Rightarrow 4[CO_2] = [CO]$$

فرض می‌کنیم x مول گاز CO وارد مخزن واکنش شده است. بر این اساس، روند جابه‌جایی تعادل را بررسی می‌کنیم.

واکنش	NiO +	CO ⇌	Ni +	CO_2
غلظت اولیه	-	$4[CO_2]+x$	-	$[CO_2]$
تغییر غلظت	-	$-y$	-	$+y$
غلظت تعادلی	-	$4[CO_2]+x-y$	-	$[CO_2]+y$

$$\Rightarrow K=\frac{[CO_2]}{[CO]} \Rightarrow 0/25=\frac{[CO_2]+y}{4[CO_2]+x-y}$$

$$\Rightarrow 4[CO_2]+4y=4[CO_2]+x-y$$

$$\Rightarrow 4y=x-y \Rightarrow x=5y \Rightarrow y=\frac{1}{5}x$$

با توجه به رابطهٔ $y=0/2x$، پی می‌بریم که اگر یک مول گاز CO وارد ظرف شده باشد $(x=1)$، 0/2 مول از این گاز با 0/2 مول NiO واکنش داده و به فراورده تبدیل می‌شود. در واقع، برای مصرف‌شدن 0/2 مول NiO، باید یک مول گاز CO را وارد ظرف واکنش کنیم؛ پس داریم:

$$?\,min \text{ زمان} = 37\,g\,NiO \times \frac{1\,mol\,NiO}{74\,g\,NiO} \times \frac{1\,mol\,CO}{0/2\,mol\,NiO} \times \frac{28\,g\,CO}{1\,mol\,CO} \times \frac{1\,min \text{ زمان}}{1/4\,g\,CO} = 50\,min$$

۸۴۵- گزینه ۲ با افزودن کلر به ظرف واکنش، مجموع شمار مول‌های گازی موجود در ظرف بیشتر شده و فشار گازها افزایش پیدا می‌کند. در ادامه، تعادل موردنظر در جهت مصرف گاز کلر (در جهت برگشت) پیش می‌رود و با کاهش شمار مول‌های گازی، فشار گازها مجدداً کاهش پیدا می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) با توجه به ظرف، غلظت اولیهٔ گازها برابر $0/5\ mol.L^{-1}$ است، پس داریم:

$$K=\frac{[Cl_2]\times[PCl_3]}{[PCl_5]}=\frac{0/5\times0/5}{0/5}=0/5$$

اگر 0/5 مول از گازهای Cl_2 و PCl_5 را خارج کنیم، غلظت این گازها به $0/25\ mol.L^{-1}$ می‌رسد اما غلظت PCl_3 برابر $0/5\ mol.L^{-1}$ باقی می‌ماند. غلظت‌های جدید این مواد را در عبارت ثابت تعادل جایگذاری می‌کنیم و پس از آن، به بررسی جهت جابه‌جایی این واکنش می‌پردازیم.

$$\text{جای‌گذاری در عبارت ثابت تعادل} \Rightarrow \frac{[Cl_2]\times[PCl_3]}{[PCl_5]}=\frac{0/25\times0/5}{0/25}=0/5 \Rightarrow 0/5=K$$

چون غلظت‌های جدید گازها در رابطهٔ ثابت تعادل صدق می‌کند، پس با اعمال این تغییر، سامانه مجدداً در حالت تعادل قرار گرفته و جابه‌جا نمی‌شود.

۳) در تعادل مربوط به تجزیهٔ NH_4Cl، گونهٔ واکنش‌دهندهٔ یک ترکیب یونی است که از کنار هم قرارگرفتن یون‌های Cl^- و NH_4^+ ایجاد شده است.

۴) در هر دو واکنش داده‌شده، $\Delta n=1$ بوده و یکای ثابت تعادل معادل با $mol.L^{-1}$ است.

۸۴۶- گزینه ۱ با افزودن گاز HI به سامانهٔ واکنش، غلظت واکنش‌دهندهٔ واکنش رفت بیشتر شده و سرعت این واکنش افزایش می‌یابد. به مرور زمان و با مصرف‌شدن گاز HI، سرعت واکنش رفت نیز کاهش می‌یابد؛ اما چون غلظت گاز HI در تعادل جدید بیشتر از تعادل اولیه است، سرعت مصرف این گاز در تعادل جدید نیز بیشتر از سرعت مصرف آن در تعادل اولیه می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) با افزودن HI به ظرف واکنش، تعادل در جهت رفت جابه‌جا شده و موجب افزایش غلظت گاز H_2S می‌شود.

۳) گازهای HI و H_2S، هر دو قطبی هستند، اما با جابه‌جایی تعادل در جهت رفت، به ازای مصرف هر دو مولکول HI، یک مولکول H_2S تولید می‌شود؛ پس با جابه‌جایی تعادل در جهت رفت، شمار مولکول‌های قطبی موجود در ظرف کاهش می‌یابد.

۴) در حالت تعادل، سرعت واکنش رفت با سرعت واکنش برگشت برابر است.

۸۴۷- گزینه ۱ فرض می‌کنیم x گرم از هر گاز (معادل با $\frac{x}{32}$ مول O_2، $\frac{x}{64}$ مول SO_2 و $\frac{x}{80}$ مول SO_3) وارد ظرف واکنش شده است. با توجه به حجم ظرف و مقدار ثابت تعادل، مقدار x را به دست می‌آوریم.

$$[O_2]=\frac{x}{64}\ mol.L^{-1},\ [SO_2]=\frac{x}{128}\ mol.L^{-1},\ [SO_3]=\frac{x}{160}\ mol.L^{-1}$$

$$K=\frac{[O_2]\times[SO_2]^2}{[SO_3]^2} \Rightarrow 25=\frac{\frac{x}{64}\times(\frac{x}{128})^2}{(\frac{x}{160})^2} \Rightarrow 25=\frac{25x}{1024} \Rightarrow x=1024\,g$$

با توجه به مقدار x، غلظت تعادلی گازهای O_2، SO_2 و SO_3 به ترتیب برابر با ۱۶، ۸ و 6/4 مول بر لیتر است. پس از تغییر غلظت گاز SO_3، واکنش در جهت رفت جابه‌جا شده و غلظت گازهای O_2 و SO_2 برابر شده است، پس داریم:

واکنش	$2SO_3$ ⇌	$2SO_2$ +	O_2
غلظت اولیه	$6/4+y$	8	16
تغییر غلظت	$-2x$	$+2x$	$+x$
غلظت تعادلی	$6/4+y-2x$	$8+2x$	$16+x$

$$\Rightarrow 8+2x=16+x \Rightarrow x=8\ mol.L^{-1}$$

با توجه به مقدار x، غلظت گازهای O_2 و SO_2 در تعادل جدید برقرارشده برابر با $24\ mol.L^{-1}$ است، پس داریم:

$$\left.\begin{array}{l} ?\ g\,O_2 = 2\ L\ \text{گاز} \times \dfrac{24\ mol\,O_2}{1\ L\ \text{گاز}} \times \dfrac{32\ g\,O_2}{1\ mol\,O_2} = 1536\ g \\ ?\ g\,SO_2 = 2\ L\ \text{گاز} \times \dfrac{24\ mol\,SO_2}{1\ L\ \text{گاز}} \times \dfrac{64\ g\,SO_2}{1\ mol\,SO_2} = 3072\ g \end{array}\right\} \Rightarrow \text{تفاوت جرم} = 3072 - 1536 = 1536\ g$$

۸۴۸- گزینه ۲ با خارج‌کردن گاز O_2، غلظت واکنش‌دهندهٔ واکنش رفت کم‌تر شده و سرعت این واکنش کاهش می‌یابد. هر چند که با جابه‌جایی تعادل، مقداری گاز O_2 مجدداً تولید می‌شود، اما می‌دانیم که جابه‌جایی تعادل نمی‌تواند به طور کامل اثر تغییر ایجادشده را جبران کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) پس از خارج‌کردن گاز اکسیژن، تعادل در جهت تولید این گاز پیش می‌رود اما چون جابه‌جایی تعادل نمی‌تواند تغییر ایجادشده را به طور کامل جبران کند، در تعادل جدید برقرارشده، غلظت گاز O_2 کم‌تر از تعادل اولیه می‌شود.

۳) با خروج گاز O_2، همانند افزودن گاز SO_3، تعادل موردنظر در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود.

۴) پس از خروج گاز O_2، تعادل در جهت برگشت جابه‌جا شده و غلظت گاز SO_2 موجود در ظرف افزایش پیدا می‌کند.

۸۴۹- گزینه ۳ ابتدا مقدار NH_3 و HCl تولیدشده در ظرف واکنش بر اثر تجزیهٔ $10/7\ g$ آمونیوم کلرید را محاسبه می‌کنیم.

$$?\ mol\,NH_3 = 10/7\ g\,NH_4Cl \times \frac{1\ mol\,NH_4Cl}{53/5\ g\,NH_4Cl} \times \frac{1\ mol\,NH_3}{1\ mol\,HCl} = 0/2\ mol$$

با اضافه‌شدن $0/2$ مول NH_3 و $0/2$ مول HCl به محتویات ظرف واکنش، با توجه به حجم ظرف، غلظت هر گاز به اندازهٔ $0/05\ mol.L^{-1}$ افزایش پیدا می‌کند. در مرحلهٔ بعد، غلظت تعادلی گازهای NH_3 و HCl را در تعادل اولیه محاسبه می‌کنیم.

$$K = [NH_3] \times [HCl] \xrightarrow{[NH_3]=[HCl]} K = [NH_3]^2 \Rightarrow 0/04 = [NH_3]^2 \Rightarrow [NH_3] = [HCl] = 0/2$$

در تعادل اولیه، غلظت گازهای HCl و NH_3 برابر $0/2\ mol.L^{-1}$ بوده است. با خارج‌کردن گاز NH_3 از ظرف واکنش، تعادل در جهت رفت جابه‌جا شده و غلظت گازهای NH_3 و HCl مجدداً به اندازهٔ $0/05\ mol.L^{-1}$ افزایش پیدا می‌کند تا سامانه مجدداً به تعادل برسد؛ پس داریم.

واکنش	$NH_4Cl \rightleftharpoons$	NH_3	+ HCl
تعادل اولیه	-	$0/2$	$0/2$
تغییر غلظت	-	$-x + 0/05$	$+0/05$
تعادل جدید	-	$0/25 - x$	$0/25$

$$\Rightarrow K = [NH_3] \times [HCl] \Rightarrow 0/04 = (0/25 - x) \times 0/25$$

$$\Rightarrow 0/25 - x = 0/16 \Rightarrow x = 0/09\ mol.L^{-1}$$

با توجه به مقدار x، با خارج‌کردن گاز NH_3 از یک ظرف ۴ لیتری، غلظت این گاز به اندازهٔ $0/09\ mol.L^{-1}$ کاهش یافته؛ پس مقدار NH_3 خارج‌شده از ظرف واکنش برابر $0/36\ mol$ است. با توجه به شمار مول‌های NH_3 خارج‌شده، pH محلول حاصل را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{مول حل‌شونده}}{\text{لیتر محلول}} = \frac{0/36\ mol}{1/8\ L} = 0/2\ mol.L^{-1}$$

$$[OH^-] = \sqrt{K_b.M} \Rightarrow [OH^-] = \sqrt{2 \times 10^{-5} \times 0/2} = \sqrt{4 \times 10^{-6}} \Rightarrow [OH^-] = 0/002\ mol.L^{-1}$$

$$pH = -\log\left(\frac{10^{-14}}{[OH^-]}\right) \Rightarrow pH = -\log\left(\frac{10^{-14}}{0/002}\right) = 11/3$$

۸۵۰- گزینه ۲ از لحظهٔ A تا B، تعادل اولیه در سامانه برقرار بوده و در این بازهٔ زمانی، سرعت متوسط واکنش‌های رفت و برگشت با هم برابر است. با افزودن گاز کلر به سامانهٔ واکنش، سرعت واکنش برگشت (واکنشی که منجر به مصرف Cl_2 می‌شود) افزایش یافته و غلظت گاز PCl_5 نیز به مرور زمان بیشتر می‌شود. هر چند که با افزایش غلظت PCl_5، سرعت واکنش رفت نیز در حالت افزایش‌یافتن است، اما چون در بازهٔ زمانی B تا C، تعادل در حال جابه‌جایی به سمت چپ است، پس به طور کلی در بازهٔ زمانی B تا C سرعت واکنش برگشت بیشتر از واکنش رفت است. از نقطهٔ C به بعد نیز سامانه مجدداً به تعادل رسیده و سرعت واکنش‌های رفت و برگشت مجدداً برابر می‌شود. توجه داریم که چون در تعادل جدید غلظت گازهای Cl_2 و PCl_5 بیشتر از تعادل اولیه است، سرعت واکنش‌های رفت و برگشت در تعادل جدید نیز بیشتر از سرعت این واکنش‌ها در تعادل اولیه می‌شود.

۸۵۱- گزینه ۲ ابتدا غلظت تعادلی یون‌های SO_4^{2-} و Ca^{2+} را در تعادل اولیه به دست می‌آوریم.

$$K = [Ca^{2+}] \times [SO_4^{2-}] \xrightarrow{[Ca^{2+}]=[SO_4^{2-}]} K = [Ca^{2+}]^2 \Rightarrow 10^{-10} = [Ca^{2+}]^2 \Rightarrow [Ca^{2+}] = [SO_4^{2-}] = 10^{-5}\ mol.L^{-1}$$

با انحلال گاز SO_3 در محلول، این گاز براساس معادلهٔ $SO_3(g) + H_2O(l) \rightarrow 2H^+(aq) + SO_4^{2-}(aq)$ با آب واکنش داده و یون SO_4^{2-} تولید می‌کند؛ پس مقدار یون سولفات تولیدشده به ازای انحلال $3/36$ میلی‌لیتر گاز SO_3 را محاسبه می‌کنیم:

$$?\ mol\,SO_4^{2-} = 3/36\ mL\,SO_3 \times \frac{1\ L\,SO_3}{1000\ mL\,SO_3} \times \frac{1\ mol\,SO_3}{22/4\ L\,SO_3} \times \frac{1\ mol\,SO_4^{2-}}{1\ mol\,SO_3} = 1/5 \times 10^{-4}\ mol$$

با توجه به حجم محلول، با انحلال $3/36\ mL$ گاز SO_3 در این محلول ۱۰ لیتری، $1/5\times10^{-4}$ مول یون SO_4^{2-} تولید شده و غلظت این یون به اندازهٔ $1/5\times10^{-5}$ مول بر لیتر افزایش می‌یابد. پس از انحلال گاز SO_3، تعادل در جهت برگشت جابه‌جا شده و مقداری از یون‌های موجود در محلول مصرف می‌شود؛ پس داریم:

واکنش	$CaSO_4 \rightleftharpoons$	SO_4^{2-}	$+ Ca^{2+}$
تعادل اولیه	-	10^{-5}	10^{-5}
تغییر غلظت	-	$+1/5\times10^{-5}-x$	$-x$
تعادل جدید	-	$2/5\times10^{-5}-x$	$10^{-5}-x$

$$\Rightarrow K=[SO_4^{2-}]\times[Ca^{2+}]$$
$$\Rightarrow 10^{-10}=(2/5\times10^{-5}-x)\times(10^{-5}-x)$$
$$\Rightarrow x=0/5\times10^{-5}\ mol.L^{-1}$$

با توجه به مقدار x، غلظت یون سولفات در تعادل جدید برقرارشده برابر با $2\times10^{-5}\ mol.L^{-1}$ است که این مقدار، دو برابر غلظت یون سولفات در تعادل اولیه خواهد بود.

۸۵۲- گزینه ۳ اگر این واکنش با ورود مادهٔ A به ظرف آغاز شده باشد، با توجه به معادلهٔ واکنش، از ابتدای کار تا لحظهٔ برقراری تعادل اولیه، غلظت B در هر لحظه باید ۲ برابر غلظت C باشد؛ پس نمودارهای خاکستری در تصاویر داده‌شده مربوط به گاز B و نمودارهای آبی‌رنگ مربوط به گاز C هستند. چون در لحظهٔ اعمال تغییر، گاز C از ظرف خارج شده، پس شکل دندانه (۷) باید در نمودار آبی‌رنگ ایجاد شود. بر این اساس، *گزینه‌های (۱) و (۴) حذف می‌شن.* با خارج‌کردن گاز C، تعادل در جهت تولید این ماده جابه‌جا می‌شود، اما مثل *اغلب واکنش‌های دیگر*، تعادل به طور کامل تغییر ایجادشده را به طور کامل جبران نمی‌کند و به همین خاطر، $[C]$ در تعادل جدید کم‌تر از $[C]$ در تعادل اولیه می‌شود.

۸۵۳- گزینه ۲ غلظت یون‌های Ag^+ و Cl^- را در محلول اولیه محاسبه می‌کنیم.

$$K=[Ag^+]\times[Cl^-]\xrightarrow{[Ag^+]=[Cl^-]}K=[Ag^+]^2\Rightarrow 2/5\times10^{-11}=[Ag^+]^2\Rightarrow[Ag^+]=[Cl^-]=5\times10^{-6}\ mol.L^{-1}$$

با افزودن محلول هیدروکلریک اسید به محلول نقره کلرید، جرم رسوب $AgCl(s)$ تغییر نکرده است؛ پس می‌توان گفت افزودن محلول هیدروکلریک اسید به محلول نقره کلرید، تأثیری در حاصل‌ضرب غلظت یون‌های Ag^+ و Cl^- نداشته و به خاطر ثابت‌ماندن مقدار $[Ag^+]\times[Cl^-]$، تعادل موردنظر جابه‌جا نشده است. *بریم سراغ بررسی روند تغییر غلظت یون‌های نقره و کلرید.* با افزودن یک لیتر محلول اسیدی به یک لیتر محلول نقره کلرید، حجم محلول دو برابر شده و غلظت یون نقره نصف می‌شود. با توجه به عدم جابه‌جایی تعادل، غلظت یون نقره، نصف مقدار اولیهٔ خود باقی می‌ماند و برابر $2/5\times10^{-6}$ مول بر لیتر می‌شود؛ پس در رابطه با تعادل جدید در این محلول داریم: $K=[Ag^+]\times[Cl^-]\Rightarrow 2/5\times10^{-11}=2/5\times10^{-6}\times[Cl^-]\Rightarrow[Cl^-]=10^{-5}\ mol.L^{-1}$

با توجه به محاسبات انجام‌شده، پی می‌بریم که در ابتدای واکنش یک لیتر محلول با $[Cl^-]=5\times10^{-6}\ mol.L^{-1}$ داشته‌ایم که پس از افزودن یک لیتر محلول اسیدی به آن، ۲ لیتر محلول با $[Cl^-]=10^{-5}\ mol.L^{-1}$ ایجاد شده است. براساس حجم این محلول‌ها، در محلول یک لیتری اولیه $5\times10^{-6}\ mol$ یون کلرید وجود داشته و در محلول دو لیتری ثانویه نیز $2\times10^{-5}\ mol$ یون کلرید وجود داشته است. از طرفی *نقره کلرید هم که طی این فرایند در محلول حل نشده؛* پس کل یون Cl^- که مقدار آن برابر با $15\times10^{-6}\ mol$ است، از طریق محلول هیدروکلریک اسید وارد سامانهٔ واکنش شده است؛ پس می‌توان گفت در یک لیتر محلول هیدروکلریک اسید، $15\times10^{-6}\ mol$ یون کلرید وجود داشته است. با توجه به توضیحات داده‌شده، داریم:

در محلول هیدروکلریک اسید اضافه‌شده: $[H^+]=[Cl^-]\Rightarrow[H^+]=15\times10^{-6}$

$$pH=-\log[H^+]\Rightarrow pH=-\log(15\times10^{-6})\Rightarrow 4/8$$

۸۵۴- گزینه ۳ چون شمار مول‌های گازی در سمت چپ این واکنش تعادلی کم‌تر است، با کاهش حجم، تعادل در جهت تولید واکنش‌دهنده‌ها پیش می‌رود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) با افزایش فشار (کاهش حجم) بر یک تعادل گازی، تعادل موردنظر در جهت شمار مول‌های گازی کم‌تر جابه‌جا می‌شود.

۲) در واکنش $CH_3COOH(l)+C_2H_5OH(l)\rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5(l)$، چون هیچ جزء گازی وجود ندارد، تغییر حجم تأثیری بر جابه‌جایی تعادل ندارد.

۴) تغییر حجم و فشار، همانند تغییر غلظت اجزای شرکت‌کننده در واکنش، تأثیری بر مقدار ثابت تعادل (K) واکنش ندارد.

۸۵۵- گزینه ۱ معادلهٔ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است: $A_2(g)+X_2(g)\rightleftharpoons 2AX(g)$

پس داریم: $[AX]=\frac{0/04}{2}=0/02\ mol.L^{-1}$ $[X_2]=\frac{0/8}{2}=0/4\ mol.L^{-1}$ $[A_2]=\frac{0/8}{2}=0/4\ mol.L^{-1}$

$$K=\frac{[AX]^2}{[A_2]\times[X_2]}\Rightarrow K=\frac{(0/02)^2}{0/4\times0/4}=2/5\times10^{-3}$$

چون شمار مول‌های گازی در دو طرف معادلهٔ واکنش برابر است، تغییر حجم ظرف تأثیری در وضعیت تعادل ندارد.

۸۵۶- گزینه۲ عبارت‌های آ و پ درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

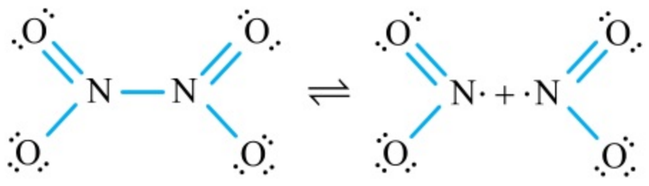
آ چون شمار مول‌های گازی در دو طرف معادلهٔ واکنش با هم برابر است، با دو برابر شدن حجم ظرف، غلظت همهٔ گازها نصف می‌شود، اما تعادل جابه‌جا نمی‌شود.

ب در این واکنش، همانند واکنش برقکافت آب، اتم‌های هیدروژن در نقش عامل اکسنده، کاهش پیدا می‌کنند.

پ مولکول‌های I_2 و H_2 جورهسته و مولکول‌های HI ناجورهسته هستند. توزیع الکترون‌ها نیز در مولکول‌های جورهسته به صورت متقارن و در مولکول‌های ناجورهسته، به صورت نامتقارن صورت می‌گیرد.

ت واکنش‌های میان گازهای H_2 و I_2، برخلاف واکنش میان گازهای H_2 و Cl_2، در دمای بالاتر از $400\ ^\circ C$ انجام می‌شود.

۸۵۷- گزینه۱ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است:



با دقت در این معادله، واکنش رفت با شکستن یک پیوند $N-N$ همراه بوده و گرماگیر است. با کاهش حجم ظرف نیز واکنش در جهت تعداد مول‌های گازی کم‌تر (جهت برگشت) جابه‌جا می‌شود؛ پس می‌توان گفت کاهش حجم ظرف، موجب تولید گرما توسط این واکنش می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ با افزودن N_2O_4 به محفظهٔ واکنش، تعادل در جهت تولید گاز NO_2 جابه‌جا شده و مخلوط گازها پررنگ‌تر می‌شود.

۳ با خارج‌کردن گاز NO_2، غلظت واکنش‌دهندهٔ واکنش برگشت کاهش یافته و سرعت این واکنش در لحظهٔ اعمال تغییر کم‌تر می‌شود.

۴ با افزایش حجم ظرف، تعادل موردنظر در جهت رفت جابه‌جا شده و درصد پیشرفت آن افزایش پیدا می‌کند.

۸۵۸- گزینه۳ در واکنش تجزیهٔ کلسیم کربنات، با تغییر حجم ظرف و یا تغییر غلظت گاز CO_2، تعادل در جهت مناسب به پیش رفته، اثر تغییر ایجادشده را به طور کامل جبران می‌کند. در رابطه با این تعادل داریم:

$$K = [CO_2] \Rightarrow [CO_2] = 0/25\ mol.L^{-1}$$

با توجه به حجم ظرف، از ابتدای واکنش تا لحظهٔ برقراری تعادل، ۰/۵ مول کلسیم کربنات (معادل با ۵۰ گرم کلسیم کربنات) تجزیه شده و با تولید ۰/۵ مول گاز CO_2، غلظت این گاز به $0/25\ mol.L^{-1}$ رسیده و تعادل اولیه در سامانه برقرار می‌شود.

با چهار برابر شدن حجم ظرف واکنش (حجم ظرف به $8\ L$ می‌رسد)، ۱/۵ مول دیگر از کلسیم کربنات (معادل با ۱۵۰ گرم کلسیم کربنات) تجزیه شده و غلظت گاز CO_2 مجدداً به $0/25\ mol.L^{-1}$ می‌رسد تا سامانه دوباره به تعادل برسد. در این شرایط، جرم $CaCO_3$ باقی‌مانده در ظرف واکنش از $200\ g$ به $50\ g$ رسیده و مقدار آن ۰/۲۵ برابر می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ چون فقط ۰/۵ مول CaO در تعادل اولیه وجود دارد، با ورود ۲ مول CO_2 به ظرف، کل CaO مصرف شده و جرم $CaCO_3$ به $250\ g$ می‌رسد.

۲ با نصف‌شدن حجم ظرف واکنش، ۰/۲۵ مول گاز CO_2 مصرف شده و جرم $CaCO_3$ به $225\ g$ می‌رسد.

۴ با خروج ۱ مول گاز CO_2، یک مول $CaCO_3$ تجزیه شده و جرم $CaCO_3$ باقی‌مانده به $100\ g$ می‌رسد.

۸۵۹- گزینه۲ چون تعادل موردنظر، از ابتدای کار با ورود مقداری گاز PCl_5 به یک ظرف خالی برقرار شده است، پس از تغییر حجم ظرف واکنش و برقراری تعادل جدید، همانند تعادل اولیه، غلظت گازهای Cl_2 و PCl_3 با هم برابر می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ با ورود گاز PCl_5 به ظرف، تعادل در جهت رفت جابه‌جا می‌شود در حالی که با کاهش حجم ظرف، تعادل در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود.

۳ با افزایش فشار، تعادل در جهت مول‌های گازی کم‌تر جابه‌جا می‌شود و به مرور زمان، فشار گازها کاهش پیدا می‌کند.

۴ چون جابه‌جایی تعادل نمی‌تواند اثر تغییر ایجادشده را به طور کامل جبران کند، فشار گازها در تعادل جدید برقرارشده بیشتر از فشار آن‌ها در تعادل اولیه خواهد بود.

۸۶۰- گزینه۲ عبارت‌های ب و ت درست است.

بررسی چهار عبارت:

آ در تعادل $NH_4Cl(s) \rightleftharpoons HCl(g) + NH_3(g)$ چون در سمت فراورده‌ها دو مول مادهٔ گازی وجود دارد، با تغییر فشار، این تعادل جابه‌جا می‌شود.

ب چون تعداد مول‌های گازی در دو سمت معادلهٔ این واکنش برابر است، با افزایش حجم ظرف، سرعت واکنش‌های رفت و برگشت به یک اندازه کاهش پیدا کرده و واکنش موردنظر در هیچ جهتی جابه‌جا نمی‌شود.

پ با افزودن گاز O_3 به این تعادل، واکنش در جهت رفت (در جهت تولید NO_2) جابه‌جا شده و رنگ مخلوط پررنگ‌تر می‌شود.

ت با افزودن آب به سامانهٔ موردنظر، حجم محلول بیشتر شده و تعادل موردنظر در جهت تعداد مول‌های بیشتر (در جهت رفت) جابه‌جا می‌شود.

۸۶۱- گزینه۱ با توجه به اطلاعات داده‌شده، غلظت اولیهٔ گاز اکسیژن را محاسبه می‌کنیم.

$$K=\frac{[O_2]\times[SO_2]^2}{[SO_3]^2} \Rightarrow 1=\frac{[O_2]\times 2^2}{2^2} \Rightarrow [O_2]=1\ mol.L^{-1}$$

با افزایش حجم ظرف، تعادل موردنظر در جهت رفت جابه‌جا می‌شود. جدول زیر، روند تغییر مقدار مول گازها را تا لحظهٔ برقراری تعادل جدید نشان می‌دهد:

واکنش	$2SO_3$	$\rightleftharpoons$	$2SO_2$	+	O_2
تعادل اولیه	۲		۲		۱
تغییر غلظت	$-2x$		$+2x$		$+x$
تعادل جدید	$2-2x$		$2+2x$		$1+x$

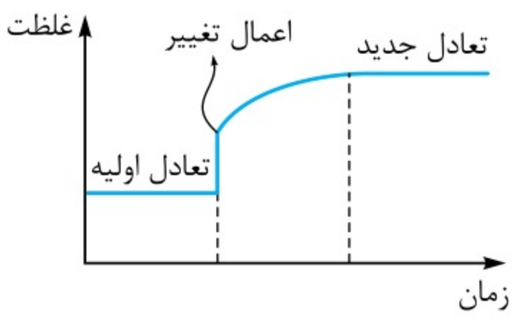
$$\Rightarrow K=\frac{\frac{O_2\ \text{مول}}{\text{حجم}}\times(\frac{SO_2\ \text{مول}}{\text{حجم}})^2}{(\frac{SO_3\ \text{مول}}{\text{حجم}})^2} \Rightarrow 1=\frac{\frac{1+x}{13/5}\times(\frac{2+2x}{13/5})^2}{(\frac{2-2x}{13/5})^2}$$

$$\Rightarrow 13/5=\frac{(1+x)\times(2+2x)^2}{(2-2x)^2} \Rightarrow x=0/5\ mol$$

در تعادل اولیه، یک مول گاز اکسیژن در ظرف وجود داشته است، اما با جابه‌جایی تعادل، شمار مول‌های اکسیژن به ۱/۵ مول رسیده است. از طرفی چون براساس قانون پایستگی جرم، مجموع جرم گازهای موجود در ظرف ثابت است، با ۱/۵ برابر شدن شمار مول‌های گاز اکسیژن، درصد جرمی این گاز ۱/۵ برابر می‌شود.

۸۶۲- گزینه۳ عبارت‌های ب و پ درست است.

بررسی چهار عبارت:



أ با کاهش حجم ظرف واکنش، غلظت گاز N_2O_4 بیشتر شده و تعادل به سمت تولید این گاز پیش می‌رود؛ پس نمودار تغییر غلظت گاز N_2O_4 به صورت مقابل است.

ب فراوردهٔ این واکنش، گاز NO_2 است که به عنوان یک آلاینده از اگزوز خودروها خارج می‌شود.

پ با افزایش حجم ظرف واکنش، ابتدا غلظت گاز NO_2 کاهش یافته و مخلوط کم‌رنگ‌تر می‌شود. پس از آن، تعادل موردنظر در جهت رفت جابه‌جا شده و با تولید گاز NO_2، رنگ مخلوط تیره‌تر می‌شود.

ت افزودن کاتالیزگر، فقط زمان رسیدن به تعادل را کاهش می‌دهد اما تأثیری در مقدار K واکنش ندارد.

۸۶۳- گزینه۲ واکنش تجزیهٔ آلومینیم سولفات به صورت روبه‌رو است:

$$Al_2(SO_4)_3(s) \rightarrow Al_2O_3(s)+3SO_3(g)$$

ابتدا مقدار گاز SO_3 حاصل از تجزیهٔ آلومینیم سولفات را محاسبه می‌کنیم:

$$?\ mol\,SO_3=228\ g\,Al_2(SO_4)_3\times\frac{1\ mol\,Al_2(SO_4)_3}{342\ g\,Al_2(SO_4)_3}\times\frac{3\ mol\,SO_3}{1\ mol\,Al_2(SO_4)_3}=2\ mol$$

۲ مول گاز SO_3 وارد ظرف ۲ لیتری شده است؛ پس غلظت اولیهٔ این گاز برابر با یک مول بر لیتر می‌شود. روند تغییر غلظت گونه‌های شرکت‌کننده در این واکنش، به صورت مقابل است:

واکنش	$2SO_3$	$\rightleftharpoons$	$2SO_2$	+	O_2
غلظت اولیه	۱		۰		۰
تغییر غلظت	$-2x$		$+2x$		$+x$
غلظت تعادلی	$1-2x$		$2x$		x

$$\Rightarrow K=\frac{[O_2]\times[SO_2]^2}{[SO_3]^2} \Rightarrow 0/25=\frac{x\times(2x)^2}{(1-2x)^2}$$

$$\Rightarrow 0/25=\frac{4x^3}{(1-2x)^2} \Rightarrow x=0/25\ mol.L^{-1}$$

با توجه به مقدار x، در حالت تعادل غلظت گاز SO_2 برابر با $0/5\ mol.L^{-1}$ است؛ پس می‌توان گفت در حالت تعادل، یک مول گاز گوگرد دی‌اکسید در ظرف ۲لیتری واکنش وجود دارد.

۸۶۴- گزینه۳ با افزایش حجم ظرف، تعادل مربوط به تجزیهٔ گاز SO_3 در جهت رفت جابه‌جا شده و شمار مول‌های گاز SO_2 افزایش پیدا می‌کند، اما با توجه به زیادشدن حجم ظرف، غلظت این گاز در تعادل جدید برقرارشده، کم‌تر از تعادل اولیه خواهد شد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ چون واکنش‌دهندهٔ این فرایند حالت جامد (s) دارد، با تغییر حجم ظرف، تغییری در غلظت آن ایجاد نمی‌شود؛ پس کاهش یا افزایش حجم ظرف در این واکنش، فقط روی سرعت واکنش برگشت تأثیرگذار است در حالی که اثری بر روی سرعت واکنش رفت ندارد.

۲) اگر یکای K برای یک واکنش گازی معادل با $mol.L^{-1}$ باشد، Δn این واکنش برابر با یک بوده و شمار مول‌های گازی در سمت فراورده‌های آن بیشتر است؛ پس با کاهش حجم ظرف، این تعادل به سمت تعداد مول‌های گازی کم‌تر (در جهت برگشت) جابه‌جا می‌شود.

۴) در واکنش‌های تعادلی، با تغییر حجم ظرف واکنش یا تغییر غلظت گونه‌های شرکت‌کننده در واکنش، مقدار K تغییر نمی‌کند.

۸۶۵- گزینه۱ فقط عبارت پ درست است.

بررسی چهار عبارت:

أ با افزودن آب خالص به این محلول، حجم محلول افزایش یافته و تعادل در جهت تعداد مول‌های محلول (aq) بیشتر (در جهت برگشت) جابه‌جا می‌شود.

ب با ورود تیغهٔ آهنی به این محلول، اتم‌های Fe موجود در تیغه با یون‌های Cu^{2+} موجود در محلول واکنش داده و آن‌ها را از محلول خارج می‌کنند. با خروج یون‌های Cu^{2+} از محلول و کاهش غلظت یون Cu^{2+}، تعادل در جهت تولید این یون (جهت برگشت) جابه‌جا می‌شود.

پ در واکنش رفت، اتم‌های Al (گونه‌ای با E° کم‌تر) با یون‌های Cu^{2+} (گونه‌ای با E° بزرگ‌تر) طی یک فرایند طبیعی و گرماده واکنش می‌دهند و به همین خاطر، فراورده‌های تولیدشده در این فرایند در مقایسه با واکنش‌دهنده‌های مصرف‌شده پایداری بیشتری دارند.

ت هرچند که با افزودن آب خالص به این محلول، تعادل به سمت تولید یون Cu^{2+} جابه‌جا می‌شود، اما با توجه به افزایش حجم محلول، غلظت این یون در تعادل جدید کم‌تر از تعادل اولیه است، پس شدت رنگ آبی محلول نیز در تعادل جدید کم‌تر از شدت رنگ آبی در تعادل اولیه است. با توجه به کم‌تربودن شدت رنگ آبی این محلول، پرتوهای مرئی قرمزرنگ به مقدار کم‌تری توسط آن جذب می‌شوند.

۸۶۶- گزینه۳ با افزایش حجم ظرف، تعادل در جهت تولید گاز اکسیژن پیشروی می‌کند. با افزایش شمار مول‌های گاز اکسیژن موجود در ظرف واکنش، درصد حجمی این گاز نیز افزایش پیدا می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) با افزایش حجم ظرف واکنش، سرعت واکنش‌های رفت و برگشت کاهش می‌یابد، اما چون تعادل موردنظر به طور کلی در جهت رفت جابه‌جا می‌شود، می‌توان گفت سرعت واکنش رفت در مقایسه با سرعت واکنش برگشت به مقدار کم‌تری کاهش پیدا می‌کند.

۲) مولکول‌های SO_2 قطبی بوده و مولکول‌های O_2 و SO_3 ناقطبی هستند. با کاهش حجم ظرف واکنش، تعادل موجود در این ظرف در جهت برگشت (در جهت مصرف گاز SO_2) پیشروی کرده و شمار مولکول‌های قطبی موجود در ظرف واکنش کاهش پیدا می‌کند.

۴) چون ثابت تعادل این واکنش خیلی بزرگ نیست. در حالت تعادل، فراورده‌ها در کنار واکنش‌دهنده‌ها قرار دارند و واکنش کامل نمی‌شود.

۸۶۷- گزینه۱ با توجه به حجم ظرف واکنش، غلظت اولیهٔ هر یک از گازهای شرکت‌کننده در تعادل برابر با یک مول بر لیتر است؛ پس:

$$K=\frac{[Cl_2]\times[CO]}{[COCl_2]} \Rightarrow K=\frac{1\times1}{1}=1\ mol.L^{-1}$$

با کاهش حجم ظرف واکنش، تعادل در جهت تعداد مول‌های گازی کم‌تر (در جهت برگشت) جابه‌جا می‌شود؛ پس مقدار گاز $COCl_2$ افزایش یافته و مقدار گازهای CO و Cl_2 نیز مطابق جدول مقابل کاهش می‌یابد.

واکنش	$COCl_2 \rightleftharpoons$	CO	+ Cl_2
تعادل اولیه (mol)	۳	۳	۳
تغییر مول	$+x$	$-x$	$-x$
تعادل جدید (mol)	$3+x$	$3-x$	$3-x$

$$K=\frac{[Cl_2]\times[CO]}{[COCl_2]} \Rightarrow 1=\frac{(3-x)^2}{3+x} \Rightarrow x^2-7x+6=0$$

$$\Rightarrow x=\frac{7\pm\sqrt{49-24}}{2} \Rightarrow \begin{cases} x=1 \checkmark \\ x=6 \times \end{cases}$$

اگر $x=6$ باشد، غلظت تعادلی گازهای کلر و کربن مونوکسید منفی می‌شود که *چنین چیزی غیرممکنه*.

با توجه به مقدار x، غلظت تعادلی گازهای CO و Cl_2 برابر با $2\ mol.L^{-1}$ و غلظت تعادلی $COCl_2$ برابر ۴ مول بر لیتر می‌شود.

۸۶۸- گزینه۳ میزان تغییر غلظت گونه‌های شرکت‌کننده در این تعادل به صورت زیر است:

$$\Delta[A]=3\ mol.L^{-1} \qquad \Delta[B]=-4\ mol.L^{-1} \qquad \Delta[C]=2\ mol.L^{-1}$$

با توجه به روند تغییر غلظت این مواد تا لحظهٔ برقراری تعادل، معادلهٔ واکنش انجام‌شده به صورت $4B(g) \rightleftharpoons 3A(g)+2C(g)$ است. با توجه به معادلهٔ این واکنش، عبارت‌های ب و ت نادرست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ با افزایش حجم ظرف واکنش، تعادل در جهت تولید تعداد مول‌های گازی بیشتر (در جهت رفت) جابه‌جا می‌شود.

ب در رابطه با این واکنش داریم:

$$K=\frac{[C]^2\times[A]^3}{[B]^4} \Rightarrow K=\frac{2^2\times3^3}{2^4}=\frac{27}{4}=6/75\ mol.L^{-1}$$

پ در ابتدای کار، ۶ مول مادهٔ گازی در ظرف واکنش وجود دارد در حالی که پس از برقراری تعادل، ۷ مول مادهٔ گازی در ظرف واکنش وجود دارد. بر این اساس، می‌توان گفت فشار گازها در حالت تعادل بیشتر از فشار اولیهٔ آن‌ها است.

ت یکای ثابت تعادل این واکنش به صورت $mol.L^{-1}$ است در حالی که یکای ثابت تعادل واکنش $3O_2(g) \rightleftharpoons 2O_3(g)$ به صورت $L.mol^{-1}$ است.

۸۶۹- گزینه ۳ شمار مول‌های NH_3 و HCl موجود در تعادل اولیه را به ترتیب برابر با x مول و y مول در نظر می‌گیریم و با توجه به حجم ظرف، ثابت تعادل این واکنش را برحسب x و y محاسبه می‌کنیم:

$$[HCl]=\frac{y}{8}\ mol.L^{-1} \qquad [NH_3]=\frac{x}{8}\ mol.L^{-1}$$

$$K=[NH_3]\times[HCl] \Rightarrow K=\frac{x}{8}\times\frac{y}{8}=\frac{xy}{64}$$

چون تغییر حجم ظرف باعث پیشروی واکنش در جهت برگشت شده است، پی می‌بریم که طی این فرایند حجم ظرف کاهش پیدا کرده است. اگر حجم جدید ظرف را برابر V لیتر در نظر بگیریم، با کاهش حجم ظرف، ۸۳/۳ درصد $(\frac{5}{6})$ از مولکول‌های NH_3 مصرف شده و مقدار این ماده در ظرف به $\frac{x}{6}$ مول رسیده است. در رابطه با گاز HCl نیز کاهش حجم ظرف، ۶۲/۵ درصد $(\frac{5}{8})$ از مولکول‌های HCl مصرف شده و مقدار این ماده در ظرف به $\frac{3y}{8}$ مول می‌رسد؛ پس داریم:

$$K=[NH_3][HCl] \Rightarrow \frac{xy}{64}=\frac{x}{6V}\times\frac{3y}{8V} \Rightarrow V=2\ L \Rightarrow \text{تغییر حجم ظرف}=6\ L$$

۸۷۰- گزینه ۲ چون شمار مول‌های گازی در دو طرف معادلهٔ این واکنش برابر است، تغییر حجم ظرف تأثیری در جابه‌جایی تعادل ندارد، پس با کاهش حجم ظرف، نسبت میان غلظت مولی مواد شرکت‌کننده در واکنش ثابت باقی می‌ماند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) *با انجام محاسبات لازم*، پی می‌بریم که پس از برقراری تعادل، ۱/۶ مول NO_2، ۰/۴ مول O_2 و ۰/۴ مول O_3 در ظرف واکنش وجود خواهد داشت؛ پس داریم:

$$\frac{\text{جرم تعادلی اوزون}}{\text{جرم تعادلی اکسیژن}}=\frac{0/4\times3\times O\ \text{جرم مولی}}{1/6\times2\times O\ \text{جرم مولی}}=\frac{3}{8}\ \text{برابر}$$

۳) با انتقال این سامانهٔ تعادلی به ظرف بزرگ‌تر، مقدار مواد شرکت‌کننده در واکنش تغییری نکرده و درصد پیشرفت واکنش ثابت می‌ماند.

۴) با افزودن گاز NO_2 به ظرف واکنش، سامانهٔ تعادلی در جهت برگشت جابه‌جا شده و غلظت گازهای O_2 و NO افزایش پیدا می‌کند در حالی که طی این فرایند، غلظت گاز O_2 کاهش پیدا می‌کند.

۸۷۱- گزینه ۲ با توجه به مقدار اولیهٔ گونه‌های شرکت‌کننده در تعادل در حجم اولیهٔ ظرف، مقدار K واکنش را محاسبه می‌کنیم.

$$K=\frac{[Cl_2]\times[PCl_3]}{[PCl_5]} \Rightarrow K=\frac{2\times1/25}{2/5}=1\ mol.L^{-1}$$

از آن‌جا که پس از تغییر حجم، شمار مول‌های گازی موجود در ظرف افزایش پیدا کرده است، پی می‌بریم که طی این فرایند، حجم ظرف واکنش بیشتر شده است. جدول مقابل، روند تغییر مقدار مول‌های هر گاز را نشان می‌دهد:

واکنش	$PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$		
تعادل اولیه (mol)	۲/۵	۱/۲۵	۲
تغییر مول	$-x$	$+x$	$+x$
تعادل جدید (mol)	$2/5-x$	$1/25+x$	$2+x$

شمار مول‌های گازی در تعادل اولیه - شمار مول‌های گازی در تعادل جدید $= 1/25\ mol \Rightarrow (5/75+x)-(5/75)=1/25$

$$\Rightarrow x=1/25\ mol$$

با توجه به مقدار x، در تعادل جدید ۳/۲۵ مول Cl_2، ۲/۵ مول PCl_3 و ۱/۲۵ مول PCl_5 وجود دارد. اگر حجم ظرف را در تعادل جدید برابر V لیتر در نظر بگیریم، داریم:

$$K=\frac{[Cl_2]\times[PCl_3]}{[PCl_5]} \Rightarrow 1=\frac{\frac{3/25}{V}\times\frac{2/5}{V}}{\frac{1/25}{V}} \Rightarrow 1=\frac{6/5}{V} \Rightarrow V=6/5\ L$$

با توجه به مقدار V، حجم ظرف به اندازهٔ ۵/۵ لیتر افزایش یافته و از ۱ L، به ۶/۵ L رسیده است.

۸۷۲- گزینه ۴ تعادل برقرارشده در محلول به صورت $HNO_2(aq) \rightleftharpoons NO_2^-(aq)+H^+(aq)$ است. با توجه به ضعیف‌بودن قدرت اسیدی نیترو اسید، شمار یون‌های NO_2^- در محلول اولیه کم‌تر از شمار مولکول‌های HNO_2 است. با افزودن آب خالص به این محلول، تعادل موردنظر در جهت رفت جابه‌جا شده و از شمار مولکول‌های HNO_2 کاسته شده و به تعداد یون‌های NO_2^- افزوده می‌شود؛ پس می‌توان گفت با افزودن آب خالص به محلول موردنظر، تفاوت شمار یون‌های NO_2^- با شمار مولکول‌های HNO_2 کاهش پیدا می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) اسیدهای ضعیف مثل HNO_2، HCN، HF و CH_3COOH براساس یک واکنش تعادلی در آب یونش پیدا می‌کنند.

۲) با افزودن سدیم هیدروکسید به این سامانه، یون هیدروکسید با یون H^+ واکنش داده و با مصرف این یون، تعادل را به سمت راست جابه‌جا می‌کند. طی این فرایند، درجهٔ یونش نیترو اسید افزایش می‌یابد.

۳) با انحلال $HCl(g)$ در این محلول، غلظت یون H^+ موجود در محلول افزایش یافته و تعادل موردنظر به سمت چپ جابه‌جا می‌شود.

۸۷۳- گزینه۲ با توجه به حجم ظرف، غلظت هر گاز در تعادل اولیه برابر با $۰/۲\ mol.L^{-۱}$ است؛ پس داریم:

$$K=\frac{[D]\times[X]}{[A]} \Rightarrow K=\frac{۰/۲\times۰/۲}{۰/۲}=۰/۲\ mol.L^{-۱}$$

با انتقال این سامانهٔ تعادلی در یک ظرف ۴ لیتری، غلظت گازهای شرکت‌کننده در تعادل لحظهٔ اعمال تغییر به ۰/۱ مول بر لیتر می‌رسد و پس از آن، تعادل در جهت رفت جابه‌جا می‌شود؛ پس داریم:

واکنش	$A \rightleftharpoons$	$X +$	D
غلظت اولیه	۰/۱	۰/۱	۰/۱
تغییر غلظت	$-x$	$+x$	$+x$
غلظت تعادلی	$۰/۱-x$	$۰/۱+x$	$۰/۱+x$

$$\Rightarrow K=\frac{[D]\times[X]}{[A]} \Rightarrow ۰/۲=\frac{(۰/۱+x)^۲}{۰/۱-x}$$

$$\Rightarrow ۰/۰۲-۰/۲x=۰/۰۱+۰/۲x+x^۲ \Rightarrow x^۲+۰/۴x-۰/۰۱=۰$$

$$\Rightarrow x=\frac{-۰/۴\pm\sqrt{۰/۱۶-(-۰/۰۴)}}{۲} \Rightarrow x=\frac{-۰/۴\pm\sqrt{۰/۲}}{۲} \Rightarrow \begin{cases} x=-۰/۴۲۵ \times \\ x=۰/۰۲۵ \checkmark \end{cases}$$

با توجه به مقدار x، غلظت گاز X، در تعادل برقرارشده برابر با $۰/۱۲۵\ mol.L^{-۱}$ می‌شود؛ پس داریم:

$$?\,mol\,X=۴\ L\ گاز \times \frac{۰/۱۲۵\ mol\,X}{۱\ L\ گاز}=۰/۵\ mol$$

۸۷۴- گزینه۴ همهٔ عبارت‌های داده‌شده درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ با کاهش غلظت یکی از فراورده‌ها در واکنش‌های تعادلی، براساس اصل لوشاتلیه، تعادل موردنظر در جهت رفت جابه‌جا شده و آن ماده را تولید می‌کند.

ب با افزایش فشار بر یک سامانهٔ تعادلی، واکنش در جهت شمار مول‌های گازی کم‌تر به پیش می‌رود تا بتواند اثر تغییر ایجادشده را جبران کند.

پ تغییر دمای تعادل‌های گازی، افزون بر تغییر غلظت مواد، سبب تغییر مقدار ثابت تعادل واکنش نیز می‌شود.

ت فشار گازهای موجود در یک مخزن، بر اثر برخورد مولکول‌های گازی به دیواره‌های مخزن ایجاد می‌شود؛ پس با کاهش شمار مول‌های گازی، فشار کم‌تر می‌شود.

۸۷۵- گزینه۱ معادلهٔ واکنش تعادلی موردنظر به صورت مقابل است: $N_۲O_۴(g)+Q \rightleftharpoons ۲NO_۲(g)$

با پیشروی این واکنش، در جهت رفت، مقداری گرما (Q) مصرف می‌شود و سطح انرژی سامانه افزایش پیدا می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ با کاهش دمای سامانهٔ واکنش، برخلاف تصویر نشان داده شده، تعادل در جهت تولید گرما (در جهت برگشت) جابه‌جا شده و مخلوط گازها کم‌رنگ‌تر می‌شود.

۳ در ظرف B، هم دمای محیط بالاتر است، هم غلظت مولکول‌های $NO_۲$ بیشتر است؛ پس واکنش $۲NO_۲ \rightarrow N_۲O_۴$ در ظرف B با سرعت بیشتری انجام می‌شود.

۴ در ظرف B، ۸ مولکول $NO_۲$ و ۳ مولکول $N_۲O_۴$ وجود دارد؛ پس غلظت مولی $NO_۲$ در این ظرف $\frac{۸}{۳}$ برابر غلظت مولی گاز $N_۲O_۴$ در آن است.

۸۷۶- گزینه۳ عبارت‌های أ، ب و پ درست است.

بررسی چهار عبارت:

أ در یک تعادل گرماده مثل $aA \rightleftharpoons bB+Q$ با افزایش دما، تعادل در جهت مصرف انرژی و تولید واکنش‌دهنده‌ها جابه‌جا می‌شود.

ب با افزودن کاتالیزگر به واکنش‌های تعادلی، این واکنش‌ها با سرعت بیشتر و در دمای کم‌تری به تعادل می‌رسند.

پ در یک سامانهٔ تعادلی گرماگیر مثل $Q+aA \rightleftharpoons bB$، با کاهش دما (گرفتن گرما) تعادل در جهت برگشت جابه‌جا شده و مقدار K کاهش می‌یابد.

ت با افزایش حجم، واکنش‌های تعادلی به سمت مول‌های گازی بیشتر جابه‌جا می‌شود؛ پس در این واکنش $a<b$ است.

۸۷۷- گزینه۲ با افزایش دما، سرعت واکنش‌های رفت و برگشت به طور هم‌زمان افزایش می‌یابد. اما با توجه به جابه‌جایی این تعادل به سمت راست، میزان افزایش سرعت برای واکنش رفت بیشتر از مقدار آن برای واکنش برگشت است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ با افزایش حجم ظرف، تعادل در جهت تولید گاز $O_۲$ جابه‌جا می‌شود اما چون جابه‌جایی تعادل نمی‌تواند اثر تغییر ایجادشده را به طور کامل جبران کند، در تعادل جدید برقرارشده، غلظت گاز $O_۲$ کم‌تر از غلظت این گاز در تعادل اولیه می‌شود.

۳ با کاهش دما، تعادل موردنظر در جهت تولید گرما (در جهت برگشت) جابه‌جا شده و شمار مول‌های گازی موجود در ظرف کاهش می‌یابد.

۴ پس از افزودن گاز $N_۲O_۴$ به سامانهٔ تعادلی، در تعادل جدید برقرارشده، غلظت همهٔ گازها نسبت به تعادل اولیه بیشتر خواهد بود.

۸۷۸- گزینه۲ عبارت‌های أ و پ درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ تغییر دما، سبب تغییر مقدار ثابت تعادل واکنش و به دنبال آن، تغییر غلظت تعادلی گاز $CO_۲$ می‌شود. در نقطهٔ مقابل، تغییر حجم ظرف واکنش، مقدار ثابت تعادل واکنش و غلظت تعادلی گاز $CO_۲$ را تغییر نمی‌دهد.

ب در واکنش تجزیهٔ $CaCO_3$، همانند واکنش تجزیهٔ PCl_5، مقدار Δn برابر با ۱ بوده و یکای ثابت تعادل معادل با $mol.L^{-1}$ است.

پ با افزایش دما، تعادل موردنظر در جهت رفت جابه‌جا شده و مقدار ثابت تعادل (K) آن افزایش پیدا می‌کند.

ت افزایش دما، موجب افزایش سرعت واکنش رفت می‌شود اما کاهش حجم ظرف واکنش، تأثیری بر غلظت واکنش‌دهندهٔ واکنش رفت (کلسیم کربنات) نداشته و سرعت این واکنش را افزایش نمی‌دهد.

۸۷۹- گزینه ۲ با افزایش فشار، تعادل موردنظر به سمت تعداد مول‌های گازی کم‌تر (رفت) جابه‌جا می‌شود. با ورود مقداری گاز اکسیژن به ظرف واکنش نیز تعادل در جهت مصرف این ماده (رفت) جابه‌جا می‌شود.

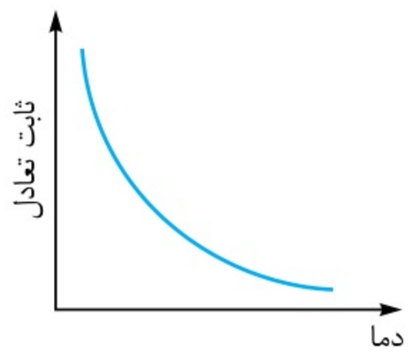
۸۸۰- گزینه ۳ با کاهش دما، تعادل در جهت رفت (در جهت تولید گاز اوزون) جابه‌جا شده است و از آن‌جا که شمار مول‌های گازی در سمت راست معادلهٔ واکنش کم‌تر است، فشار گازهای موجود در مخزن کاهش پیدا کرده است. بر این اساس، معادلهٔ این واکنش را می‌توان به صورت $3O_2(g) \rightleftharpoons 2O_3(g) + Q$ نشان داد. *بریم سراغ* بررسی چهار گزینه:

۱ با افزودن گاز O_2 به سامانهٔ واکنش، تعادل در جهت رفت (در جهت تولید گرما) جابه‌جا می‌شود.

۲ با کاهش دما و جابه‌جایی تعادل، براساس اصل پایستگی جرم، مجموع جرم گازهای موجود در ظرف واکنش ثابت می‌ماند.

۳ با توجه به گرماده‌بودن واکنش، مجموع آنتالپی پیوندها در فراورده‌ها بیشتر از مجموع آنتالپی پیوندها در واکنش‌دهنده‌ها است.

۴ با افزایش دما، تعادل موردنظر در جهت مصرف گرما (در جهت برگشت) جابه‌جا شده و ثابت تعادل آن مطابق با نمودار مقابل کاهش پیدا می‌کند.



۸۸۱- گزینه ۳ در ظرف نشان داده‌شده، ۲ مولکول O_2، ۶ مولکول SO_2 و ۴ مولکول SO_3 وجود دارد؛ پس اگر غلظت گاز O_2 را برابر $2x$ مول در نظر بگیریم، غلظت گازهای SO_2 و SO_3 به ترتیب برابر با $6x$ و $4x$ مول بر لیتر می‌شود؛ پس داریم:

$$K = \frac{[O_2]\times[SO_2]^2}{[SO_3]^2} \Rightarrow 0/9 = \frac{2x\times(6x)^2}{(4x)^2} \Rightarrow 0/9 = 4/5x \Rightarrow x = 0/2\ mol.L^{-1}$$

با توجه به مقدار x، هر یک از مولکول‌های موجود در ظرف واکنش، نشان‌دهندهٔ ۰/۲ مول از آن ماده است. *این‌جا ۲ راه داریم:*

راه اول: هر یک از ظرف‌های داده‌شده در گزینه‌ها را بررسی می‌کنیم. در این فرایند باید به دنبال ظرفی باشیم که با قراردادن غلظت تعادلی گونه‌های موجود در آن در عبارت ثابت تعادل، مقدار K برابر با ۹/۶ به دست بیاید.

راه دوم: با افزایش دما، تعادل در جهت رفت جابه‌جا شده است؛ پس داریم:

واکنش	$2SO_3 \rightleftharpoons$	$2SO_2$ +	O_2
تعادل اولیه	۰/۸	۱/۲	۰/۴
تغییر غلظت	$-2y$	$+2y$	$+y$
تعادل جدید	$0/8-2y$	$1/2+2y$	$0/4+y$

$$\Rightarrow K = \frac{[O_2]\times[SO_2]^2}{[SO_3]^2} \Rightarrow 9/6 = \frac{(0/4+y)\times(1/2+2y)^2}{(0/8-2y)^2}$$

$$\Rightarrow y = 0/2\ mol.L^{-1}$$

با توجه به مقدار y، در تعادل جدید برقرارشده، ۰/۶ مول O_2، ۱/۶ مول SO_2 و ۰/۴ مول SO_3 وجود دارد. از آن‌جا که هر مولکول در ظرف‌های داده‌شده معادل با ۰/۲ مول ماده است، در ظرف هدف باید ۳ مولکول O_2، ۸ مولکول SO_2 و ۲ مولکول SO_3 وجود داشته باشد.

۸۸۲- گزینه ۱ با دادن گرما به واکنش موردنظر، این واکنش در جهت جذب گرما (در جهت رفت) به پیش رفته است؛ پس واکنش موردنظر گرماگیر $(\Delta H > 0)$ است. بر این اساس، فقط عبارت آ درست است.

بررسی چهار عبارت:

آ در واکنش‌های گرماگیر، انرژی فعال‌سازی در مقایسه با ΔH واکنش همواره بزرگ‌تر است.

ب اگر $a < b$ باشد، با افزایش حجم ظرف واکنش، تعادل در جهت رفت به پیش می‌رود و علاوه بر مصرف‌شدن گاز A، مقداری گرما نیز مصرف می‌شود.

پ با توجه به گرماگیربودن این واکنش، پایداری فراوردهٔ تولیدشده در آن کم‌تر از واکنش‌دهندهٔ مصرف‌شده است.

ت کاهش دما می‌تواند مقدار K واکنش را تغییر بدهد اما تغییر غلظت مواد، بر مقدار K بی‌تأثیر است.

۸۸۳- گزینه ۳ با جابه‌جایی تعادل موردنظر در جهت رفت، مقداری بخار آب و گاز CO_2 تولید شده و به دنبال آن، جرم مواد جامد موجود در ظرف واکنش کاهش پیدا می‌کند. از میان تغییرات داده‌شده، خارج‌کردن بخار آب، افزایش حجم ظرف واکنش و افزایش دمای سامانهٔ واکنش، موجب جابه‌جایی تعادل به سمت راست و کاهش جرم مواد جامد می‌شوند.

۸۸۴- گزینه۴ جدول زیر، روند تغییر غلظت گونه‌های شرکت‌کننده در این واکنش را نشان می‌دهد:

واکنش	NiO	+ CO ⇌	Ni	+ CO_2
تعادل اولیه	-	۰/۱	-	۰/۱
تغییر غلظت	-	$-x$	-	$+x$
تعادل جدید	-	$۰/۱-x$	-	$۰/۱+x$

$$\Rightarrow K=\frac{[CO_2]}{[CO]} \Rightarrow ۹۹=\frac{۰/۱+x}{۰/۱-x} \Rightarrow x=۰/۰۹۸\ mol.L^{-1}$$

با توجه به مقدار x، پس از برقراری تعادل جدید، غلظت گاز CO_2 به ۰/۱۹۸ مول بر لیتر می‌رسد.

۸۸۵- گزینه۲ از آن‌جا که ثابت تعادل واکنش با بالارفتن دما افزایش پیدا کرده است؛ پس می‌توان گفت واکنش موردنظر گرماگیر $(\Delta H>۰)$ است. با افزایش دما در واکنش‌های گرماگیر، تعادل در جهت مصرف گرما (رفت) جابه‌جا می‌شود در حالی که خارج‌کردن مقداری سدیم کربنات از سامانهٔ واکنش، تأثیری در جابه‌جایی تعادل ندارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) با افزایش دما، تعادل موردنظر در جهت رفت جابه‌جا شده و جرم گازهای موجود در محفظهٔ واکنش بیشتر می‌شود. با توجه به ثابت‌بودن حجم ظرف واکنش، با افزایش جرم گازهای موجود در ظرف، چگالی این مخلوط گازی بیشتر می‌شود.

۳) با کاهش دما، تعادل موردنظر در جهت برگشت جابه‌جا شده و جرم جوش‌شیرین (سدیم هیدروژن کربنات) موجود در ظرف افزایش پیدا می‌کند.

۴) پس از کاهش دما، شمار مول‌های گازی موجود در ظرف واکنش کاهش یافته و به دنبال آن، فشار (P) این مخلوط گازی نیز کاهش پیدا می‌کند.

۸۸۶- گزینه۳ با افزایش حجم ظرف واکنش، تعادل در جهت برگشت جابه‌جا شده و مقدار گاز NO موجود در ظرف واکنش به مرور افزایش پیدا می‌کند اما از آن‌جا که حجم ظرف واکنش نیز افزایش یافته است، *علی‌رغم* تولید گاز NO، غلظت این گاز در تعادل جدید برقرارشده باز هم کم‌تر از تعادل اولیه خواهد بود.

۸۸۷- گزینه۱ فقط عبارت ب درست است.

بررسی چهار عبارت:

أ با افزایش دما، تعادل موردنظر در جهت مصرف گرما (در جهت رفت) جابه‌جا می‌شود. در این شرایط، غلظت فراورده‌های واکنش افزایش یافته و غلظت واکنش‌دهنده‌های شرکت‌کننده در آن کاهش می‌یابد.

ب با خارج‌کردن گاز Cl_2، در لحظهٔ اعمال تغییر، فشار سامانهٔ تعادلی کاهش پیدا می‌کند و پس از آن، در جهت رفت جابه‌جا می‌شود.

پ با کاهش دما، سرعت واکنش‌های رفت و برگشت به صورت هم‌زمان کاهش پیدا می‌کند، اما چون تعادل موردنظر در حال جابه‌جاشدن به سمت چپ است، میزان کاهش سرعت رفت بیشتر از میزان کاهش سرعت واکنش برگشت است.

ت در هر دو تعادل داده‌شده، شمار مول‌های گازی سمت راست بیشتر از شمار مول‌های گازی سمت چپ است، پس با انتقال این تعادل‌ها به یک ظرف بزرگ‌تر، واکنش‌های موردنظر در جهت رفت جابه‌جا می‌شوند.

۸۸۸- گزینه۲ عبارت ثابت تعادل این واکنش به صورت مقابل است:

$$K=[A]\times[X_2] \xrightarrow{[A]=[X_2]} K=[X_2]^2$$

با توجه به ثابت تعادل واکنش در هر دما، غلظت تعادلی گاز X_2 را در آن دما محاسبه می‌کنیم:

$$\left.\begin{array}{l} ۱۰۰\ ^\circ C\ \text{دمای}: K=[X_2]^2_{۱۰۰} \Rightarrow ۱۰^{-۴}=[X_2]^2_{۱۰۰} \Rightarrow [X_2]_{۱۰۰}=۱۰^{-۲}\ mol.L^{-1} \\ ۳۰۰\ ^\circ C\ \text{دمای}: K=[X_2]^2_{۳۰۰} \Rightarrow ۱۰^{-۱}=[X_2]^2_{۳۰۰} \Rightarrow [X_2]_{۳۰۰}=\sqrt{۰/۱}\simeq ۰/۳۱۶\ mol.L^{-1} \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{[X_2]_{۳۰۰}}{[X_2]_{۱۰۰}}=۳۱/۶$$

۸۸۹- گزینه۳ تعادل موردنظر، با ورود مقداری گاز SO_2 ظرف واکنش آغاز شده است؛ پس در هر لحظه از این فرایند، غلظت گاز SO_2 دو برابر غلظت گاز O_2 است. با افزایش دما، تعادل موردنظر در جهت مصرف گرما (رفت) جابه‌جا می‌شود، پس با افزایش دما، درصد مولی گاز O_2 افزایش پیدا می‌کند؛ اما باید توجه کنیم که حتی در دماهای خیلی بالا نیز درصد مولی گاز اکسیژن حداکثر به ۳۳/۳ درصد می‌رسد؛ چرا که علاوه بر گاز O_2، گاز SO_2 نیز در محفظهٔ واکنش وجود دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) با افزایش دما، تعادل موردنظر در جهت رفت جابه‌جا شده و مجموع شمار مول‌های گازی در ظرف واکنش افزایش می‌یابد.

۲) چون در ابتدای کار هیچ‌کدام از گازهای O_2 و SO_2 در ظرف واکنش وجود نداشته است، با جابه‌جایی تعادل، نسبت میان غلظت این گازها تغییری نمی‌کند.

۴) با خروج گاز O_2 از ظرف واکنش، تعادل موردنظر در جهت تولید این ماده (در جهت رفت) جابه‌جا شده و درصد پیشرفت آن افزایش پیدا می‌کند.

۸۹۰- گزینه۳ عبارت‌های ب، پ و ت درست است.

بررسی چهار عبارت:

أ با کاهش فشار (افزایش حجم) یک سامانهٔ تعادلی، سرعت واکنش‌های رفت و برگشت به صورت هم‌زمان کاهش پیدا می‌کند.

ب با افزایش دمای تعادل $N_2O_4(g)+Q \rightleftharpoons 2NO_2(g)$، ثابت تعادل واکنش افزایش می‌یابد؛ اما با تغییر حجم ظرف واکنش، ثابت تعادل تغییری نمی‌کند.

پ) با افزایش دمای یک سامانهٔ تعادلی، سرعت واکنش‌های رفت و برگشت به صورت هم‌زمان افزایش پیدا می‌کند.

ت) در تعادل $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ با کاهش حجم ظرف، در لحظهٔ اعمال تغییر، غلظت گاز NO_2 افزایش یافته و رنگ مخلوط گازی تیره‌تر می‌شود. پس از کاهش حجم ظرف، تعادل به مرور در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود و با کاهش تدریجی غلظت گاز NO_2، از شدت رنگ مخلوط کاسته می‌شود.

۸۹۱- گزینه ۳ با کاهش دما، غلظت گازی‌های A و C کم شده و غلظت گاز B افزایش می‌یابد. روند تغییر غلظت این گازها به صورت زیر است:

$$\Delta[A] = -0/4\ mol.L^{-1} \qquad \Delta[C] = -0/2\ mol.L^{-1} \qquad \Delta[B] = 0/3\ mol.L^{-1}$$

با توجه به روند تغییر غلظت این گازها، پی می‌بریم که معادلهٔ تعادل موردنظر به صورت $4A(g) + 2C(g) \rightleftharpoons 3B(g)$ است و از آن‌جا که با کاهش دما، این واکنش در جهت تولید مادهٔ B جابه‌جا شده است، پی می‌بریم که تعادل موردنظر در جهت رفت گرماده است. *بریم سراغ بررسی گزینه‌ها:*

۱) در واکنش سوختن اتان $(C_2H_6 + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O)$ مجموع ضرایب مواد برابر ۸ است که این مقدار، کم‌تر از مجموع ضرایب مواد در واکنش موردنظر است.

۲) با تولیدشدن گاز C و پیشروی واکنش در جهت برگشت، مقداری گرما مصرف می‌شود.

۳) با افزودن گاز A به سامانهٔ واکنش، تعادل در جهت رفت جابه‌جا شده و غلظت گاز C به مرور کاهش پیدا می‌کند.

۴) با افزایش حجم ظرف واکنش، تعادل در جهت برگشت جابه‌جا شده و شمار مولکول‌های B موجود در ظرف واکنش کاهش پیدا می‌کند.

۸۹۲- گزینه ۲ *قبل از هرچیز* باید مقدار b را در معادلهٔ موازنه‌شدهٔ این واکنش پیدا کنیم. با توجه به حجم ظرف، غلظت اولیهٔ گازهای A و B، برابر ۰/۲۵ و ۰/۰۵ مول بر لیتر است؛ پس داریم:

$$K = \frac{[B]^b}{[A]} \Rightarrow 5\times10^{-4} = \frac{(0/05)^b}{0/25} \Rightarrow b = 3$$

با توجه به مقدار b، مقدار Δn این واکنش برابر ۲ بوده و یکای ثابت تعادل آن به صورت $mol^2.L^{-2}$ می‌شود. با افزایش دما، تعادل در جهت رفت جابه‌جا شده و غلظت گازهای A و B برابر می‌شود؛ پس داریم:

واکنش	$A \rightleftharpoons 3B$	
تعادل اولیه	۰/۲۵	۰/۰۵
تغییر غلظت	$-x$	$+3x$
تعادل جدید	$0/25-x$	$0/05+3x$

$$\Rightarrow [A] = [B] \Rightarrow 0/25 - x = 0/05 + 3x$$

$$\Rightarrow 0/2 = 4x \Rightarrow x = 0/05\ mol.L^{-1}$$

$$x = 0/05 \Rightarrow [A] = 0/2\ mol.L^{-1}$$

$$x = 0/05 \Rightarrow [B] = 0/2\ mol.L^{-1}$$

با توجه به غلظت تعادلی گازهای A و B در دمای ۲۵۰ °C، ثابت این واکنش را محاسبه می‌کنیم.

$$K = \frac{[B]^3}{[A]} \Rightarrow K = \frac{(0/2)^3}{0/2} = 0/04\ mol^2.L^{-2}$$

۸۹۳- گزینه ۲ با افزایش فشار (کاهش حجم)، غلظت همهٔ گازهای شرکت‌کننده در واکنش افزایش یافته و سرعت واکنش‌های رفت و برگشت نیز بیشتر می‌شود اما از آن‌جا که سرعت واکنش‌های رفت و برگشت به یک نسبت افزایش می‌یابد، تعادل موردنظر به هیچ سمتی جابه‌جا نمی‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) چون تعادل موردنظر گرماگیر است، با افزایش دما از ۱۵ °C به ۶۰ °C در جهت رفت جابه‌جا شده و مقدار ثابت تعادل آن افزایش می‌یابد.

۳) تعادل $NH_4OH(aq) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$ در محلول آبی آمونیاک بین یون‌های OH^- و NH_4^+ برقرار می‌شود.

۴) در یک تعادل گرماگیر $(\Delta H > 0)$، با افزایش دمای سامانهٔ واکنش، تعادل در جهت رفت جابه‌جا شده و غلظت فراورده‌ها افزایش پیدا می‌کند.

۸۹۴- گزینه ۴ اگر ثابت تعادل این واکنش را در دماهای ۲۷ °C و ۶۲۷ °C به ترتیب K_{27} و K_{627} بنامیم، داریم:

$$K_{27} = [NH_3]_{27} \times [H_2S]_{27} \xrightarrow{[NH_3]=[H_2S]} K_{27} = [NH_3]^2_{27} \Rightarrow [NH_3]_{27} = \sqrt{K_{27}}$$

$$K_{627} = [NH_3]_{627} \times [H_2S]_{627} \xrightarrow{[NH_3]=[H_2S]} K_{627} = [NH_3]^2_{627} \xrightarrow{K_{627}=4K_{27}} 4K_{27} = [NH_3]^2_{627} \Rightarrow [NH_3]_{627} = 2\sqrt{K_{27}}$$

با توجه به محاسبات انجام‌شده، غلظت تعادل گازهای NH_3 و H_2S در دمای ۶۲۷ °C، ۲ برابر غلظت این گازهای در دمای ۲۷ °C است. به عبارت دیگر، با افزایش دما از ۲۷ °C به ۶۲۷ °C، واکنش در جهت رفت جابه‌جا شده و مقدار گازهای موجود در ظرف واکنش، دو برابر شده است. برای بررسی روند تغییر فشار گازها از تعادل اولیه (P_1) تا تعادل جدید (P_2) با توجه به شمار مول‌های گازی در تعادل اولیه (n_1) و شمار مول‌های گازی در تعادل جدید (n_2) به این صورت عمل می‌کنیم:

$$PV = nRT \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{n_2 \times T_2 \times V_1}{n_1 \times T_1 \times V_2} \xrightarrow{n_2 = 2n_1,\ V_2 = V_1} \frac{P_2}{P_1} = \frac{2n_1 \times (627+273) \times V_1}{n_1 \times (27+273) \times V_1} = 6$$ برابر

با توجه به محاسبات بالا، طی این فرایند، فشار گازهای موجود در مخزن ۶ برابر شده است.

۸۹۵- گزینه۱ فقط عبارت پ نادرست است.

بررسی چهار عبارت:

أ در رابطه با تعادل برقرارشده داریم: $K = \frac{[CO_2]^3}{[CO]^3} \Rightarrow ۶۴ = \frac{[CO_2]^3}{[CO]^3} \Rightarrow ۴ = \frac{[CO_2]}{[CO]} \Rightarrow ۴ \times [CO] = [CO_2]$

ب واکنش موردنظر گرماده است؛ پس با کاهش دمای سامانهٔ واکنش، تعادل برقرارشده در جهت رفت جابه‌جا می‌شود. با جابه‌جایی تعادل به سمت راست، مقدار گاز CO_2 موجود در مخزن افزایش یافته و از مقدار گاز CO کاسته می‌شود. *بدیهی که* با افزایش مقدار CO_2 و کاهش مقدار CO، مجموع جرم گازهای موجود در این ظرف بیشتر شده و چگالی این مخلوط گازی افزایش پیدا می‌کند.

پ تغییر حجم ظرف واکنش، بر جابه‌جایی تعادل تأثیر نداشته، نسبت میان شمار مول‌های گازهای شرکت‌کننده در واکنش را تغییر نمی‌دهد.

ت با خارج‌کردن گاز CO_2 از سامانهٔ واکنش، تعادل در جهت رفت جابه‌جا شده و جرم فلز آهن موجود در سامانهٔ واکنش بیشتر می‌شود.

۸۹۶- گزینه۴ در فرایند هابر، با سردکردن (کاهش دما) مخلوط واکنش تا دمای جوش آمونیاک و میعان این ماده، آمونیاک تولیدشده را از مخلوط واکنش جدا کرده و گازهای H_2 و N_2 واکنش‌نداده را مجدداً به محفظهٔ واکنش برمی‌گردانند. *بدیهتاً* چنین فرایندی زمانی امکان‌پذیر است که دمای جوش گازهای H_2 و N_2 با دمای جوش گاز آمونیاک تفاوت داشته باشد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ واکنش انجام‌شده در فرایند هابر $(3H_2 + N_2 \rightleftharpoons 2NH_3)$ با کاهش حجم همراه است و در دمای $400\ ^\circ C$، ثابت تعادل کوچکی دارد.

۲ در فرایند هابر، با افزایش فشار و یا کاهش دمای مخلوط واکنش، تعادل در جهت رفت جابه‌جا شده و درصد پیشرفت واکنش افزایش پیدا می‌کند.

۳ گازهای H_2 و N_2 در دمای اتاق حتی در حضور یک جرقه نیز با هم واکنش نمی‌دهند؛ چرا که انرژی فعال‌سازی واکنش میان این گازها بزرگ است.

۸۹۷- گزینه۴ عبارت‌های أ، پ و ث درست هستند.

بررسی پنج عبارت:

أ در مبدل کاتالیستی خودروهای دیزلی، گازهای NO_2 و NO تولیدشده در موتور خودرو با گاز NH_3 واکنش داده و به گاز نیتروژن تبدیل می‌شوند.

ب مولکول‌های آمونیاک دارای ساختار غیرمسطح بوده و گشتاور دوقطبی آن‌ها بزرگ‌تر از صفر است.

پ گاز NH_3، براساس واکنش $3H_2(g) + N_2(g) \xrightleftharpoons{450\ ^\circ C, 200\ atm, Fe(s)} 2NH_3(g)$ در حضور یک ورقهٔ آهنی و در دمای بالا انجام می‌شود.

ت مقدار ΔH واکنش $2NH_3(g) \rightarrow N_2H_4(g) + H_2(g)$ را برخلاف واکنش $N_2(g) + 2H_2(g) \rightarrow N_2H_4(g)$، می‌توان به صورت تجربی اندازه‌گیری کرد.

ث آمونیاک خاصیت بازی دارد و به خاطر وجود اتم‌های هیدروژن متصل به نیتروژن در ساختار آن، مولکول‌های NH_3 می‌توانند پیوند هیدروژنی برقرار کنند.

۸۹۸- گزینه۴ در تعادل برقرارشده طی فرایند هابر، گازهای N_2 و H_2 و NH_3 به صورت هم‌زمان در مخلوط تعادلی حضور دارند. با کاهش دمای مخلوط گازی از $127\ ^\circ C$ تا $-73\ ^\circ C$ فشار گازهای موجود در این مخلوط به سه طریق زیر کاهش پیدا می‌کند:

اول: دمای $-73\ ^\circ C$ کم‌تر از دمای جوش گاز آمونیاک است؛ پس با خروج مولکول‌های NH_3 از مخلوط و کاهش تعداد مولکول‌ها، فشار گازها کاهش می‌یابد.

دوم: با کاهش دما از $127\ ^\circ C (400\ K)$ تا $-73\ ^\circ C - (200\ K)$، دمای مخلوط گازی باقی‌مانده در مقیاس کلوین نصف شده و براساس قانون گازها، فشار گازهای باقی‌مانده در مخلوط نیز نصف می‌شود.

سوم: با کاهش دما، تعادل موردنظر در جهت رفت (تولید آمونیاک) جابه‌جا شده و شمار مول‌های گازی در ظرف واکنش کاهش می‌یابد.

با توجه به توضیحات داده‌شده، طی کاهش دمای این مخلوط گازی، فشار گازها به کم‌تر از نصف مقدار اولیهٔ خود کاهش پیدا می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ با افزایش دما یا افزودن مقداری NH_3 به سامانهٔ واکنش، تعادل در جهت برگشت جابه‌جا شده و غلظت گازهای N_2 (نمودار خاکستری) و H_2 (نمودار آبی) افزایش می‌یابد.

۲ با افزایش دما، تعادل در جهت برگشت جابه‌جا شده و درصد مولی آمونیاک در مخلوط گازی کاهش پیدا می‌کند.

۳ با کاهش دمای سامانهٔ واکنش، سرعت واکنش‌های رفت و برگشت به صورت هم‌زمان کاهش پیدا می‌کند.

۸۹۹- گزینه۳ در فرایند هابر، در دمای $400\ ^\circ C$ و فشار $200\ atm$ نیز فقط بخشی از گازهای N_2 و H_2 مصرف شده و پس از آن سامانه به تعادل می‌رسد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ افزودن کاتالیزگر مناسب (آهن) به سامانهٔ فرایند هابر، هیچ تأثیری بر مقدار ΔH واکنش انجام‌شده در این سامانه ندارد.

۲ با کاهش دما، آمونیاک به حالت مایع $(NH_3(l))$ درآمده و از مخلوط گازها خارج می‌شود.

۴ با افزایش دما، تعادل $3H_2 + N_2 \rightleftharpoons 2NH_3 + Q$ در جهت برگشت جابه‌جا شده و درصد پیشرفت واکنش کاهش می‌یابد.

۹۰۰- گزینه ۴ *اگه در لحظهٔ اعمال تغییر* فشار مخلوط گازها تغییر کرده بود، در نمودار غلظت ـ زمان این گازها، یک نقطهٔ جهش (⌟ و یا ⌝) ایجاد می‌شد. چون در نمودارهای داده‌شده نقطهٔ جهش نداریم، پس عامل برهم‌زنندهٔ تعادل، تغییر دما است. واکنش انجام‌شده در فرایند هابر، به صورت $۳H_۲ + N_۲ \rightleftharpoons ۲NH_۳ + Q$ است. از آن‌جا که پس از ایجاد تغییر، مقدار گازهای $N_۲$ و $H_۲$ افزایش یافته و تعادل در جهت برگشت جابه‌جا شده است، پس در لحظهٔ اعمال تغییر، دمای سامانهٔ واکنش افزایش یافته و مقدار K کاهش پیدا کرده است.

۹۰۱- گزینه ۱ فقط عبارت پ درست است.

بررسی چهار عبارت:

آ پتاسیم یدید یک ترکیب یونی به شمار می‌رود و برخلاف یک نمونهٔ خالص از آمونیاک، در حالت مایع (مذاب) رسانای جریان الکتریسیته است.

ب چون شعاع یون I^- بزرگ‌تر از شعاع یون Br^- است و شعاع یون K^+ نیز بزرگ‌تر از یون Na^+ است، $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ پتاسیم یدید کم‌تر از $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ سدیم برمید می‌شود.

پ رنگ شعلهٔ ترکیب‌های یونی حاصل از پتاسیم، مثل پتاسیم یدید، مشابه رنگ شعلهٔ حاصل از فلز پتاسیم است.

ت پتاسیم یدید، کاتالیزگر واکنش تجزیهٔ هیدروژن پراکسید (آب‌اکسیژنه) است، اما افزودن آن به سامانهٔ واکنش، تأثیری بر درصد پیشرفت واکنش و مقدار نهایی فراوردهٔ تولیدشده ندارد.

۹۰۲- گزینه ۲ در شرایط بهینهٔ ایجادشده توسط فریتس هابر، ۲۸ درصد مولی از مخلوط موجود در ظرف را آمونیاک تشکیل می‌دهد؛ در حالی که در شرایط فعلی، درصد مولی آمونیاک موجود در ظرف برابر با ۲۰٪ است؛ پس با ایجاد شرایط بهینه، درصد مولی $NH_۳$ افزایش پیدا می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ با افزودن مقداری گاز $N_۲$ به ظرف واکنش، تعادل در جهت رفت جابه‌جا شده و غلظت گاز $H_۲$ کاهش پیدا می‌کند. از طرفی؛ در تعادل جدید برقرارشده، غلظت گاز $N_۲$ بیشتر از تعادل اولیه خواهد بود. بر این اساس، تفاوت غلظت گازهای $H_۲$ و $N_۲$ در تعادل جدید برقرارشده، کم‌تر از تعادل اولیه می‌شود.

۳ با افزایش دما، تعادل در جهت برگشت جابه‌جا شده و به همین خاطر، غلظت گاز $NH_۳$ و مقدار ثابت تعادل این واکنش کاهش پیدا می‌کند.

۴ پس از قراردادن یک ورقهٔ آهنی (کاتالیزگر) در این ظرف ۲ لیتری، تعادل جابه‌جا نشده و غلظت گاز آمونیاک موجود در ظرف تغییری نمی‌کند.

۹۰۳- گزینه ۱ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است: $N_۲(g) + ۳H_۲(g) \rightleftharpoons ۲NH_۳(g) + Q$

با کاهش دما، تعادل در جهت رفت جابه‌جا شده و مقدار بیشتری از گاز آمونیاک تولید می‌شود. *بریم سراغ* **بررسی رویدادها:**

آ با جابه‌جایی تعادل در جهت رفت، گاز $NH_۳$ تولید شده و با توجه به ضرایب مواد در معادلهٔ واکنش، شمار مول‌های گازی کاهش پیدا می‌کند.

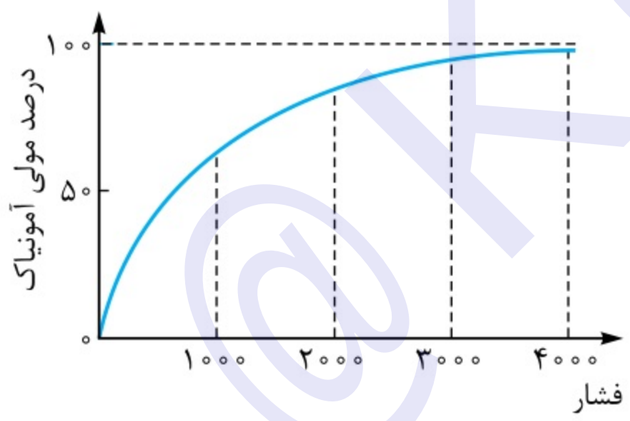
ب با جابه‌جایی یک واکنش تعادلی در جهت رفت، ثابت تعادل آن واکنش افزایش پیدا می‌کند.

پ با کاهش دما، سرعت واکنش‌های رفت و برگشت در یک سامانهٔ تعادلی کاهش پیدا می‌کند.

ت با جابه‌جایی یک واکنش تعادلی در جهت رفت، درصد پیشرفت آن واکنش افزایش پیدا می‌کند.

ث چون تعادل موردنظر در جهت رفت جابه‌جا می‌شود، غلظت گازهای $H_۲$ و $N_۲$ پس از اعمال تغییر کاهش پیدا می‌کند.

۹۰۴- گزینه ۱ نمودار مقابل، درصد مولی آمونیاک تولیدشده در فرایند هابر را برحسب تغییر فشار سامانهٔ واکنش موردنظر نشان می‌دهد.



همان‌طور که مشخص است، در فشارهای پایین‌تر، به ازای ایجاد یک مقدار خاص از افزایش فشار، درصد پیشرفت واکنش موردنظر به مقدار بیشتری افزایش پیدا می‌کند.

۹۰۵- گزینه ۲ افزودن کاتالیزگر (آهن) به سامانهٔ واکنش فرایند هابر، فقط سرعت واکنش را افزایش می‌دهد و تأثیری بر درصد پیشرفت واکنش ندارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ با خروج گاز $H_۲$ از سامانهٔ واکنش فرایند هابر، تعادل در جهت برگشت جابه‌جا شده و درصد پیشرفت آن کاهش پیدا می‌کند.

۳ در فرایند هابر ($\Delta H < ۰$) با افزایش دما، تعادل در جهت برگشت جابه‌جا شده و درصد پیشرفت واکنش کاهش پیدا می‌کند.

۴ با افزایش فشار، تعادل موردنظر در جهت مول‌های گازی کم‌تر (در جهت رفت) جابه‌جا شده و درصد پیشرفت آن افزایش پیدا می‌کند.

۹۰۶- گزینه ۲ عبارت‌های آ و پ درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ با افزایش دما، زمان لازم برای برقراری تعادل از دو جهت کاهش پیدا می‌کند: ۱ افزایش دما، سرعت واکنش‌های رفت و برگشت را افزایش می‌دهد.

۲ با افزایش دما، درصد پیشرفت واکنش کاهش پیدا کرده و برای برقراری تعادل، باید مقدار کم‌تری گاز آمونیاک در سامانهٔ واکنش تولید شود.

ب واکنش تولید گاز آمونیاک از گازهای هیدروژن و نیتروژن، گرماده $(\Delta H < 0)$ است.

پ در صورت استفاده از گرد آهن به جای یک ورقهٔ آهن، چون سطح تماس کاتالیزگرها با واکنش‌دهنده‌ها بیشتر می‌شود، سرعت واکنش به مقدار بیشتری افزایش می‌یابد؛ در نتیجه زمان رسیدن به تعادل کاهش پیدا می‌کند.

ت عبارت ثابت تعادل واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است:

$$K = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3 \times [N_2]} \Rightarrow [NH_3]^2 = K \times [H_2]^3 \times [N_2]$$

همان‌طور که مشخص است، در تعادل برقرارشده مقدار $[NH_3]$ الزاماً با مقدار $[H_2] \times [N_2]$ برابر نیست.

۹۰۷- گزینه ۱ چون حجم اولیهٔ ظرف برابر $1\,L$ است، غلظت هر ماده با مقدار آن برابر می‌شود؛ پس داریم:

$$K = \frac{[O_2] \times [NO]^2}{[N_2O_4]} \Rightarrow K = \frac{2 \times 2^2}{1} = 8\ mol^2.L^{-2}$$

با ورود گاز NO و تغییر حجم ظرف واکنش از ۱ لیتر به V لیتر، تعادل در جهت برگشت جابه‌جا شده و غلظت گاز N_2O_4 دو برابر غلظت گاز O_2 می‌شود.

جدول مقابل، روند تغییر تعداد مول‌های مواد شرکت‌کننده در این واکنش را نشان می‌دهد:

واکنش	$N_2O_4 \rightleftharpoons$	$2NO$	$+ O_2$
تعادل اولیه (mol)	۱	۲	۲
تغییر مول	$+x$	$+2-2x$	$-x$
تعادل جدید (mol)	$1+x$	$4-2x$	$2-x$

$\Rightarrow$ مقدار O_2 در تعادل جدید $\times 2$ = مقدار N_2O_4 در تعادل جدید

$$\Rightarrow 1+x = 2(2-x) \Rightarrow 1+x = 4-2x \Rightarrow x = 1\ mol$$

اگر حجم جدید ظرف واکنش را برابر با V لیتر در نظر بگیریم، داریم:

$$K = \frac{[O_2] \times [NO]^2}{[N_2O_4]} \Rightarrow 8 = \frac{\frac{1}{V} \times (\frac{2}{V})^2}{\frac{2}{V}} \Rightarrow 8 = \frac{2}{V^2} \Rightarrow V = 0/5\ L$$

با توجه به مقدار V، حجم ظرف واکنش در لحظهٔ اعمال تغییر ۰/۵ برابر شده است.

۹۰۸- گزینه ۲ با توجه به نمودار داده‌شده، در فشار $1500\ atm$، درصد مولی آمونیاک در مخلوط واکنش برابر با ۸۰٪ است. نمودار زیر، روند تغییر شمار مول‌های گونه‌های شرکت‌کننده در این واکنش را از ابتدای کار تا زمان برقراری تعادل نشان می‌دهد:

واکنش	$N_2 +$	$3H_2 \rightleftharpoons$	$2NH_3$
مقدار اولیه	۹	۲۷	۰
تغییر مول	$-x$	$-3x$	$+2x$
مقدار نهایی	$9-x$	$27-3x$	$2x$

$$\Rightarrow \text{درصد مولی آمونیاک} = \frac{\text{شمار مول‌های } NH_3}{\text{شمار مول‌های گازی در مخلوط}} \times 100$$

$$\Rightarrow 80 = \frac{2x}{36-2x} \times 100 \Rightarrow 2x = 16 \Rightarrow x = 8\ mol$$

با توجه به مقدار x، پس از برقراری تعادل، ۱۶ مول آمونیاک در سامانهٔ واکنش وجود دارد.

در مبدل کاتالیستی خودروهای دیزلی، گاز آمونیاک براساس واکنش $NO(g) + NO_2(g) + 2NH_3(g) \rightarrow 2N_2(g) + 3H_2O(g)$ با اکسیدهای نیتروژن واکنش می‌دهد. در این واکنش، به ازای مصرف‌شدن دو مول آمونیاک، یک مول گاز NO (معادل با $30\ g$ گاز NO) و یک مول گاز NO_2 (معادل با $46\ g$ گاز NO_2) مصرف می‌شود؛ پس به ازای مصرف دو مول NH_3 در این واکنش، مجموعاً $76\ g$ اکسید نیتروژن به گاز N_2 تبدیل می‌شود. بر این اساس، داریم:

$$?\,g \text{ اکسید نیتروژن} = 16\ mol\,NH_3 \times \frac{76\ g \text{ اکسید نیتروژن}}{2\ mol\,NH_3} = 608\ g$$

۹۰۹- گزینه ۳ قسمت D معرف سردکنندهٔ این دستگاه و قسمت C معرف گرم‌کنندهٔ آن است. از آن‌جا که با افزایش دما، ثابت تعادل واکنش تولید آمونیاک کم‌تر می‌شود، می‌توان گفت مقدار ثابت تعادل این واکنش در قسمت D بیشتر از قسمت C است، پس موارد ب و ت نمی‌توانند جملهٔ داده‌شده را به درستی پر کنند. *خب بریم سراغ* بررسی قسمت اول جملهٔ داده‌شده:

أ قسمت A، معرف کاتالیزگر واکنش است و می‌دانیم که استفاده از کاتالیزگر، تأثیری بر درصد پیشرفت واکنش‌های تعادلی ندارد.

ب لولهٔ B گازهای N_2 و H_2 واکنش‌نداده را به محفظهٔ واکنش بازمی‌گرداند و محتوی گاز آمونیاک نمی‌شود.

پ قسمت C معادل با گرم‌کنندهٔ دستگاه است. این بخش با افزایش دمای واکنش‌دهنده، سرعت واکنش میان این مواد را افزایش می‌دهد.

ت بخش D معادل با سردکننده است. این بخش دمای مخلوط گازی را تا حدود دمای جوش آمونیاک $(-34\ ^\circ C)$ کاهش می‌دهد تا آمونیاک میعان شود.

ث در ظرف E، آمونیاک به حالت مایع وجود دارد. آمونیاک مایع در برخی از کشورها به عنوان کود شیمیایی به طور مستقیم به خاک تزریق می‌شود.

همون‌طور که مشخصه، موارد پ و ث می‌توانند جملهٔ داده‌شده را به درستی پر کنند.

۹۱۰- گزینه ۲ در فرایند هابر، مولکول‌های NH_3 قطبی و مولکول‌های N_2 و H_2 ناقطبی هستند. در شرایط بهینه برای انجام‌شدن این واکنش، ۲۸ درصد از مخلوط گازها از آمونیاک تشکیل می‌شود که گشتاور دوقطبی (μ) مولکول‌های آن بزرگ‌تر از صفر است.

Konkor

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) با استفاده از کاتالیزگر مناسب (آهن) فرایند هابر در دماهای پایین‌تر و با سرعت مناسب انجام می‌شود.

۳) هر چند تولید آمونیاک باعث طولانی‌ترشدن جنگ جهانی اول گردید، اما به دنبال آن شرایط مناسب برای تولید کودهای شیمیایی فراهم شد.

۴) با افزایش فشار از ۵۰ atm به ۴۰۰ atm و کاهش دما از ۳۰۰ °C به ۵۰ °C، درصد پیشرفت فرایند هابر افزایش پیدا می‌کند.

۹۱۱- گزینه ۴ اگر x مول گاز آمونیاک وارد ظرف واکنش شده باشد، ۰/۴x مول از این ماده تجزیه شده و پس از برقراری تعادل، ۰/۶x مول آمونیاک، ۰/۶x مول هیدروژن و ۰/۲x مول نیتروژن در محفظهٔ واکنش دیده می‌شود؛ پس داریم:

$$[N_2]=\frac{0/2x}{0/5}=0/4x\ mol.L^{-1} \qquad [H_2]=\frac{0/6x}{0/5}=1/2x\ mol.L^{-1} \qquad [NH_3]=\frac{0/6x}{0/5}=1/2x\ mol.L^{-1}$$

$$K=\frac{[H_2]^3\times[N_2]}{[NH_3]^2} \Rightarrow K=\frac{(1/2x)^3\times(0/4x)}{(1/2x)^2} \Rightarrow K=0/48x^2\ mol^2.L^{-2}$$

با افزایش حجم سامانهٔ واکنش، درصد پیشرفت واکنش تجزیهٔ آمونیاک به ۸۰٪ رسیده است؛ پس در این حالت، ۰/۲x مول آمونیاک، ۱/۲x مول هیدروژن و ۰/۴x مول نیتروژن در ظرف واکنش وجود خواهد داشت. اگر حجم جدید ظرف واکنش را برابر V لیتر در نظر بگیریم، داریم:

$$K=\frac{[H_2]^3\times[N_2]}{[NH_3]^2} \Rightarrow 0/48x^2=\frac{(\frac{1/2x}{V})^3\times(\frac{0/4x}{V})}{(\frac{0/2x}{V})^2} \Rightarrow 0/48x^2=\frac{17/28x^2}{V^2} \Rightarrow V^2=36 \Rightarrow V=6\ L$$

در تعادل اولیه (با پیشرفت ۴۰ درصد)، مجموعاً ۱/۴x مول مادهٔ گازی وجود داشته است. با افزایش حجم ظرف به اندازهٔ ۵/۵ لیتر، تعادل جدیدی (با پیشرفت ۸۰ درصد) در ظرف برقرار شده است که مجموعاً ۱/۸x مول مادهٔ گازی در آن وجود دارد؛ پس داریم:

$$PV=nRT \Rightarrow \frac{P_2}{P_1}=\frac{n_2\times T_2\times V_1}{n_1\times T_1\times V_2} \xrightarrow{T_1=T_2} \frac{P_2}{P_1}=\frac{1/8x\times T_1\times 0/5}{1/4x\times T_1\times 6} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1}=0/107$$

۹۱۲- گزینه ۱ نفت خام، گاز طبیعی، زغال‌سنگ، معادن طلا، مس، مرمر و فیروزه، از جمله منابع شیمیایی هستند که به طور یکسان در جهان توزیع نشده‌اند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) طی خام‌فروشی، منابع طبیعی کم و بیش بدون فراوری به فروش می‌رسند. این روش، ساده‌ترین راه بهره‌برداری از منابع طبیعی محسوب می‌شود.

۳) یافتن یک روش و یا ساختن و طراحی دستگاه‌ها و وسایلی برای شناسایی ساختار مواد، بیانی از فناوری‌های شیمیایی به شمار می‌رود.

۴) با به‌کارگیری فناوری، می‌توان مواد خام مثل سنگ معدن را به مواد فراوری‌شده تبدیل کرد. این کار، سبب رشد بهره‌وری کشورها می‌شود.

۹۱۳- گزینه ۳ عبارت‌های آ، پ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ) با تبدیل یک مادهٔ خام مثل نفت به مواد فراوری‌شده مثل بنزین و سولفوریک اسید، می‌توان از خام‌فروشی آن ماده جلوگیری کرد.

ب) خام‌فروشی برای منابع معدنی مانند سنگ معدن آهن، مس، روی و حتی برای منابع کشاورزی مانند پنبه نیز صادق است.

پ) فناوری جداسازی و خالص‌سازی مواد، از جمله فناوری‌های پیشرفته، گران، پرکاربرد و در عین حال کارآفرین و درآمدزا به شمار می‌رود.

ت) درصد خلوص هر مادهٔ شیمیایی، بر روی قیمت تمام‌شدهٔ آن ماده تأثیرگذار است. در واقع، قیمت هر ماده با درصد خلوص آن، رابطهٔ مستقیم دارد.

۹۱۴- گزینه ۴ بنزین، سولفوریک اسید، اتیلن گلیکول و آمونیاک، از جمله فراورده‌های تولیدشده در صنایع پتروشیمیایی هستند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) با توجه به توزیع غیریکنواخت منابع شیمیایی در جهان، برخی از کشورها صادرکنندهٔ این منابع و برخی دیگر واردکنندهٔ آن‌ها هستند.

۲) با استفاده از فناوری‌های شیمیایی، مواد خام و اولیه را می‌توان به فراورده‌های دیگر تبدیل کرد و با قیمت بالاتری به فروش رساند.

۳) تفاوت قیمت میان مس خالص و سنگ معدن مس، نشان‌دهندهٔ ارزش بالای دانش و فناوری مربوط به استخراج و خالص‌سازی است.

۹۱۵- گزینه ۳ عبارت‌های آ، ب و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ) مواد خام با استفاده از انرژی، آب، فناوری و نیروی انسانی، به مواد اولیه و پرکاربرد در صنایع تبدیل می‌شوند و این مواد نیز مجدداً با استفاده از آب، انرژی، فناوری شیمیایی و نیروی انسانی، به فراوردهٔ هدف تبدیل می‌شوند.

ب) قیمت تمام‌شدهٔ هر لیتر اتیلن گلیکول خالص بیشتر از قیمت تمام‌شدهٔ هر لیتر متانول خالص است.

پ) نفت خام یک مادهٔ فراوری‌نشده است، در حالی که متانول و اتانول از جمله فراورده‌های حاصل از فراوری نفت خام محسوب می‌شوند.

ت) فناوری، معادل با به کار بردن دانش برای حل یک مسئله بوده و همواره با ساخت و یا استفاده از یک وسیله همراه است.

۹۱۶- گزینه ۴ آلکن‌ها برای تبدیل‌شدن به کربوکسیلیک اسیدها، ابتدا باید به الکل‌ها تبدیل شوند و امکان تبدیل مستقیم آن‌ها به کربوکسیلیک اسید وجود ندارد.

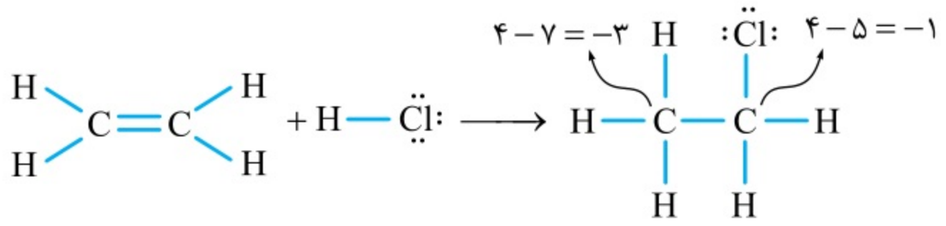
بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) مواد خام و اولیه، موادی مانند نمک، سنگ معدن، نفت خام و هوا هستند که فراوری‌نشده بوده و با استفاده از آن‌ها می‌توان مواد شیمیایی جدید تولید کرد.

۲) سنتز یک فرایند شیمیایی هدفمند است که در آن با استفاده از مواد شیمیایی ساده‌تر، مواد شیمیایی دیگر را تولید می‌کنند.

۳) اغلب مواد آلی، شامل یک یا چند گروه عامل هدفمند می‌شوند که خواص شیمیایی و ویژگی‌های رفتاری آن‌ها را تعیین می‌کنند.

۹۱۷- گزینه ۳ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است:



عبارت‌های آ، پ و ت درست است.

بررسی چهار عبارت:

آ کلرو اتان تولیدشده در این فرایند، یک ترکیب شیمیایی نامتقارن و قطبی با گشتاور دوقطبی بزرگ‌تر از صفر است.

ب چون در ساختار کلرو اتان پیوند $(C=C)$ وجود ندارد، از این ترکیب نمی‌توان برای تولید پلیمر سازندهٔ کیسهٔ خون (پلی‌وینیل کلرید) استفاده کرد.

پ در هر مولکول کلرو اتان، سه جفت‌الکترون ناپیوندی وجود دارد. در هر مولکول آمونیاک (NH_3) نیز سه جفت‌الکترون پیوندی وجود دارد.

ت عدد اکسایش اتم کربن متصل به کلر در ساختار کلرو اتان، مشابه عدد اکسایش اتم‌های کربن در مولکول‌های ۱، ۲ـ دی‌برمو اتان است.

۹۱۸- گزینه ۲ سنتز مواد نو از جمله رنگدانه‌ها، خوشبوکننده‌ها، داروهای ضدسرطان، الیاف و مواد هوشمند، از جمله فناوری‌های شیمیایی به شمار می‌رود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

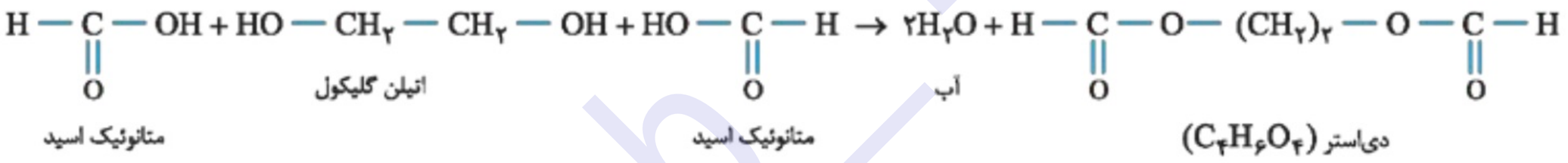
۱) عدد اکسایش اتم‌های کربن در اتن برابر ۲− است. طی واکنش این ماده با گاز کلر، عدد اکسایش یکی از اتم‌های کربن آن به ۳− کاهش پیدا می‌کند و عدد اکسایش اتم کربن دیگر آن به ۱− افزایش پیدا می‌کند.

۳) فراوردهٔ واکنش اتن (C_2H_4) با آب، اتانول (C_2H_5OH) است؛ پس داریم:

$$C_2H_4 : 0 = 2x + 4\times(+1) \Rightarrow 2x = -4$$

$$C_2H_5OH : 0 = 2x + 6\times(+1) + 1\times(-2) \Rightarrow 2x = -4$$

۴) واکنش موردنظر به صورت زیر است:



۹۱۹- گزینه ۴ همهٔ عبارت‌های داده‌شده درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ سنتز را می‌توان کانون بسیاری از فناوری‌های شیمیایی دانست که منجر به تولید و طراحی مواد جدید می‌شود.

ب از واکنش میان اتن و آب در حضور سولفوریک اسید (H_2SO_4)، اتانول تولید می‌شود. اتانول تولیدشده، به عنوان ضدعفونی‌کننده مورد استفاده قرار می‌گیرد.

پ تولید یک مادهٔ آلی جدید می‌تواند با تغییر ساختار و یا ایجاد یک یا چند گروه عاملی جدید همراه باشد.

ت واکنش بین اتانول و استیک اسید به صورت مقابل است:

$$C_2H_5OH + CH_3COOH \rightarrow CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$

اتیل استات (اتیل اتانوات) تولیدشده در این فرایند دارای ۴ اتم کربن بوده و از آن به عنوان حلال چسب‌ها استفاده می‌شود.

۹۲۰- گزینه ۱ با توجه به اطلاعات داده‌شده و به کمک قانون گازها، شمار مول‌های گاز اتن را محاسبه می‌کنیم:

$$PV = nRT \Rightarrow \frac{n_2}{n_1} = \frac{P_2\times V_2\times T_1}{P_1\times V_1\times T_2} \Rightarrow \frac{n_2}{1} = \frac{5\times 80\times 273}{1\times 22/4\times(273+117)} \Rightarrow n_2 = 12/5\ mol$$

واکنش تولید پلی‌اتن از گاز اتن به صورت مقابل است:

$$n(C_2H_4) \rightarrow (C_2H_4)_n$$

با توجه به معادلهٔ این واکنش، کل گاز اتن مصرف‌شده به فراورده تبدیل می‌شود. از آن‌جا که بازده درصدی واکنش برابر ۶۰ درصد است، پس می‌توان گفت جرم پلی‌اتن تولیدشده، ۰/۶ برابر جرم نمونهٔ گاز اتن است.

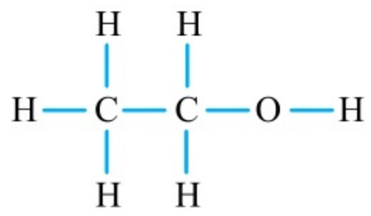
$$?\,g\ \text{پلی‌اتن} = 12/5\ mol\ C_2H_4 \times \frac{1\ mol\ \text{پلی‌اتن}}{n\ mol\ C_2H_4} \times \frac{28n\ g\ \text{پلی‌اتن}}{1\ mol\ \text{پلی‌اتن}} \times \frac{60\ g\ \text{مقدار عملی}}{100\ g\ \text{مقدار نظری}} = 210\ g$$

۹۲۱- گزینه ۲ با توجه به روند تولید مواد شیمیایی، ترکیبات A، B و C به ترتیب معادل با اتان (C_2H_6)، کلرو اتان (C_2H_5Cl) و اتانول (C_2H_5OH) هستند. بر این اساس، عبارت‌های ب و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ اتان در دمای اتاق به حالت گاز دیده می‌شود؛ در حالی که از گاز اتن (C_2H_4) به عنوان عمل‌آورنده در کشاورزی استفاده می‌شود.

ب گشتاور دوقطبی کلرو اتان بزرگ‌تر از صفر و گشتاور دوقطبی گاز اتان برابر صفر است.



پ اتانول به هر نسبتی در آب حل شده و در هر مولکول آن نیز ۸ پیوند اشتراکی وجود دارد.

ت چون جرم مولی اتانول بیشتر از جرم مولی اتان است، در شرایط یکسان، بخار اتانول چگالی بیشتری نسبت به گاز اتان دارد.

۹۲۲- گزینهٔ ۲ واکنش گاز اتن با گاز HCl به صورت مقابل است:

$$C_2H_4(g) + HCl(g) \rightarrow C_2H_5Cl(g)$$

با توجه به معادلهٔ این واکنش، ابتدا شمار مول‌های گاز HCl را محاسبه کرده و پس از آن، غلظت محلول هیدروکلریک اسید را به دست می‌آوریم.

$$?\,mol\,HCl = 14\,g\,C_2H_4 \times \frac{1\,mol\,C_2H_4}{28\,g\,C_2H_4} \times \frac{1\,mol\,HCl}{1\,mol\,C_2H_4} = 0/5\,mol \Rightarrow [HCl] = \frac{0/5\,mol}{1\,L} = 0/5\,mol.L^{-1}$$

در مرحلهٔ بعد، غلظت محلول سدیم هیدروکسید را محاسبه می‌کنیم.

$$[OH^-] = 10^{pH-14} \Rightarrow [OH^-] = 10^{10/3-14} = 10^{-3/7} = 2\times10^{-4}\ mol.L^{-1} \xrightarrow{\alpha=1} [NaOH] = 2\times10^{-4}\ mol.L^{-1}$$

در مرحلهٔ آخر، حجم محلول هیدروکسید مورد نیاز را با استفاده از رابطهٔ $M_a \times n_a \times V_a = M_b \times n_b \times V_b$ به دست می‌آوریم:

$$M_a \times n_a \times V_a = M_b \times n_b \times V_b \Rightarrow 0/5\times1\times1 = 0/0002\times1\times V_b \Rightarrow V_b = 2500\,mL = 2/5\,L$$

۹۲۳- گزینهٔ ۱ در ساختار پلی‌اتن، همانند ساختار اتن، هر اتم کربن به دو اتم هیدروژن متصل شده و عدد اکسایش آن برابر ۲− است؛ پس واکنش تولید پلی‌اتن در دستهٔ واکنش‌های اکسایش ـ کاهش قرار نمی‌گیرد.

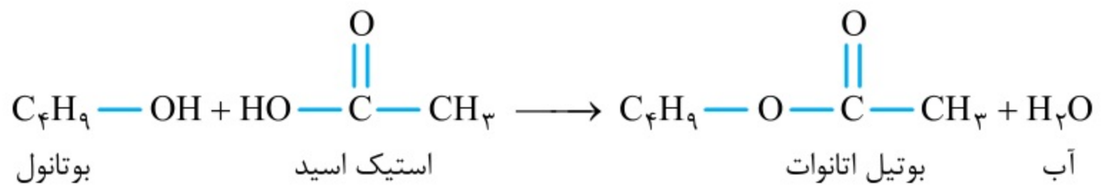
بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ واکنش پلیمری‌شدن اتن، در دماها و فشارهای بالا انجام شده و از فراوردهٔ تولیدشده در آن (پلی‌اتن) برای تولید برخی پلاستیک‌ها استفاده می‌شود.

۳ در پلی‌اتن، همانند گاز اتن، نسبت میان شمار اتم‌های هیدروژن به شمار اتم‌های کربن برابر با ۲ است.

۴ چون ساختار پلی‌اتن مشابه آلکان‌ها بوده و در آن هیچ پیوند دوگانه‌ای دیده نمی‌شود، این ماده تمایلی به انجام واکنش با سایر مواد ندارد.

۹۲۴- گزینهٔ ۲ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است:



عبارت‌های آ و پ درست هستند.

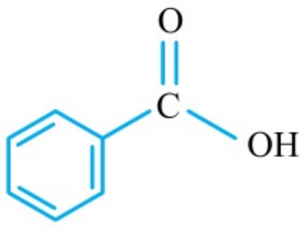
بررسی چهار عبارت:

آ واکنش تولید بوتیل اتانوات در دستهٔ واکنش‌های سنتز قرار دارد و به ازای مصرف هر مولکول بوتانول در آن، یک مولکول H_2O تولید می‌شود.

ب در هر مولکول بوتیل اتانوات، همانند هر مولکول بنزن، ۶ اتم کربن وجود دارد؛ در حالی که به جای این ماده، از اتیل بوتانوات برای تولید شوینده با بوی آناناس استفاده می‌شود.

پ سولفوریک اسید، کاتالیزگر واکنش تولید استرها بوده و با به کار بردن آن، انرژی فعال‌سازی واکنش تولید استرها کاهش پیدا می‌کند.

ت ساختار مولکول بنزوئیک اسید به صورت مقابل است:



همان‌طور که مشخص است، در هر مولکول بنزوئیک اسید، برخلاف هر مولکول بوتیل اتانوات، دو مورد از اتم‌های کربن به هیچ اتم هیدروژنی متصل نشده‌اند.

۹۲۵- گزینهٔ ۲ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است:

$$C_2H_5OH + CH_3COOH \rightarrow C_4H_8O_2 + H_2O$$

با توجه به معادلهٔ این واکنش، جرم استر (اتیل اتانوات) تولیدشده و جرم استیک اسید مصرف‌شده را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,g\,C_4H_8O_2 = 200\,mL\,\text{اتانول} \times \frac{0/92\,g\,\text{اتانول}}{1\,mL\,\text{اتانول}} \times \frac{1\,mol\,\text{اتانول}}{46\,g\,\text{اتانول}} \times \frac{1\,mol\,C_4H_8O_2}{1\,mol\,\text{اتانول}} \times \frac{88\,g\,C_4H_8O_2}{1\,mol\,C_4H_8O_2} = 352\,g$$

$$?\,g\,CH_3COOH = 200\,mL\,\text{اتانول} \times \frac{0/92\,g\,\text{اتانول}}{1\,mL\,\text{اتانول}} \times \frac{1\,mol\,\text{اتانول}}{46\,g\,\text{اتانول}} \times \frac{1\,mol\,CH_3COOH}{1\,mol\,\text{اتانول}} \times \frac{60\,g\,CH_3COOH}{1\,mol\,CH_3COOH} = 240\,g$$

در مرحلهٔ بعد، با توجه به جرم استیک اسید مصرف‌شده، غلظت محلول استیک اسید را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,g\,\text{محلول} = 250\,L\,\text{محلول} \times \frac{1000\,mL\,\text{محلول}}{1\,L\,\text{محلول}} \times \frac{1/2\,g\,\text{محلول}}{1\,mL\,\text{محلول}} = 3\times10^5\ g$$

$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم حلال}} \times 10^6 \Rightarrow ppm = \frac{240\,g}{3\times10^5\,g} \times 10^6 = 800$$

۹۲۶- گزینهٔ ۳ برای محاسبهٔ مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن در کلرو اتان (C_2H_5Cl) و یون استات (CH_3COO^-) به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$C_2H_5Cl: 0 = 2x + 5\times(+1) + 1\times(-1) \Rightarrow 2x = -4 \qquad CH_3COO^-: -1 = 2x + 2\times(-2) + 3\times(+1) \Rightarrow 2x = 0$$

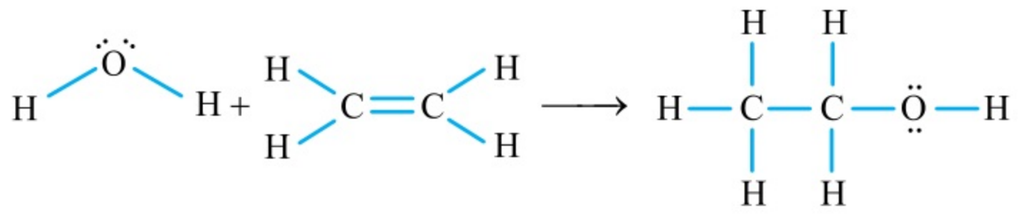
بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) شیمی‌دان‌ها با استفاده از دانش مربوط به ساختار و رفتار گروه‌های عاملی و دانستن عوامل مؤثر بر واکنش‌ها، سعی در سنتز مواد شیمیایی جدید می‌کنند.

۲) با افزایش تنوع و تعداد گروه‌های عاملی موجود در یک مولکول، ساخت آن مولکول دشوارتر بوده و به دانش پیشرفته و فناوری کارآمدتری نیاز دارد.

۴) بازده واکنش، هزینهٔ مواد و مقدار انرژی مصرفی در مراحل سنتز یک مادهٔ آلی، به نوع واکنش و فناوری به کار رفته در آن واکنش بستگی دارد.

۹۲۷- گزینه۲ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است:



طی این فرایند، یک پیوند $(C=C)$ و یک پیوند $O-H$ شکسته شده و یک پیوند $C-O$، یک پیوند $C-H$ و یک پیوند $C-C$ تشکیل می‌شود؛ پس داریم:

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = \text{مجموع } \Delta H \text{ پیوندهای تشکیل‌شده} - \text{مجموع } \Delta H \text{ پیوندهای شکسته‌شده}$$

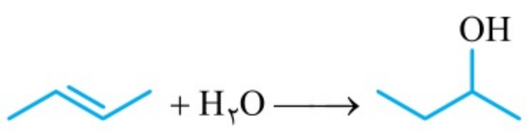
$$\Rightarrow \Delta H_{\text{واکنش}} = (\Delta H_{(C=C)} + \Delta H_{(O-H)}) - (\Delta H_{(C-C)} + \Delta H_{(C-O)} + \Delta H_{(C-H)})$$

$$\Rightarrow \Delta H_{\text{واکنش}} = (۶۱۶ + ۴۶۳) - (۳۴۸ + ۳۵۸ + ۴۱۵) = -۴۲ \text{ kJ}$$

در مرحلهٔ بعد، مقدار انرژی آزادشده به ازای تولید ۱۳۸ g اتانول را محاسبه می‌کنیم:

$$?\text{kJ انرژی} = ۱۳۸\text{ g اتانول} \times \frac{۱\text{ mol اتانول}}{۴۶\text{ g اتانول}} \times \frac{۴۲\text{ kJ انرژی}}{۱\text{ mol اتانول}} = ۱۲۶\text{ kJ}$$

۹۲۸- گزینه۳ عبارت‌های آ، ب و ت درست هستند.



بررسی چهار عبارت:

آ) واکنش میان ۲ـ بوتن و آب به صورت مقابل است:

ب) با استفاده از فناوری‌های شیمیایی، الکل‌ها را می‌توان به کتون‌ها، آلدهیدها، کربوکسیلیک اسیدها و آمین‌ها تبدیل کرد.

پ) اتانوئیک اسید مورد نیاز برای تولید اتیل اتانوات را نمی‌توانیم به طور مستقیم از اکسایش مولکول‌های اتن به دست بیاوریم.

ت) فراوان‌ترین گاز موجود در هواکره، نیتروژن (N_2) است. با توجه به برابربودن جرم مولی گازهای نیتروژن و اتن $(28\ g.mol^{-1})$، در شرایط یکسان، چگالی این گازها برابر با هم است. *مثلاً چگالی این گازها* در شرایط STP، برابر با $1/25\ g.L^{-1}$ است.



۹۲۹- گزینه۳ واکنش موردنظر به صورت مقابل است:

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) الکل مورد استفاده برای سنتز بوتیل پروپانوات، بوتانول است. برای سنتز بوتانول (C_4H_9OH)، مولکول‌های ۱ـ بوتن و آب را با یکدیگر وارد واکنش می‌کنند.

۲) از واکنش میان اتن و آب، اتانول تولید می‌شود. اتانول حاصل از این فرایند، یک ترکیب آلی فرار و بی‌رنگ بوده و همانند روغن‌های گیاهی، یک سوخت سبز است.

۴) در واکنش هیدروژن‌دارشدن آلکن‌ها (مثل اتن) و تبدیل آن‌ها به آلکان‌ها (مثل اتان)، از فلز نیکل به عنوان کاتالیزگر استفاده می‌شود.

۹۳۰- گزینه۴ واکنش تولید اتانول (واکنش I) و واکنش تولید اتیل استات (واکنش II) به صورت زیر است:

$$I)\ C_2H_4 + H_2O \rightarrow C_2H_5OH$$

$$II)\ C_2H_5OH + CH_3COOH \rightarrow CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$

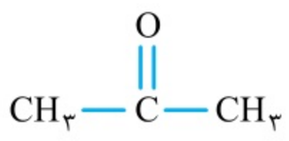
با توجه به هم‌ارزی واکنش‌ها، به ازای مصرف هر مول گاز اتن، یک مول اتیل استات تولید می‌شود؛ پس داریم:

$$?\text{g اتن ناخالص} = ۱۳۲\text{ g اتیل استات} \times \frac{۱\text{ mol اتیل استات}}{۸۸\text{ g اتیل استات}} \times \frac{۱\text{ mol اتن}}{۱\text{ mol اتیل استات}} \times \frac{۲۶\text{ g اتن}}{۱\text{ mol اتن}} \times \frac{۱۰۰\text{ g اتن ناخالص}}{۳۹\text{ g اتن}} = ۱۰۰\text{ g}$$

۹۳۱- گزینه۳ عبارت‌های آ، ب و ت درست هستند.

بررسی پنج عبارت:

آ) استون، حلال رنگ‌ها، لاک‌ها و انواع چربی‌ها بوده و ساختار آن به صورت مقابل است:



همان‌طور که مشخص است، استون یک نوع کتون بوده و مولکول‌های آن بر اثر اکسایش الکل‌ها به دست می‌آیند.

ب) از اکسایش اتانول، استیک اسید حاصل شده و از واکنش میان اتانول و استیک اسید نیز اتیل استات به دست می‌آید.

پ) برم (Br_2)، یک مادهٔ ناقطبی است اما از واکنش آن با گاز اتن، مولکول‌های ۱، ۲ـ دی‌برمو اتان با $\mu > 0$ حاصل می‌شوند.

ت) واکنش‌دهنده‌های مورد نیاز برای سنتز آمیدها، کربوکسیلیک اسیدها و آمین‌ها هستند. هم کربوکسیلیک‌ها و هم آمیدها، به کمک فناوری‌های شیمیایی و با استفاده از الکل‌ها تولید می‌شوند.

ث) مقایسهٔ درصد جرمی اتم‌های کلر در مولکول‌های وینیل کلرید (C_2H_3Cl)، کلروفرم $(CHCl_3)$ و کلرو اتان (C_2H_5Cl) به صورت زیر است:

$$\text{درصد جرمی اتم کلر در ترکیب: } CHCl_3 > C_2H_3Cl > C_2H_5Cl$$

۹۳۲- گزینه ۳ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است:

$$C_2H_4(g) + H_2O(g) \rightarrow C_2H_5OH(g)$$

ابتدا مقدار نظری اتانول تولیدشده را محاسبه می‌کنیم و پس از آن، با استفاده از مقدار عملی اتانول تولیدشده، بازده درصدی واکنش را به دست می‌آوریم:

$$?\,g\ \text{اتانول} = 70\,g\,C_2H_4 \times \frac{1\,mol\,C_2H_4}{28\,g\,C_2H_4} \times \frac{1\,mol\ \text{اتانول}}{1\,mol\,C_2H_4} \times \frac{46\,g\ \text{اتانول}}{1\,mol\ \text{اتانول}} = 115\,g$$

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 \Rightarrow \text{بازده درصدی} = \frac{92}{115} \times 100 = 80 \text{ درصد}$$

برای محاسبهٔ بازده درصدی واکنش *از یه روش دیگه* هم می‌توانیم استفاده کنیم:

$$\frac{\text{جرم اتن} \times \frac{\text{بازده درصدی}}{100}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{\text{جرم اتانول}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{70 \times \frac{x}{100}}{28 \times 1} = \frac{92}{46 \times 1} \Rightarrow x = 80 \text{ درصد}$$

طی این فرایند، ۹۲ گرم اتانول (معادل با ۲ مول اتانول) در مدت ۳۰۰ ثانیه (معادل با ۵ دقیقه) تولید شده است؛ پس داریم:

$$\bar{R}_{\text{اتانول}} = \frac{\Delta n_{\text{اتانول}}}{\Delta t} \Rightarrow \bar{R}_{\text{اتانول}} = \frac{2\,mol}{5\,min} = 0/4\,mol.min^{-1}$$

۹۳۳- گزینه ۲ مولکول‌های A و B به ترتیب معادل با هیدروژن و اتانول هستند. اتانول برخلاف هیدروژن از مولکول‌های قطبی تشکیل شده و ذرات سازندهٔ آن در حضور میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا می‌کنند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) فراوردهٔ C معادل با پلی‌اتن با فرمول C_nH_{2n} است. از آن‌جا که نسبت میان تعداد اتم‌های H به تعداد اتم‌های C در پلی‌اتن با سیکلوهگزان (C_6H_{12}) برابر است، درصد جرمی کربن در این دو ترکیب با هم برابر می‌شود.

۳) ترکیب D معادل با اتیل متانوات $(C_4H_6O_2)$ است که در آن ۱۱ پیوند اشتراکی وجود دارد در حالی که در اتان ۷ پیوند اشتراکی وجود دارد.

۴) در ترکیب D (اتیل متانوات)، گروه عاملی استری وجود دارد. در ترکیبی که عامل ایجادکنندهٔ بوی یاسمن است نیز گروه عاملی استری وجود دارد؛ در حالی که کولار یک پلی‌آمید است و در ساختار آن، گروه عاملی استری وجود ندارد.

۹۳۴- گزینه ۴ با توجه به معادلهٔ واکنش، حجم گاز HCl مصرف‌شده و شمار مول‌های اتن مصرف‌شده را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,L\,HCl = 11\,kJ\ \text{انرژی} \times \frac{1\,mol\,HCl}{44\,kJ\ \text{انرژی}} \times \frac{22/4\,L\,HCl}{1\,mol\,HCl} = 5/6\,L$$

$$?\,mol\,C_2H_4 = 11\,kJ\ \text{انرژی} \times \frac{1\,mol\,C_2H_4}{44\,kJ\ \text{انرژی}} = 0/25\,mol$$

در مرحلهٔ آخر سرعت متوسط مصرف گاز اتن را در طول بازهٔ زمانی ۵ دقیقه‌ای محاسبه می‌کنیم.

$$\bar{R}_{\text{اتن}} = \frac{\Delta n_{\text{اتن}}}{\Delta t} \Rightarrow \bar{R}_{\text{اتن}} = \frac{0/25\,mol}{5\,min \times \frac{1h}{60\,min}} = 3\,mol.h^{-1}$$

۹۳۵- گزینه ۲ عبارت‌های ب و ت نادرست است.

بررسی چهار عبارت:

آ) محلول ترفتالیک اسید، خاصیت اسیدی داشته و pH آن کم‌تر از ۷ است. در حالی که محلول اتیلن گلیکول خاصیت اسیدی نداشته و pH آن برابر ۷ است.

ب) دی‌الکل مورد استفاده برای سنتز PET، اتیلن گلیکول است که در ساختار هر مولکول آن ۹ پیوند اشتراکی وجود دارد.

پ) پلی‌اتیلن ترفتالات یک پلی‌استر و کولار یک پلی‌آمید است.

ت) برای تولید بطری‌های آب، پلی‌اتیلن ترفتالات تولیدشده را به همراه برخی از افزودنی‌های خاص، در قالب‌های ویژه می‌ریزند.

۹۳۶- گزینه ۱ فرمول شیمیایی ترکیب داده‌شده، همانند فرمول شیمیایی ترفتالیک اسید، به صورت $C_8H_6O_4$ است. چون فرمول شیمیایی این دو ترکیب یکسان است، اما ساختار آن‌ها متفاوت است، پس این دو ترکیب نسبت به هم ایزومر هستند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) واکنش سوختن ترفتالیک اسید به صورت مقابل است:

$$2C_8H_6O_4 + 15O_2 \rightarrow 16CO_2 + 6H_2O$$

با توجه به معادلهٔ این واکنش، برای سوزاندن کامل هر مول ترفتالیک اسید، به ۷/۵ مول گاز O_2 نیاز است.

۳) *مطابق با توضیحات درس‌نامه*، حداکثر عدد اکسایش اتم‌های کربن در ترفتالیک اسید، برابر با +۳ و مربوط به اتم‌های کربن موجود در گروه عاملی کربوکسیل است.

۴) ساختار پلی‌اتیلن ترفتالات، به ازای هر ۱۰ اتم کربن موجود در ساختار واحد تکرارشونده، ۴ مورد از اتم‌های کربن به هیچ اتم هیدروژنی متصل نیستند.

۹۳۷- گزینه ۴ واکنش تولید پلی‌اتیلن ترفتالات به صورت مقابل است:

$$n(C_2H_6O_2) + n(C_8H_6O_4) \rightarrow (C_{10}H_8O_4)_n + 2nH_2O$$

به ازای مصرف n مول اتیلن گلیکول (معادل با 62n گرم اتیلن گلیکول) و n مول ترفتالیک اسید (معادل با 166n گرم ترفتالیک اسید)، یک مول پلی‌اتیلن ترفتالات به جرم 192n گرم تولید می‌شود؛ پس می‌توان گفت به ازای 104n گرم تفاوت جرم در واکنش‌دهنده‌ها، یک مول پلی‌اتیلن ترفتالات تولید می‌شود.

بر این اساس، داریم:

$$\text{پلی‌اتیلن ترفتالات ؟ g} = \text{۱۳۰ g تفاوت جرم} \times \frac{\text{۱ mol پلی‌اتیلن ترفتالات}}{\text{۱۰۴n g تفاوت جرم}} \times \frac{\text{۱۹۲n g پلی‌اتیلن ترفتالات}}{\text{۱ mol پلی‌اتیلن ترفتالات}} = \text{۲۴۰ g}$$

۹۳۸- گزینه ۱ فقط عبارت ب درست است.

بررسی چهار عبارت:

أ ابتدا شمار مول‌های ترفتالیک اسید $(C_8H_6O_4)$ را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\,C_8H_6O_4 = \text{۱۰ g ناخالص } C_8H_6O_4 \times \frac{\text{۸۳ g } C_8H_6O_4}{\text{۱۰۰ g ناخالص } C_8H_6O_4} \times \frac{\text{۱ mol } C_8H_6O_4}{\text{۱۶۶ g } C_8H_6O_4} = \text{۰/۰۵ mol}$$

معادلهٔ واکنش ترفتالیک اسید (اسید دوعاملی) با سدیم هیدروکسید به صورت مقابل است: $C_8H_6O_4 + 2NaOH \rightarrow C_8H_4O_4Na_2 + 2H_2O$

ابتدا غلظت محلول سدیم هیدروکسید را محاسبه می‌کنیم و پس از آن حجم محلول سدیم هیدروکسید مورد نیاز برای واکنش با ترفتالیک اسید را به دست می‌آوریم:

$$[OH^-] = 10^{pH-14} \Rightarrow [OH^-] = 10^{13/7-14} = 10^{-0/3} = 0/5\ mol.L^{-1} \xrightarrow{\alpha=1} [NaOH] = 0/5\ mol.L^{-1}$$

$$?\,mL\ \text{محلول NaOH} = 0/05\ mol\,C_8H_6O_4 \times \frac{2\ mol\,NaOH}{1\ mol\,C_8H_6O_4} \times \frac{1\ L\ \text{محلول NaOH}}{0/5\ mol\,NaOH} \times \frac{1000\ mL\ \text{محلول NaOH}}{1\ L\ \text{محلول NaOH}} = 200\ mL$$

ب در پلی‌اتیلن ترفتالات با فرمول شیمیایی $(C_{10}H_8O_4)_n$، همانند نفتالن $(C_{10}H_8)$، نسبت میان شمار اتم‌های هیدروژن به کربن برابر ۰/۸ است.

پ تفاوت جرم مولی اتیلن گلیکول $(62\ g.mol^{-1})$ و ترفتالیک اسید $(166\ g.mol^{-1})$ بیشتر از جرم مولی فراوان‌ترین ترکیب سازندهٔ هواکره (CO_2) است.

ت چون نسبت میان تعداد اتم‌های کربن به تعداد اتم‌های هیدروژن در ترفتالیک اسید $(C_8H_6O_4)$ با مقدار این نسبت در بنزوئیک اسید $(C_7H_6O_2)$ برابر نیست، پس نسبت میان درصد جرمی اتم‌های کربن به درصد جرمی اتم‌های هیدروژن نیز در این دو ترکیب برابر نخواهد بود.

۹۳۹- گزینه ۴ چون در یک نمونه از پلی‌اتیلن ترفتالات، هیچ اتم هیدروژنی که به یکی از اتم‌های F، O و یا N متصل باشد وجود ندارد، بین مولکول‌های این ماده، برخلاف مولکول‌های ترفتالیک اسید، امکان برقراری پیوند هیدروژنی وجود ندارد.

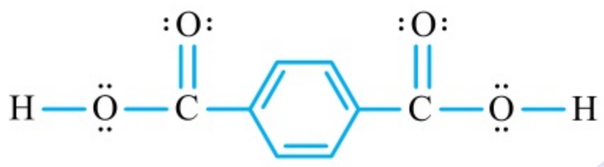
بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ هر مول ترفتالیک اسید (اسید دوعاملی) با ۲ مول از یک الکل تک‌عاملی با فرمول شیمیایی C_4H_8O و جرم مولی $60\ g.mol^{-1}$ به طور کامل واکنش می‌دهد.

۲ در هر مولکول ترفتالیک اسید، ۵ پیوند دوگانه (۳ پیوند $C=C$ و ۲ پیوند $C=O$) و در هر مولکول نفتالن نیز ۵ پیوند دوگانهٔ $C=C$ وجود دارد.

۳ در هر مولکول ترفتالیک اسید، ۸ جفت‌الکترون ناپیوندی و در هر مولکول اتیلن گلیکول، ۴ جفت‌الکترون ناپیوندی وجود دارد.

۹۴۰- گزینه ۲ ساختار ترفتالیک اسید، به صورت مقابل است:



برای محاسبهٔ شمار پیوندهای اشتراکی در این مولکول، به روش زیر عمل می‌کنیم:

$$\text{تعداد پیوندهای اشتراکی} = \frac{\text{۴×تعداد اتم C} + \text{۲×تعداد اتم O} + \text{۱×تعداد اتم H}}{2} = \frac{4\times8 + 2\times4 + 1\times6}{2} = 23$$

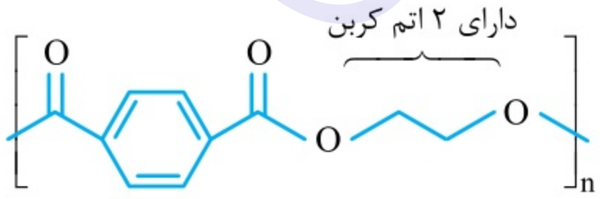
فرمول شیمیایی پلیمر حاصل از واکنش ترفتالیک اسید با اتیلن گلیکول (پلی‌اتیلن ترفتالات) به صورت $(C_{10}H_8O_4)_n$ است، پس داریم:

$$\text{درصد جرمی کربن در پلی‌اتیلن ترفتالات} = \frac{\text{۱۰n×جرم مولی C}}{\text{جرم مولی پلیمر}} \times 100 = \frac{10n\times12}{192n} \times 100 = 62/5\ \text{درصد}$$

۹۴۱- گزینه ۴ عبارت‌های ب، پ و ت درست است.

بررسی چهار عبارت:

أ ساختار واحد تکرارشونده در پلی‌اتیلن ترفتالات به صورت مقابل است:

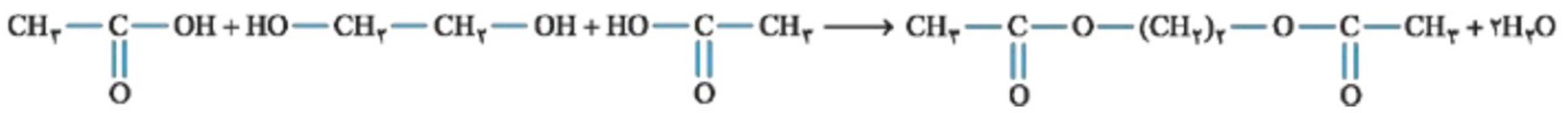


ب از محلول همگن اتیلن گلیکول در آب، به عنوان ضدیخ موجود در رادیاتور خودروها استفاده می‌شود.

پ ترفتالیک اسید، یک اسید دوعاملی است و از آن می‌توان برای سنتز پلی‌آمیدها یا پلی‌استرها استفاده کرد.

ت یک نمونه از PET با n واحد تکرارشونده، از واکنش میان n مولکول دی‌الکل و n مولکول دی‌اسید تولید شده و طی این فرایند، 2n مولکول آب نیز حاصل می‌شود.

۹۴۲- گزینه ۳ آشناترین عنصر خانوادهٔ کربوکسیلیک اسیدها، استیک اسید است. این اسید براساس معادلهٔ زیر با اتیلن گلیکول واکنش می‌دهد:



فرمول شیمیایی دی‌استر تولیدشده در این فرایند به صورت $C_6H_{10}O_4$ است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) فرمول شیمیایی ترفتالیک اسید، به صورت $C_8H_6O_4$ است. با جایگزین‌کردن یکی از اتم‌های هیدروژن $(H-)$ این مولکول با گروه متیل $(-CH_3)$، ترکیبی با فرمول $C_9H_8O_4$ به دست می‌آید. از آن‌جا که فرمول شیمیایی ترکیب حاصل‌شده مشابه فرمول شیمیایی ترکیب داده‌شده در صورت سؤال است، این دو ترکیب، ایزومر یکدیگر محسوب می‌شود.

۲) در هر مولکول ترفتالیک اسید، همانند هر مولکول بوتان، ۱۳ پیوند اشتراکی یگانه بین اتم‌ها وجود دارد.

۴) در مولکول کلسترول، یک گروه عاملی هیدروکسیل $(-OH)$ و در هر مولکول اتیلن گلیکول، ۲ گروه عاملی هیدروکسیل وجود دارد.

۹۴۳- گزینه ۳ *مطابق با توضیحات درس‌نامه* عدد اکسایش دو مورد از اتم‌های کربن موجود در پارازایلن برابر صفر است، در حالی که در ساختار بنزوئیک اسید، فقط عدد اکسایش یک مورد از اتم‌های کربن برابر صفر است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) جرم مولکول‌های پارازایلن (C_8H_{10})، به اندازهٔ جرم دو اتم کربن و چهار اتم هیدروژن (C_2H_4) بیشتر از جرم مولکول‌های بنزن (C_6H_6) است.

۲) پارازایلن، بنزن، اتن و پروپین، از جمله هیدروکربن‌هایی هستند که به طور مستقیم از تقطیر نفت خام به دست می‌آیند.

۴) در هر مولکول پارازایلن، همانند هر مولکول چهارمین عضو خانوادهٔ آلکان‌ها (بوتان)، ۱۰ اتم هیدروژن وجود دارد.

۹۴۴- گزینه ۲ عبارت‌های ب و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ) عدد اکسایش دو مورد از اتم‌های کربن موجود در پارازایلن (اتم‌های کربن متصل به گروه‌های متیل) برابر صفر است.

ب) در ساختار پارازایلن، همانند مولکول‌های ۲، ۳ ـ دی‌متیل‌بوتان، ۵ پیوند یگانهٔ کربن ـ کربن $(C-C)$ وجود دارد.

پ) پارازایلن یک ترکیب آروماتیک (دارای حلقهٔ بنزنی) است که در ساختار آن ۲۱ پیوند اشتراکی وجود دارد.

ت) عدد اکسایش ۴ مورد از اتم‌های کربن موجود در پارازایلن، همانند همهٔ اتم‌های کربن موجود در بنزن، برابر -1 است.

۹۴۵- گزینه ۱ واکنش تولید پلی‌اتیلن ترفتالات به صورت مقابل است: $n(C_8H_6O_4)+n(C_2H_6O_2) \rightarrow (C_{10}H_8O_4)_n+2nH_2O$

با توجه به معادلهٔ این واکنش، مقدار ترفتالیک اسید مصرف‌شده را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\,C_8H_6O_4 = 14/4\,g\,H_2O \times \frac{1\,mol\,H_2O}{18\,g\,H_2O} \times \frac{n\,mol\,C_8H_6O_4}{2n\,mol\,H_2O} = 0/4\,mol$$

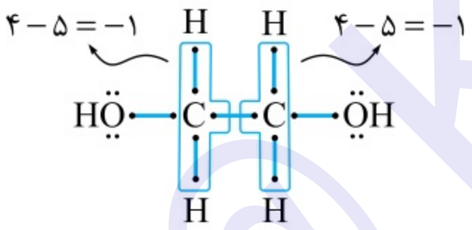
از اکسایش هر مول پارازایلن، یک مول ترفتالیک اسید تولید می‌شود و طی این فرایند، عدد اکسایش دو مورد از اتم‌های کربن موجود در ساختار پارازایلن از -3 به $+3$ می‌رسد؛ پس به ازای اکسایش هر مول ترفتالیک اسید، ۱۲ مول الکترون در این فرایند مبادله می‌شود. در این شرایط داریم:

$$?\,e^- \text{ تعداد} = 0/4\,mol\,C_8H_6O_4 \times \frac{12\,mol\,e^-}{1\,mol\,C_8H_6O_4} \times \frac{\text{تعداد } e^-}{1\,mol\,e^-} = 2/88 \times 10^{24}\,e^-$$

۹۴۶- گزینه ۴ در فرایند سنتز اتیلن گلیکول از گاز اتن، عدد اکسایش اتم‌های کربن موجود در اتیلن گلیکول از -2 به -1 افزایش پیدا می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در مولکول اتیلن گلیکول، مثل مولکول بنزن، عدد اکسایش اتم‌های کربن برابر -1 است.



۲) در رابطهٔ با مولکول‌های این دو ترکیب شیمیایی داریم:

$C_8H_{10}: 0 = 8x + 10 \times (+1) \Rightarrow 8x = -10$

$C_8H_6O_4: 0 = 8x + 6 \times (+1) + 4 \times (-2) \Rightarrow 8x = +2$

۳) با وجود غلظت بالای یون پرمنگنات (MnO_4^-)، باز هم شرایط تبدیل پارازایلن به ترفتالیک اسید در دماهای پایین تأمین نمی‌شود.

۹۴۷- گزینه ۲ عبارت‌های ب و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ) برای تولید دی‌استرها، باید از واکنش میان الکل‌های یک‌عاملی مثل متانول با یک دی‌اسید استفاده کنیم؛ در حالی که پارازایلن گروه عاملی اسیدی ندارد.

ب) طی هر واکنش شیمیایی که در آن یک ترکیب آلی اکسیژن‌دار از یک هیدروکربن تولید می‌شود، عدد اکسایش اتم کربن متصل به اکسیژن تغییر خواهد کرد؛ پس این واکنش از نوع اکسایش ـ کاهش است.

پ) در یک واکنش گرماگیر $(\Delta H > 0)$، مجموع آنتالپی پیوندها در مواد واکنش‌دهنده، بزرگ‌تر از مجموع آنتالپی پیوندها در فراورده‌ها است.

ت) هر یک از گروه‌های عاملی موجود در ترکیب‌های آلی ساختار ویژه‌ای داشته و تنها گسترهٔ معین و منحصربه‌فردی از پرتوهای فروسرخ را جذب می‌کند.

۹۴۸- گزینه ۲ برای تبدیل پارازایلن به ترفتالیک اسید، از محلول غلیظ پتاسیم پرمنگنات استفاده می‌شود. طی این فرایند، مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن به اندازهٔ ۱۲ واحد افزایش می‌یابد. (مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن و پارازایلن و ترفتالیک اسید به ترتیب برابر با -10 و $+2$ است.)

در این واکنش، از پتاسیم پرمنگنات نیز به عنوان عامل اکسنده استفاده می‌شود. در این شرایط، عدد اکسایش اتم‌های Mn از ۷+ به ۴+ رسیده و منگنز (IV) اکسید نیز تولید می‌شود. با توجه به روند تغییر عدد اکسایش اتم‌های کربن در گونهٔ کاهنده (پارازایلن) و اتم‌های منگنز در گونهٔ اکسنده (پتاسیم پرمنگنات)، به ازای مصرف هر مول پارازایلن، ۴ مول پتاسیم پرمنگنات در این واکنش کاهش می‌یابد.

۹۴۹- گزینه۱ فقط عبارت أ نادرست است.

بررسی چهار عبارت:

أ در مخلوطی از پارازایلن و محلول غلیظ پتاسیم پرمنگنات، در دماهای بالا، بازده واکنش اکسایش پارازایلن کم بوده و مطلوب نیست.

ب مولکول‌های اتن در شرایط مناسب با محلول رقیق پتاسیم پرمنگنات واکنش داده و پس از اکسایش‌یافتن، به اتیلن گلیکول تبدیل می‌شوند.

پ پلی‌اتیلن ترفتالات، همانند سایر پلیمرهای سنتزی (ساختگی)، ماندگاری بالایی داشته و در طبیعت به کندی تجزیه می‌شود.

ت عدد اکسایش اتم منگنز در پتاسیم پرمنگنات ($KMnO_4$) برابر ۷+ است. در رابطه با دی‌کلرو هپتااکسید (Cl_2O_7) نیز داریم:

$$Cl_2O_7 : 0 = 2x + 7x(-2) \Rightarrow 2x = +14 \Rightarrow x = +7$$

۹۵۰- گزینه۴ از پلی‌اتیلن ترفتالات، همانند پلی‌اتن و پلی‌لاکتیک اسید، برای تولید مواد و وسایل پلاستیکی استفاده می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ در هر مولکول پارازایلن، ۲۱ پیوند اشتراکی وجود دارد. در یک آلکان با فرمول شیمیایی C_nH_{2n+2} نیز شمار پیوندهای اشتراکی از رابطهٔ $3n+1$ به دست می‌آید. با توجه به رابطهٔ گفته‌شده، شمار پیوندهای اشتراکی در هیچ‌کدام از اعضای خانوادهٔ آلکان‌ها برابر با ۲۱ نمی‌شود.

۲ اکسایش پارازایلن توسط اکسیژن هوا و کاتالیزگر مناسب، در مقایسه با اکسایش این ماده توسط یون پرمنگنات، در شرایط آسان‌تری انجام می‌شود.

۳ در واکنش سنتز اتیلن گلیکول، مولکول‌های اتن در نقش عامل کاهنده، اکسایش پیدا می‌کنند.

۹۵۱- گزینه۳ در واکنش اکسایش پارازایلن به ترفتالیک اسید، مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن به اندازهٔ ۱۲ واحد افزایش پیدا می‌کند. در واکنش سوختن اتن نیز مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن از ۴− به اندازهٔ ۱۲ واحد افزایش یافته و به ۸+ می‌رسد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ *براساس متن کتاب درسی*، پتاسیم پرمنگنات اکسنده‌ای است که محلول غلیظ آن پارازایلن را با بازده نسبتاً خوب به ترفتالیک اسید تبدیل می‌کند.

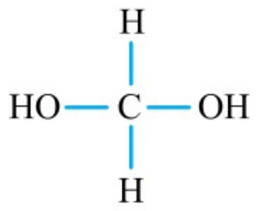
۲ فراوردهٔ آلی تولیدشده (ترفتالیک اسید) در نفت خام وجود ندارد اما سیکلوهگزان در نفت خام وجود داشته و از تقطیر آن به دست می‌آید.

۴ فراوردهٔ این واکنش، منگنز (IV) اکسید است. عدد اکسایش اتم‌های Mn در منگنز (IV) اکسید، همانند عدد اکسایش اتم‌های تیتانیم در رنگدانهٔ معدنی سفیدرنگ (TiO_2)، برابر با ۴+ است.

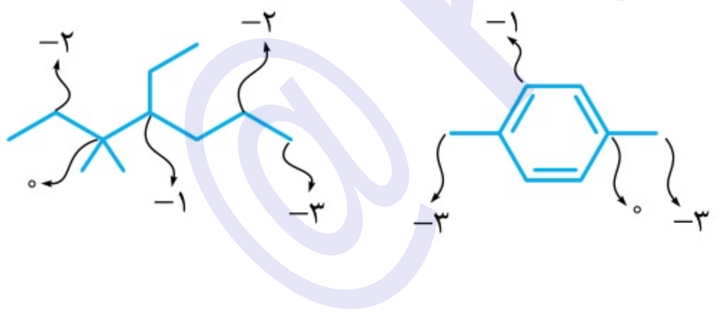
۹۵۲- گزینه۲ عبارت‌های پ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ اتیلن گلیکول دومین عنصر از خانوادهٔ الکل‌های دوعاملی به شمار می‌رود. ساختار اولین عضو این خانواده به صورت مقابل است:



ب ساختار ۴ـ اتیل، ۳، ۳ـ دی‌متیل هپتان و پارازایلن به صورت مقابل است:



همان‌طور که مشخص است، در پارازایلن کربنی با عدد اکسایش ۲− وجود ندارد.

ب کتون‌ها با استفاده از الکل‌ها تولید می‌شوند و در ساختار آن‌ها گروه عاملی کربونیل وجود دارد.

ت مونومرهای پلی‌اتیلن ترفتالات، ترفتالیک اسید (دارای پیوند دوگانهٔ $C=C$) و اتیلن گلیکول (فاقد پیوند دوگانهٔ $C=C$) است، در حالی که مونومرهای سازندهٔ پلی‌اتن، مولکول‌های اتن (دارای پیوند دوگانهٔ $C=C$) هستند.

۹۵۳- گزینه۲ واکنش پلیمری‌شدن مادهٔ C (ترفتالیک اسید) با اتیلن گلیکول، از نوع اکسایش ـ کاهش نیست.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ گونهٔ اکسندهٔ استفاده‌شده در واکنش اکسایش اتن به اتیلن گلیکول، همانند گونهٔ اکسندهٔ استفاده‌شده در واکنش اکسایش پارازایلن به ترفتالیک اسید، می‌تواند معادل با محلول پتاسیم پرمنگنات باشد.

۳ در واکنش تولید اتیلن گلیکول، همانند واکنش تولید ترفتالیک اسید، عدد اکسایش دو مورد از اتم‌های کربن موجود در واکنش‌دهنده‌ها افزایش می‌یابد.

۴ مولکول‌های A (اتن) و B (پارازایلن)، همانند مولکول‌های لیکوپن، از کنار هم قرارگرفتن اتم‌های هیدروژن و کربن تشکیل شده‌اند.

۹۵۴- گزینه۳ عبارت‌های آ، پ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ پلاستیک‌ها از نتایج خلاقیت و نوآوری بشر بوده و به خاطر ویژگی‌هایی مانند چگالی کم، نفوذناپذیری نسبت به آب و هوا، ارزان‌بودن و مقاومت در برابر خوردگی، کاربردهای وسیعی در زندگی پیدا کرده‌اند.

ب پلی‌اتیلن ترفتالات یک پلیمر سیرشده نیست و در ساختار واحد تکرارشوندهٔ آن سه پیوند $C=C$ وجود دارد.

پ روند تولید پلاستیک‌ها در جهان رو به افزایش است و در حال حاضر، سالانه حدود ۴۰۰ میلیون تن پلاستیک در جهان تولید می‌شود.

ت استفادهٔ بی‌رویه و بیش از حد از پلاستیک‌ها در صنایع گوناگون به همراه زیست‌تخریب‌ناپذیری این مواد، سبب انباشته‌شدن آن‌ها در جای‌جای کرهٔ زمین شده است.

۹۵۵- گزینه۱ از پلی‌اتن سنگین، برای ساختن وسایل پلاستیکی کدر استفاده می‌شود در حالی که برای تولید پلاستیک‌های شفاف، می‌توان از پلی‌اتن سبک و پلی‌اتیلن ترفتالات استفاده کرد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ یکی از راه‌های بازیافت PET، ذوب و استفادهٔ مجدد از این ماده، پس از جداسازی و شست‌وشوی آن است.

۳ پس از شست‌وشوی مواد پلاستیکی، می‌توان آن‌ها را خرد کرده و پس از تبدیل به تکه‌های کوچک به نام پرک، از آن‌ها در تولید مواد پلاستیکی استفاده کرد.

۴ یکی از راه‌های بازیافت PET، تبدیل پسماندهای این ماده به مونومرهای سازنده یا مواد اولیهٔ مفید و ارزشمند است.

۹۵۶- گزینه۳ فقط عبارت‌های ب و پ نادرست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ برگرداندن پسماندهای حاصل از پلی‌اتیلن ترفتالات به مونومرهای سازنده، *کاری بس دشوار است!*

ب متانول (الکل چوب)، یک مایع بی‌رنگ، بسیار سمی و فرار است که ساده‌ترین عضو خانوادهٔ الکل‌ها محسوب می‌شود و می‌توان آن را از چوب تهیه کرد.

پ مواد زیست‌تخریب‌پذیر، در طبیعت توسط جانداران ذره‌بینی به مولکول‌های ساده و کوچک‌تر مثل H_2O و CO_2 تبدیل می‌شود؛ اما توجه داریم که پلی‌اتیلن ترفتالات یک پلیمر سنتزی بوده و در طبیعت به کندی تجزیه می‌شود.

ت پلی‌اتیلن ترفتالات در واکنش با متانول به مونومرهای خود تبدیل شده و از این مونومرها می‌توان برای تولید پلیمرهای جدید استفاده کرد.

۹۵۷- گزینه۲ واکنش‌های انجام‌شده به صورت زیر هستند.

تولید متانول: $\overset{-4}{CH_4} \longrightarrow \overset{-2}{CH_3OH}$ (۲ درجه اکسایش)

تولید اتیلن گلیکول: $\overset{-2}{C_2H_4} \longrightarrow \overset{-1}{C_2H_6O_2}$ (۱ درجه اکسایش)

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ پلی‌اتیلن ترفتالات، یک مادهٔ پلاستیکی قابل بازیافت است. برای این منظور، پسماندهای این ماده را باید به صورت جداگانه جمع‌آوری کرد و سپس با استفاده از فرایندهای فیزیکی و شیمیایی، این مواد را به فراورده‌های قابل استفاده تبدیل کرد.

۳ گاز متان *یا همون* گاز مرداب، جزء اصلی سازندهٔ گاز طبیعی است و در میدان‌های نفتی نیز به فراوانی یافت می‌شود.

۴ با استفاده از یک کاتالیزگر و گاز اکسیژن، مولکول‌های متان را می‌توان به صورت مستقیم به مولکول‌های متانول تبدیل کرد.

۹۵۸- گزینه۳ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است:

$$\overset{+2}{CO(g)} + 2H_2(g) \xrightarrow{\text{کاتالیزگر}} \overset{-2}{CH_3OH(g)} \quad (\text{۴ درجه اکسایش})$$

با استفاده از قانون گازها، مجموع شمار مول‌های گازی موجود در مخلوط ۸۰ لیتری را محاسبه می‌کنیم.

$$PV = nRT \Rightarrow \frac{n_2}{n_1} = \frac{P_2 \times V_2 \times T_1}{P_1 \times V_1 \times T_2} \Rightarrow \frac{n_2}{1} = \frac{3 \times 80 \times 273}{1 \times 22/4 \times (273+117)} \Rightarrow n_2 = 7/5\ mol$$

از آن‌جا که گازهای H_2 و CO موجود در این مخلوط به طور کامل با یکدیگر واکنش داده‌اند، پس نسبت میان شمار مولکول‌های گاز H_2 به شمار مول‌های گاز CO برابر با ۲ است. بر این اساس، در مخلوط موردنظر ۵ مول گاز H_2 (معادل با ۱۰ g گاز H_2) و ۲/۵ مول گاز CO (معادل با ۷۰ g گاز CO) وجود داشته است؛ پس داریم:

$$\text{چگالی مخلوط} = \frac{\text{جرم مخلوط}}{\text{حجم مخلوط}} \Rightarrow \text{چگالی مخلوط} = \frac{10\ g + 70\ g}{80\ L} = 1\ g.L^{-1}$$

$$?\,g\,CH_3OH = 2/5\ mol\,CO \times \frac{1\ mol\,CH_3OH}{1\ mol\,CO} \times \frac{32\ g\,CH_3OH}{1\ mol\,CH_3OH} = 80\ g$$

به ازای مصرف هر مول گاز CO در این واکنش، ۴ مول الکترون بین گونه‌های اکسنده و کاهنده مبادله می‌شود؛ پس داریم:

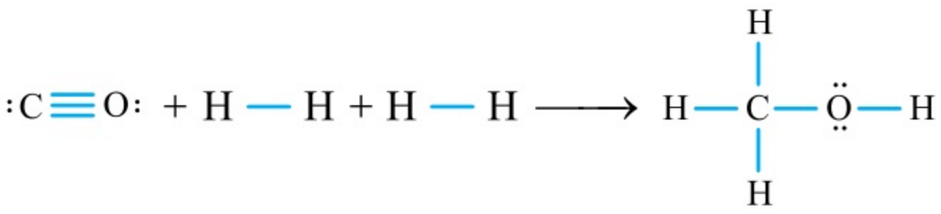
$$?\,mol\,e^- = 2/5\ mol\,CO \times \frac{4\ mol\,e^-}{1\ mol\,CO} = 10\ mol\,e^-$$

۹۵۹- گزینه۳ عبارت‌های آ، ب و پ درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ واکنش تولید متانول از گازهای H_2 و CO در دمای $350\ ^\circ C$ و فشار $50\ atm$ انجام می‌شود. واکنش میان گازهای H_2 و N_2 در فرایند هابر نیز در دمای $450\ ^\circ C$ و فشار $200\ atm$ انجام می‌شود.

ب واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است:



در فراوردهٔ این واکنش، همانند واکنش‌دهنده‌های مصرف‌شده در آن، ۵ پیوند اشتراکی بین اتم‌ها وجود دارد.

پ گازهای H_2 و CO مورد نیاز برای تولید متانول را از واکنش میان بخار آب و گاز متان می‌توان به دست آورد.

ت در متانول حاصل از این فرایند، همانند واکنش‌دهندهٔ قطبی آن (گاز CO)، ۲ جفت‌الکترون ناپیوندی وجود دارد.

۹۶۰- گزینه۲ واکنش بین متانول (الکل تک‌عاملی با فرمول CH_3OH) با ترفتالیک اسید (اسید دوعاملی با فرمول $C_8H_6O_4$) به صورت زیر است:

$$2CH_3OH + C_8H_6O_4 \rightarrow C_{10}H_{10}O_4 + 2H_2O$$

$$?\,g\,C_{10}H_{10}O_4 = 1\,mol\,CH_3OH \times \frac{1\,mol\,C_{10}H_{10}O_4}{2\,mol\,CH_3OH} \times \frac{194\,g\,C_{10}H_{10}O_4}{1\,mol\,C_{10}H_{10}O_4} = 97\,g$$

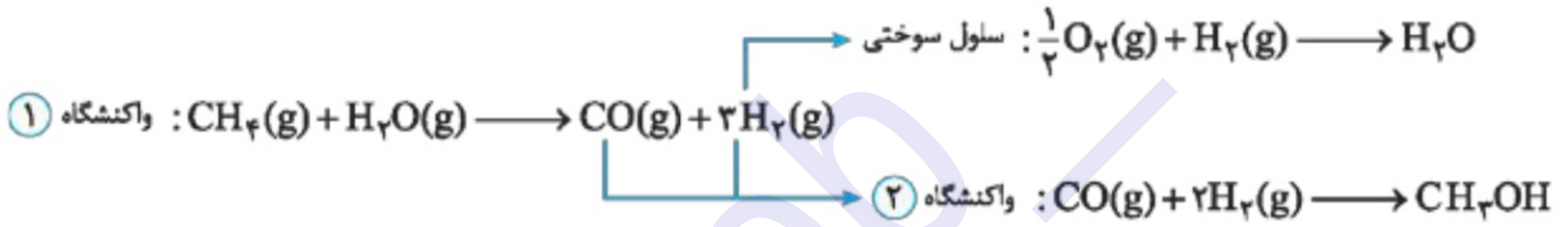
بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) مولکول‌های متانول با مولکول‌های H_2O پیوند هیدروژنی برقرار کرده و به همین خاطر، این ماده به هر نسبتی در آب حل می‌شود.

۳) متانول اولین عضو خانوادهٔ الکل‌ها بوده و چون اندازهٔ بخش ناقطبی آن ($-CH_3$) کوچک‌تر از اندازهٔ بخش ناقطبی اتانول ($-C_2H_5$) است، ویژگی آبگریزی این الکل کم‌تر از ویژگی آبگریزی اتانول خواهد بود.

۴) متانول را می‌توان از واکنش میان گازهای H_2 و CO در دما و فشار مناسب و در حضور کاتالیزگر مناسب تولید کرد.

۹۶۱- گزینه۳ واکنش‌های انجام‌شده به صورت مقابل است:



با توجه به معادلهٔ این واکنش‌ها، به ازای مصرف‌شدن یک مول گاز H_2 اضافی در سلول سوختی، ۲ مول گاز H_2 در واکنش تولید متانول شرکت کرده و یک مول متانول تولید می‌شود؛ پس داریم:

$$?\,kg\,CH_3OH = 1\,kg\,H_2\,\text{اضافی} \times \frac{1000\,g\,H_2\,\text{اضافی}}{1\,kg\,H_2\,\text{اضافی}} \times \frac{1\,mol\,H_2\,\text{اضافی}}{2\,g\,H_2\,\text{اضافی}} \times \frac{1\,mol\,CH_3OH}{1\,mol\,H_2\,\text{اضافی}} \times \frac{32\,g\,CH_3OH}{1\,mol\,CH_3OH} \times \frac{1\,kg\,CH_3OH}{1000\,g\,CH_3OH} = 16\,kg$$

۹۶۲- گزینه۲ عبارت‌های ب و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ معادلهٔ واکنش موردنظر به صورت زیر است:

$$CH_4(g) + H_2O(g) \rightarrow CO(g) + 3H_2(g)\ ;\ \text{مجموع ضرایب} = 6$$

ب متان مورد نیاز برای تهیهٔ متانول را می‌توان به کمک گاز مشعل، گاز طبیعی و یا زیست‌گاز تهیه کرد.

پ در واکنش میان متان و بخار آب، عدد اکسایش اتم‌های کربن از -4 در متان به $+2$ در کربن مونوکسید افزایش پیدا می‌کند. در واکنش سوختن گاز CO نیز عدد اکسایش اتم‌های کربن از $+2$ به $+4$ افزایش پیدا می‌کند.

ت در واکنش اکسایش پارازایلن به ترفتالیک اسید، عدد اکسایش اتم‌های کربن موجود در حلقهٔ بنزنی تغییر نمی‌کند.

۹۶۳- گزینه۱ در قدم اول، غلظت مولی محلول استیک اسید را محاسبه می‌کنیم.

$$[H^+] = 10^{-pH} \Rightarrow [H^+] = 10^{-2/7} = 10^{0/3} \times 10^{-3} = 2 \times 10^{-3}\ mol.L^{-1}$$

$$[H^+] = \sqrt{K_a.M} \Rightarrow 2 \times 10^{-3} = \sqrt{2 \times 10^{-5} \times M} \Rightarrow M = [CH_3COOH] = 0/2\ mol.L^{-1}$$

واکنش میان متانول (CH_3OH) و استیک اسید به صورت مقابل است:

$$CH_3OH + CH_3COOH \rightarrow C_3H_6O_2 + H_2O$$

با توجه به معادلهٔ واکنش، مقدار متانول مصرف‌شده را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,\text{mol}\,CH_3OH = 1\,\text{L محلول استیک اسید} \times \frac{0/2\,\text{mol}\,CH_3COOH}{1\,\text{L محلول استیک اسید}} \times \frac{1\,\text{mol}\,CH_3OH}{1\,\text{mol}\,CH_3COOH} = 0/2\,\text{mol}$$

در روش غیرمستقیم، به ازای هر مول متان، یک مول متانول تولید می‌شود، پس داریم:

$$?\,\text{L}\,CH_4 = 0/2\,\text{mol}\,CH_3OH \times \frac{1\,\text{mol}\,CH_4}{1\,\text{mol}\,CH_3OH} \times \frac{22/4\,\text{L}\,CH_4}{1\,\text{mol}\,CH_4} = 4/48\,\text{L}$$

۹۶۴- گزینه ۲ گاز متان واکنش‌پذیری کمی دارد و تبدیل آن به متانول فرایند دشواری است اما به دلیل اهمیت متانول در صنایع گوناگون و ارزان‌بودن گاز متان، پژوهش‌های زیادی در راستای تبدیل متان به متانول در حال انجام‌شدن است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در روش تولید غیرمستقیم متانول، $\frac{1}{3}$ از گاز H_2 تولیدشده در واکنش $CH_4(g) + H_2O(g) \rightarrow CO(g) + 3H_2(g)$، در واکنش دوم مصرف نشده و اضافی است.

۳) از واکنش میان هر مول گاز متان با بخار آب، ۳ مول گاز H_2 (ناقطبی) و یک مول گاز CO (قطبی) تولید می‌شود.

۴) در واکنش $CO + 2H_2 \rightarrow CH_3OH$، همانند واکنش $C_6H_{12} + H_2 \rightarrow C_6H_{14}$، عدد اکسایش اتم‌های هیدروژن از صفر به ۱+ افزایش پیدا می‌کند؛ پس در این واکنش‌ها گاز H_2 به عنوان عامل کاهنده، اکسایش پیدا می‌کند.

۹۶۵- گزینه ۳ واکنش‌دهنده‌های این فرایند، پارازایلن (C_8H_{10}) و پتاسیم پرمنگنات ($KMnO_4$) هستند، چون شمار اتم‌های هیدروژن در فراوردهٔ آلی این واکنش (ترفتالیک اسید ($C_8H_6O_4$)) کم‌تر از شمار اتم‌های هیدروژن در پارازایلن است، پس برخی از اتم‌های H موجود در پارازایلن از ساختار این ماده خارج شده و در ساختار سایر فراورده‌ها قرار می‌گیرند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در این واکنش، منگنز (IV) اکسید با فرمول MnO_4 نیز تولید شده و برخی از اتم‌های اکسیژن موجود در واکنش‌دهنده‌ها در ساختار این ماده قرار می‌گیرند.

۲) در واکنش تبدیل اتن به اتیلن گلیکول، در ساختار واکنش‌دهنده (اتن) یک پیوند دوگانه وجود دارد در حالی که در ساختار اتیلن گلیکول پیوند دوگانه‌ای وجود ندارد. در واکنش تبدیل پارازایلن به ترفتالیک اسید، در ساختار واکنش‌دهنده (پارازایلن)، ۳ پیوند دوگانه و در ساختار فراورده، ۵ پیوند دوگانه وجود دارد.

۴) بازده واکنش اکسایش پارازایلن به کمک اکسیژن هوا و کاتالیزگر، بیشتر از بازده واکنش اکسایش این ماده به کمک پتاسیم پرمنگنات است.

۹۶۶- گزینه ۱ با توجه به اطلاعات داده‌شده، معادلهٔ واکنش سنتز اتیلن گلیکول به صورت زیر است:

$$4H_2O + 3C_2H_4 + 2KMnO_4 \rightarrow 3C_2H_6O_2 + 2MnO_2 + 2KOH$$

با توجه به معادلهٔ نوشته‌شده، مجموعاً ۴۲ اتم در قالب مولکول‌های اتن و آب و پتاسیم پرمنگنات وارد واکنش شده و ۳۰ عدد از این اتم‌ها در قالب مولکول‌های اتیلن گلیکول قرار گرفته‌اند؛ پس داریم:

$$\text{درصد اتم‌ها} = \frac{\text{تعداد اتم‌ها در اتیلن گلیکول} \times 3}{\text{تعداد کل اتم‌ها}} \times 100 = \frac{30}{42} \times 100 = \text{درصد } 71/4$$

با توجه به فرمول شیمیایی مواد شرکت‌کننده در این واکنش، مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن در اتن و اتیلن گلیکول به ترتیب برابر ۴− و ۲− است.

۹۶۷- گزینه ٤ عبارت‌های آ، ب، ت و ث درست هستند.

بررسی پنج عبارت:

آ) با استفاده از کاتالیزگر در واکنش‌های شیمیایی، مقدار ΔH واکنش تغییری نمی‌کند، اما با کاهش انرژی فعال‌سازی، سرعت انجام‌شدن واکنش افزایش می‌یابد.

ب) واکنش موردنظر به صورت مقابل است: $n(C_2H_6O_2) + n(C_8H_6O_4) \rightarrow (C_{10}H_8O_4)_n + 2nH_2O$

پس از واردشدن $28n$ اتم در قالب مونومرها به این واکنش، $22n$ از این اتم‌ها در ساختار پلی‌اتیلن ترفتالات قرار می‌گیرند؛ پس داریم:

$$\text{درصد اتم‌ها} = \frac{\text{شمار اتم‌ها در PET}}{\text{شمار اتم‌ها در مونومرها}} \times 100 = \frac{22n}{28n} \times 100 = \text{درصد } 78/5$$

پ) در مراحل تولید غیرمستقیم متانول، گاز CO تولید می‌شود. همان‌طور که می‌دانیم، عدد اکسایش کربن در مولکول‌های CO برابر ۲+ است.

ت) واکنش‌های شیمیایی هنگامی از دیدگاه اتمی به‌صرفه‌تر هستند که شمار بیشتری از اتم‌های واکنش‌دهنده‌ها در آن‌ها به فراورده‌های سودمند تبدیل شوند.

ث) در ساختار پلی‌اتیلن ترفتالات، گروه عاملی استری وجود دارد. این گروه عاملی در ساختار برخی از انواع چربی‌ها (استرهای سنگین) و عامل ایجادکنندهٔ بوی آناناس (اتیل بوتانوات) نیز وجود دارد.

پاسخ‌نامه آزمون‌های جامع

آزمون جامع ۱

۱- گزینه ۲ جدول زیر مشخصات ایزوتوپ‌های مختلف هیدروژن را نشان می‌دهد:

ایزوتوپ	${}_{1}^{1}H$	${}_{1}^{2}H$	${}_{1}^{3}H$	${}_{1}^{4}H$	${}_{1}^{5}H$	${}_{1}^{6}H$	${}_{1}^{7}H$
نیم‌عمر	پایدار	پایدار	۱۲/۳۲ سال	$۱/۴\times۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۹/۱\times۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۲/۹\times۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۲/۳\times۱۰^{-۲۳}$ ثانیه
درصد فراوانی در طبیعت	۹۹/۹۸۸۵ (طبیعی)	۰/۰۱۱۴ (طبیعی)	ناچیز (طبیعی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)

با توجه به داده‌های موجود در این جدول، ${}_{1}^{3}H$ سنگین‌ترین ایزوتوپ طبیعی هیدروژن است که در آن ۲ نوترون و ۱ پروتون وجود دارد.

۲- گزینه ۴ در اتم هیدروژن با انتقال الکترون از لایه‌های الکترونی بالاتر (لایه‌های سوم تا ششم) به لایهٔ الکترونی $n=۲$، پرتوهای الکترومغناطیسی مرئی (پرتوهایی با طول موج ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر) گسیل می‌شود. بر این اساس، با انتقال الکترون از لایهٔ $n=۳$ به لایهٔ $n=۲$ در اتم هیدروژن، یک پرتو با طول موج ۶۵۶ nm نشر می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) جرم هر اتم ${}_{1}^{1}H$ برابر با ۱/۰۰۸ amu و جرم هر اتم ${}_{6}^{12}C$ نیز برابر با ۱۲ amu است؛ پس جرم ۱۲۰ اتم ${}_{1}^{1}H$، برابر با ۱۲۰/۹۶ amu و جرم ۱۰ اتم ${}_{6}^{12}C$ نیز برابر با ۱۲۰ amu است.

۲) عدد اتمی عنصری که آرایش الکترونی آن به $4p^5$ ختم می‌شود، برابر با ۳۵ است. نماد این عنصر به صورت ${}_{35}Br$ بوده و در آرایش الکترونی آن ۱۸ الکترون در لایهٔ سوم الکترونی وجود دارد. آرایش الکترونی این عنصر به صورت مقابل است: ${}_{35}Br: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^5$

۳) امواج رادیویی از جمله پرتوهای الکترومغناطیسی به شمار می‌روند. این امواج طول موج بلندتر و انرژی کم‌تری نسبت به پرتوهای گاما دارند.

۳- گزینه ۱ فقط عبارت آ درست است.

بررسی چهار عبارت:

آ) تکنسیم $({}_{43}^{99}Tc)$، اولین عنصر ساخته‌شده در راکتور هسته‌ای است. در هستهٔ هر یک از اتم‌های این عنصر، ۴۳ پروتون و ۵۶ نوترون وجود دارد.

ب) فرمول شیمیایی آمونیوم سولفات و آمونیوم نیترات به ترتیب به صورت $(NH_4)_2SO_4$ و NH_4NO_3 است.

پ) در طیف نشری خطی نئون، ۲۲ خط مرئی و در طیف نشری خطی هلیم نیز ۹ خط مرئی وجود دارد.

ت) نیلز بور پس از پژوهش‌های بسیار توانست مدلی برای اتم هیدروژن ارائه کند. اگرچه مدل بور با موفقیت توانست طیف نشری خطی هیدروژن را توجیه کند، اما توانایی توجیه طیف نشری خطی دیگر عنصرها را نداشت. دانشمندان به دنبال توجیه و علت ایجاد طیف نشری خطی سایر عنصرها و نیز چگونگی نشر نور از اتم این عنصرها، ساختاری لایه‌ای برای اتم ارائه کردند.

۴- گزینه ۲ در قدم اول، باید دمای هوای این سیاره را در مقیاس سلسیوس (θ) محاسبه کنیم.

$$\theta = -۶ - ۲\sqrt{h} = -۶ - ۲\sqrt{۴} = -۱۰\ ^\circ C$$

در مرحلهٔ بعد، دمای هوا را در مقیاس کلوین (T) محاسبه می‌کنیم.

$$T = ۲۷۳ + \theta \Rightarrow T = ۲۷۳ + (-۱۰) = ۲۶۳\ K$$

۵- گزینه ۴ معادلهٔ واکنش‌های داده‌شده به صورت زیر است:

ب) $PCl_5 + ۴H_2O \rightarrow ۵HCl + H_3PO_4$ مجموع ضرایب = ۱۱

آ) $TiCl_4 + ۴LiH \rightarrow Ti + ۴LiCl + ۲H_2$ مجموع ضرایب = ۱۲

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) با انجام واکنش (ب)، فسفریک اسید تولید شده و به همین خاطر، pH محلول مورد نظر کاهش پیدا می‌کند.

۲) در واکنش (ب)، عدد اکسایش هیچ اتمی تغییر نمی‌کند. به عبارت دیگر این واکنش از نوع اکسایش-کاهش نیست.

۳) در واکنش (ب)، ۵ مول مادهٔ گازی (گاز هیدروژن کلرید) و در واکنش (آ)، ۲ مول مادهٔ گازی (گاز هیدروژن) تولید می‌شود.

۶- گزینه ۳ معادلهٔ واکنش سوختن گلوکز $(C_6H_{12}O_6)$ به صورت مقابل است: $C_6H_{12}O_6 + ۶O_2 \rightarrow ۶CO_2 + ۶H_2O$

با توجه به معادلهٔ این واکنش و حجم بخار آب تولیدشده، شمار مول‌های کربن دی‌اکسید حاصل و جرم گلوکز مصرف‌شده را به دست می‌آوریم.

$$?\ mol\ CO_2 = ۲۵\ L\ H_2O \times \frac{۰/۹\ g\ H_2O}{۱\ L\ H_2O} \times \frac{۱\ mol\ H_2O}{۱۸\ g\ H_2O} \times \frac{۶\ mol\ CO_2}{۶\ mol\ H_2O} = ۱/۲۵\ mol$$

$$?\,g\,C_6H_{12}O_6 = 25\,L\,H_2O \times \frac{0/9\,g\,H_2O}{1\,L\,H_2O} \times \frac{1\,mol\,H_2O}{18\,g\,H_2O} \times \frac{1\,mol\,C_6H_{12}O_6}{6\,mol\,H_2O} \times \frac{180\,g\,C_6H_{12}O_6}{1\,mol\,C_6H_{12}O_6} = 37/5\,g$$

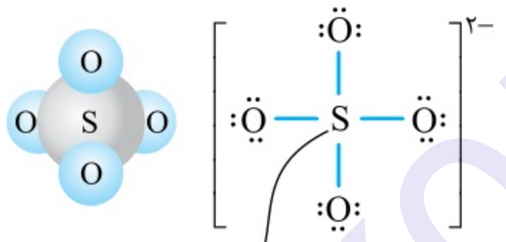
برای به دام انداختن گاز کربن دی‌اکسید، از واکنش مقابل استفاده می‌کنیم: $CO_2(g) + CaO(s) \rightarrow CaCO_3(s)$

با توجه به معادلهٔ واکنش گاز CO_2 با کلسیم اکسید، شمار مول‌های CaO مورد نیاز را نیز به دست می‌آوریم.

$$?\,mol\,CaO = 1/25\,mol\,CO_2 \times \frac{1\,mol\,CaO}{1\,mol\,CO_2} = 1/25\,mol$$

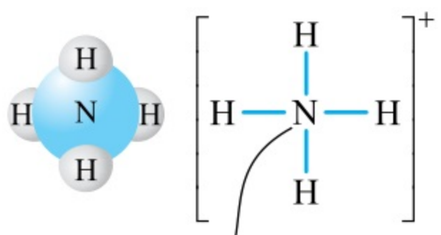
۷- گزینه ۲ ساختار لوویس و شکل هندسی یون‌های آمونیوم و سولفات به صورت زیر است:

یون سولفات:



$$y + 4(-2) = -2 \Rightarrow y = +6$$

یون آمونیوم:



$$x + 4(+1) = +1 \Rightarrow x = -3$$

بر اساس ساختارهای نشان داده شده، عدد اکسایش اتم مرکزی و شمار جفت‌الکترون‌های ناپیوندی روی اتم‌ها در این دو یون با یکدیگر متفاوت هستند.

توجه داریم که در یون‌های آمونیوم و سولفات، همهٔ اتم‌های قرارگرفته در اطراف اتم مرکزی یکسان بوده و به همین خاطر، این یون‌ها ناقطبی هستند.

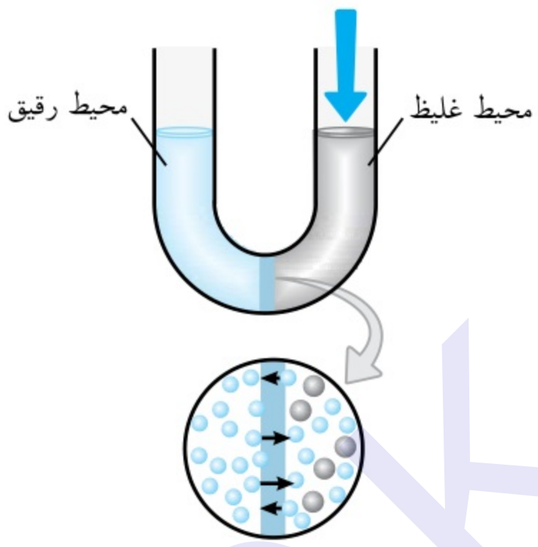
۸- گزینه ۳ با توجه به اطلاعات داده‌شده، جرم هر نمک را محاسبه می‌کنیم.

سدیم سولفات: $?\,g\,Na_2SO_4 = 184\,g\,Na^+ \times \frac{1\,mol\,Na^+}{23\,g\,Na^+} \times \frac{1\,mol\,Na_2SO_4}{2\,mol\,Na^+} \times \frac{142\,g\,Na_2SO_4}{1\,mol\,Na_2SO_4} = 568\,g$

منیزیم سولفات: $?\,g\,MgSO_4 = 72\,g\,Mg^{2+} \times \frac{1\,mol\,Mg^{2+}}{24\,g\,Mg^{2+}} \times \frac{1\,mol\,MgSO_4}{1\,mol\,Mg^{2+}} \times \frac{120\,g\,MgSO_4}{1\,mol\,MgSO_4} = 360\,g$

بر این اساس، جرم سدیم سولفات موجود در این نمونه تقریباً ۱/۵۸ برابر جرم منیزیم سولفات موجود در آن است.

۹- گزینه ۲ در روش اسمز معکوس، مولکول‌های آب با استفاده از یک نیروی خارجی از محیط غلیظ‌تر به سمت محیط رقیق‌تر می‌روند. تصویر مقابل، نمایی از انجام‌شدن اسمز معکوس را نشان می‌دهد:



بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) فراوان‌ترین کاتیون موجود در آب دریاها، یون Na^+ است. پس از این یون، یون‌های منیزیم، کلسیم و پتاسیم به ترتیب فراوان‌ترین کاتیون‌های موجود در آب دریاها به شمار می‌روند. یون K^+ یکی از مهم‌ترین یون‌های موجود در بدن بوده و نیاز روزانه به آن دو برابر نیاز روزانه به یون سدیم است.

۳) استون، دارای یک گروه عاملی کتونی است. این ماده به صورت مولکولی در آب حل شده و به خاطر عدم تولید یون‌های باردار به هنگام انحلال، محلول آبی آن رسانای جریان برق نیست. برخلاف استون، یک نمونه از سرکه محتوی استیک اسید بوده و در دمای اتاق رسانای جریان برق است.

۴) ردپای آب ایجادشده در مراحل تهیهٔ یک بلوز نخی (۲۷۰۰ لیتر) کم‌تر از ردپای آب ایجادشده در مراحل تهیهٔ کفش چرمی (۱۶۶۰۰ لیتر) است.

۱۰- گزینه ۱ معادلهٔ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است: $Bi(s) + 4HNO_3(aq) \rightarrow Bi(NO_3)_3(aq) + NO(g) + 2H_2O(l)$

کاهش جرم مخلوط واکنش، به خاطر خروج گاز نیتروژن مونوکسید از آن است. از ابتدای کار تا لحظهٔ $t = 5\,min$، ۳ گرم از جرم محلول کاسته شده است؛ پس می‌توان گفت در طول این بازهٔ زمانی ۳ گرم نیتروژن مونوکسید (معادل با ۰/۱ مول نیتروژن مونوکسید) تولید شده است. بر این اساس، در طول بازهٔ زمانی مورد نظر باید ۰/۱ مول $Bi(NO_3)_3$ نیز تولید شده باشد و از آن جا که در هر مول از این ترکیب نیز ۱ مول یون Bi^{3+} وجود دارد، پس می‌توان گفت به طور کلی از ابتدای کار تا لحظهٔ $t = 5\,min$، ۰/۱ مول یون Bi^{3+} در محلول تولید شده است. در این حالت، داریم:

$$[Bi^{3+}]\ \text{پس از گذشتن ۵ دقیقه} = \frac{\text{مول } Bi^{3+}}{\text{لیتر محلول}} = \frac{0/1}{0/2} = 0/5$$

خب! در لحظهٔ $t = 5\,min$، غلظت یون Bi^{3+} در محلول باید برابر با ۰/۵ مول بر لیتر باشد. این ویژگی در نمودارهای موجود در گزینه‌های (۱) و (۳) دیده می‌شود؛ اما چون در نمودار موجود در گزینهٔ (۳)، غلظت یون مورد نظر از لحظهٔ $t = 2\,min$ به ۰/۵ مول بر لیتر رسیده است، پس این گزینه نمی‌تواند جواب درست سؤال مورد نظر باشد.

۱۱- گزینه ۱ در قدم اول، جرم یون منیزیم موجود در این نمونه از آب را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,g\,Mg^{2+} = ۰/۶۶\,g\,MgSO_۴ \times \frac{۱\,mol\,MgSO_۴}{۱۲۰\,g\,MgSO_۴} \times \frac{۱\,mol\,Mg^{2+}}{۱\,mol\,MgSO_۴} \times \frac{۲۴\,g\,Mg^{2+}}{۱\,mol\,Mg^{2+}} = ۰/۱۳۲\,g$$

با توجه به جرم یون منیزیم، غلظت ppm و مولار این یون را محاسبه می‌کنیم.

$$ppm = \frac{\text{گرم حل‌شونده}}{\text{گرم محلول}} \times ۱۰^۶ = \frac{۰/۱۳۲\,g}{۱۰۰۰\,g} \times ۱۰^۶ = ۱۳۲$$

$$[Mg^{2+}] = \frac{\text{مول حل‌شونده}}{\text{لیتر محلول}} = \frac{۰/۱۳۲\,g\,Mg^{2+} \times \frac{۱\,mol\,Mg^{2+}}{۲۴\,g\,Mg^{2+}}}{۱۰۰۰\,g\,\text{محلول} \times \frac{۱\,mL\,\text{محلول}}{۱/۲\,g\,\text{محلول}} \times \frac{۱\,L\,\text{محلول}}{۱۰۰۰\,mL\,\text{محلول}}} = ۶/۶ \times ۱۰^{-۳}\ mol.L^{-۱}$$

۱۲- گزینه ۳ دی‌نیتروژن پنتااکسید، مطابق معادلهٔ مقابل با آب واکنش می‌دهد:

$$N_۲O_۵ + H_۲O \rightarrow ۲HNO_۳ \rightarrow ۲H^+ + ۲NO_۳^-$$

با توجه به معادلهٔ این واکنش داریم:

$$?\,g\,N_۲O_۵ = ۰/۵\,L\,\text{محلول} \times \frac{۰/۲\,mol\,HNO_۳}{۱\,L\,\text{محلول}} \times \frac{۱\,mol\,N_۲O_۵}{۲\,mol\,HNO_۳} \times \frac{۱۰۸\,g\,N_۲O_۵}{۱\,mol\,N_۲O_۵} = ۵/۴\,g$$

در مرحلهٔ بعد، درصد خلوص این ماده را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم مادهٔ خالص}}{\text{جرم نمونهٔ ناخالص}} \times ۱۰۰ = \frac{۵/۴}{۷/۲} \times ۱۰۰ = \text{درصد ۷۵}$$

۱۳- گزینه ۴ با افزایش شمار اتم‌های کربن در آلکان‌ها، قدرت نیروهای بین مولکولی در این مواد افزایش یافته و دمای جوش آن‌ها افزایش پیدا می‌کند. بر این اساس، دمای جوش آلکان‌هایی که کم‌تر از ۵ اتم کربن دارند (متان، اتان، پروپان و بوتان) کم‌تر از دمای اتاق ($۲۵\ ^\circ C$) است و به همین خاطر، این مواد در دمای اتاق به حالت گاز هستند. در نقطهٔ مقابل، آلکان‌های راست‌زنجیری که بیشتر از ۴ اتم کربن دارند، در دمای اتاق به حالت مایع هستند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) اگر دو آلکان متفاوت شمار اتم‌های کربن برابری داشته باشند، نسبت به هم ایزومر به شمار می‌روند. آلکان نشان داده شده، معادل با اوکتان بوده و در هر مولکول آن ۸ اتم کربن وجود دارد؛ در حالی که ۲، ۲ ـ دی‌متیل ـ ۳ ـ اتیل پنتان دارای ۹ اتم کربن در ساختار خود است.

۲) گرانروی (مقاومت در برابر جاری‌شدن) آلکان‌ها با شمار اتم‌های کربن موجود در ساختار آن‌ها رابطهٔ مستقیم دارد. بر این اساس، یک نمونه از اوکتان ($C_۸H_{۱۸}$) در مقایسه با گرانروی یک نمونهٔ خالص از هگزان ($C_۶H_{۱۴}$) بیشتر است.

۳) در ساختار آلکان‌ها هر اتم کربن با چهار پیوند اشتراکی به چهار اتم دیگر متصل بوده و این مواد به اصطلاح سیرشده هستند. به همین خاطر، آلکان‌ها تمایل چندانی به انجام واکنش‌های شیمیایی ندارند. این ویژگی سبب می‌شود تا میزان سمی‌بودن آن‌ها کم‌تر شده و استنشاق آن‌ها بر شش‌ها و بدن تأثیر چندانی نداشته باشد و تنها سبب کاهش مقدار اکسیژن موجود در هوای دم می‌شوند.

۱۴- گزینه ۴ *بچه‌ها! اخیراً مد شده هر سال یک سؤال به این سبک توی کنکور طرح می‌شه! هرچند که این سؤالا خیلی ربطی به دانش شیمی ندارن، اما به مفاهیم پراکندهٔ مطرح‌شده در کتاب شیمی برمی‌گردن.* برای محاسبهٔ تعداد خانه‌ها، به روش زیر عمل می‌کنیم.

$$?\,\text{تعداد خانه} = ۷۰۰۰۰۰\,\text{قوطی} \times \frac{\text{ساعت ۲۵} \times \text{لامپ ۱}}{\text{قوطی ۷}} \times \frac{\text{تعداد خانه ۱}}{\text{ساعت ۵} \times \text{لامپ ۴}} = ۱۲۵۰۰۰\,\text{خانه}$$

۱۵- گزینه ۱ عبارت‌های ب و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ) در فولاد مبارکه، همانند سایر شرکت‌های فولاد جهان، برای استخراج آهن از $Fe_۲O_۳$، از واکنش میان این ماده با عنصر کربن استفاده می‌شود.

ب) در گروه‌های جدول دوره‌ای، با حرکت از بالا به پایین، با افزایش شمار لایه‌های الکترونی اشغال‌شده، شعاع اتمی عناصر نیز افزایش می‌یابد.

پ) یافته‌ها نشان می‌دهد که علاوه بر برخی عناصر نافلزی مثل اکسیژن، نیتروژن و گوگرد، برخی از عناصر فلزی مثل نقره، مس و پلاتین نیز به شکل آزاد در طبیعت وجود دارند.

ت) سلنیم ($_{۳۴}Se$) تنها عنصری از تناوب چهارم جدول دوره‌ای است که در آرایش الکترونی آن فقط یک زیرلایهٔ ۴ الکترونی (زیرلایهٔ $4p^۴$) وجود دارد.

۱۶- گزینه ۲ عبارت‌های ب و پ درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ) در واکنش‌های گرماده ($\Delta H < ۰$)، انرژی از سامانه به محیط اطراف انتقال پیدا می‌کند.

ب) برای محاسبهٔ گرمای (Q) مبادله‌شده میان اجسام مختلف، از رابطهٔ $Q = mc\Delta\theta$ استفاده می‌شود.

پ) فرایند گوارش و سوخت و ساز مواد غذایی گرماده بوده و علامت Q در آن‌ها منفی است.

ت) با انجام واکنش‌های گرماده، انرژی از سامانه به محیط اطراف انتقال پیدا کرده و سطح انرژی مواد شرکت‌کننده در واکنش مورد نظر کاهش پیدا می‌کند.

۱۷- گزینهٔ ۲ معادلهٔ واکنش هدف به صورت مقابل است: $2CH_4 \rightarrow C_2H_6 + H_2 \quad , \quad \Delta H_{\text{مجهول}} = ?\ kJ$

واکنش‌های داده‌شده در صورت سؤال را باید به نحوی تغییر بدهیم که با جمع‌کردن آن‌ها، واکنش هدف به دست بیاید. برای این منظور، باید واکنش اول را در $-0/5$، واکنش دوم را در ۲ و واکنش سوم را در $-0/5$ ضرب کنیم. بر این اساس داریم:

$$\Delta H_{\text{مجهول}} = \frac{-\Delta H_1}{2} + 2\Delta H_2 + \frac{-\Delta H_3}{2} = \frac{3120}{2} + 2\times(-890) + \frac{572}{2} = 1560 - 1780 + 286 = +66\ kJ$$

۱۸- گزینهٔ ۱ ترکیب (آ) دارای گروه عاملی هیدروکسیل $(-OH)$ بوده و با مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی برقرار می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) عدد اکسایش اتم کربن متصل به اکسیژن در ترکیب (آ) برابر با -1 و در ترکیب (ب) برابر با $+2$ است.

۳) از دی‌الکل‌ها (الکل‌های دوعاملی) می‌توان برای تولید پلی‌استرها استفاده کرد. این در حالی است که ترکیب (آ) یک الکل تک‌عاملی محسوب می‌شود.

۴) در ساختار ترکیب (آ)، همانند ساختار حلقهٔ آروماتیک موجود در ترکیب (ب)، ۶ اتم کربن وجود دارد.

۱۹- گزینهٔ ۴ از آن‌جا که پس از لحظهٔ $t = 50\ s$، نمودار به یک خط صاف تبدیل شده است، پس نتیجه می‌گیریم که واکنش در این لحظه به پایان رسیده و کل گاز دی‌نیتروژن پنتااکسید موجود در ظرف تا این لحظه تجزیه شده است.

حجم ظرف واکنش برابر با ۲ لیتر بوده و غلظت گاز O_2 نیز در پایان واکنش به ۳ مول بر لیتر رسیده است؛ پس می‌توان گفت که در پایان واکنش مجموعاً ۶ مول گاز اکسیژن در ظرف واکنش وجود دارد. گاز دی‌نیتروژن پنتااکسید براساس معادلهٔ $2N_2O_5(g) \rightarrow 4NO_2(g) + O_2(g)$ تجزیه می‌شود. با توجه به معادلهٔ این واکنش، مقدار دی‌نیتروژن پنتااکسید واردشده به ظرف را محاسبه می‌کنیم:

$$?\ mol\ N_2O_5 = 6\ mol\ O_2 \times \frac{2\ mol\ N_2O_5}{1\ mol\ O_2} = 12\ mol$$

در قدم بعد، سرعت متوسط تولید گاز اکسیژن را در طول این بازهٔ زمانی محاسبه می‌کنیم:

$$\bar{R} = \frac{\Delta[O_2]}{\Delta t} = \frac{3\ mol.L^{-1}}{50\ s \times \frac{1\ min}{60\ s}} = \frac{3}{\frac{5}{6}} = 3/6\ mol.L^{-1}.min^{-1}$$

۲۰- گزینهٔ ۱ برای تولید استر موجود در موز (پنتیل اتانوات)، باید استیک اسید را با ۱ ـ پنتانول براساس معادلهٔ زیر وارد واکنش کنیم:

$$CH_3COOH + C_5H_{11}OH \rightarrow H_2O + C_7H_{14}O_2$$

با توجه به معادلهٔ این واکنش، جرم استر تولیدشده را محاسبه می‌کنیم.

$$?\ g\ C_7H_{14}O_2 = 1\ mol\ C_2H_4O_2 \times \frac{1\ mol\ C_7H_{14}O_2}{1\ mol\ C_2H_4O_2} \times \frac{130\ g\ C_7H_{14}O_2}{1\ mol\ C_7H_{14}O_2} \times \frac{\text{مقدار عملی } 80\ g}{\text{مقدار نظری } 100\ g} = 104\ g$$

۲۱- گزینهٔ ۴ ویتامین A یک ترکیب الکلی است که در واکنش آن با اتانوئیک اسید، یک ترکیب استری به همراه آب تولید می‌شود. با توجه به تولید آب در این واکنش، می‌توان گفت جرم استر تولیدشده از مجموع جرم واکنش‌دهنده‌های مصرف‌شده کم‌تر است.

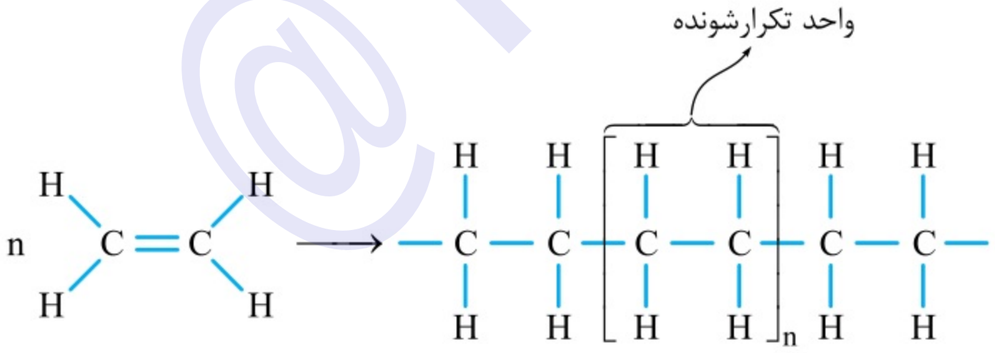
بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) استر تولیدشده تنها یک عامل استری در ساختار مولکولی خود دارد.

۲) به علت اتصال بخش قطبی (گروه هیدروکسیل) ویتامین A به یک زنجیرهٔ هیدروکربنی ناقطبی، انحلال‌پذیری استر تولیدشده کم‌تر خواهد بود.

۳) به علت اتصال بخش قطبی مولکول‌های ویتامین A به یک زنجیرهٔ هیدروکربنی ناقطبی، خاصیت آب‌گریزی (چربی‌دوستی) فراوردهٔ آلی بیشتر از مولکول‌های ویتامین A خواهد بود.

۲۲- گزینهٔ ۳ واکنش تولید پلی‌اتن به صورت مقابل است:



به ازای شرکت‌کردن هر مولکول اتیلن (اتن) در واکنش پلیمری‌شدن، ۱ پیوند دوگانهٔ $C=C$ شکسته شده و ۲ پیوند یگانهٔ $C-C$ تشکیل می‌شود. بر این اساس می‌توان گفت به ازای شرکت‌کردن هر مول اتن در این واکنش، ۱ مول پیوند $C=C$ شکسته شده و ۲ مول پیوند $C-C$ تشکیل می‌شود. توجه داریم که طی این واکنش، تغییری در تعداد و وضعیت پیوندهای $C-H$ ایجاد نمی‌شود؛ پس داریم:

$\Delta H_{\text{واکنش}}$ = (مجموع آنتالپی پیوندهای شکسته‌شده در واکنش‌دهنده‌ها) − (مجموع آنتالپی پیوندهای جدید تشکیل‌شده در فراورده‌ها)

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = (n\times 612) - (2n\times 348) = -84\ n\ kJ$$

با توجه به محاسبات انجام‌شده، با شرکت‌کردن n مول اتن در این واکنش، 84n کیلوژول انرژی آزاد می‌شود؛ پس می‌توان گفت با شرکت‌کردن ۱ مول اتن در آن، ۸۴ کیلوژول انرژی آزاد می‌شود.

۲۳- گزینه۴ از آنجا که دم هیدروکربنی (بخش ناقطبی) موجود در مولکول‌های این پاک‌کنندهٔ غیرصابونی بسیار کوچک است، این بخش از مولکول‌های مادهٔ مورد نظر نمی‌توانند در ذرات چربی حل شوند و به همین خاطر، این پاک‌کننده نمی‌تواند ذرات چربی موجود بر روی لباس‌ها را به خوبی پاک کند.

۲۴- گزینه۴ ابتدا غلظت یون هیدروژن را در محلول مورد نظر محاسبه می‌کنیم.

$$?\,mol\,HCl = ۴۴/۸\,mL\,HCl \times \frac{۱\,L\,HCl}{۱۰۰۰\,mL\,HCl} \times \frac{۱\,mol\,HCl}{۲۲/۴\,L\,HCl} = ۰/۰۰۲\,mol$$

$$[HCl] = \frac{\text{مول HCl}}{\text{لیتر محلول}} = \frac{۰/۰۰۲}{۰/۵} = ۰/۰۰۴\,mol.L^{-۱} \xrightarrow{\alpha=۱} [H^+] = [HCl] = ۰/۰۰۴\,mol.L^{-۱}$$

در مرحلهٔ بعد، pH این محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$pH = -\log[H^+] = -\log(۰/۰۰۴) = ۲/۴$$

در انتها، نسبت میان غلظت مولی یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید را محاسبه می‌کنیم.

$$۱۰^{-۱۴} = [H^+][OH^-] \Rightarrow ۱۰^{-۱۴} = ۰/۰۰۴ \times [OH^-] \Rightarrow [OH^-] = ۰/۲۵ \times ۱۰^{-۱۱}$$

$$\frac{[H^+]}{[OH^-]} = \frac{۰/۰۰۴}{۰/۲۵ \times ۱۰^{-۱۱}} = ۱/۶ \times ۱۰^{۹}$$

۲۵- گزینه۲ از آن‌جا که K_a هیدروسیانیک اسید کم‌تر از فورمیک اسید است، این اسید در مقایسه با فورمیک اسید در محلول خود به میزان کم‌تری یونیده شده و شمار یون‌های کم‌تری را تولید می‌کند؛ پس رسانایی الکتریکی محلول ۱ مولار هیدروسیانیک اسید کم‌تر از محلول ۱ مولار فورمیک اسید خواهد بود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) فرمول شیمیایی ترکیب موردنظر به صورت $C_۹H_۸O_۴$ بوده و با توجه به وجود گروه عاملی کربوکسیل، این ترکیب خاصیت اسیدی دارد.

۳) دیوارهٔ داخلی معدهٔ انسان به طور طبیعی مقدار کمی از یون‌های هیدرونیوم موجود در معده را جذب می‌کند. اگر مقدار اسید معده به هر دلیل بیش از اندازهٔ معمول باشد، شمار یون‌های جذب‌شده توسط دیوارهٔ معده نیز افزایش یافته و سبب درد، التهاب و گاهی خونریزی معده می‌شود.

۴) چون اسیدهای چرب خاصیت اسیدی دارند، برای بازکردن مسیر لوله‌هایی که توسط این مواد مسدود شده است، باید از محلول‌های بازی مثل محلول غلیظ سود (محلول سدیم هیدروکسید) استفاده کرد. معادلهٔ واکنش انجام‌شده میان اسیدهای چرب و محلول سود به صورت زیر است:

$$RCOOH(s) + NaOH(aq) \rightarrow RCOONa(aq) + H_۲O(l)$$

۲۶- گزینه۳ با توجه به pH و اطلاعات داده‌شده از محلول هیدروکلریک اسید، شمار مول‌های HCl موجود در این محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$[H^+] = ۱۰^{-pH} = ۱۰^{-۱}\,mol.L^{-۱}$$

$$?\,mol\,HCl = ۱۰۰\,mL\,\text{محلول} \times \frac{۱\,L\,\text{محلول}}{۱۰۰۰\,mL\,\text{محلول}} \times \frac{۱۰^{-۱}\,mol\,HCl}{۱\,L\,\text{محلول}} = ۱ \times ۱۰^{-۲}\,mol$$

در قدم بعد، با توجه به شمار مول‌های HCl، مقدار گرمای آزادشده در واکنش مورد نظر را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,J\,\text{انرژی} = ۱ \times ۱۰^{-۲}\,mol\,HCl \times \frac{۵۰/۴\,kJ\,\text{انرژی}}{۱\,mol\,HCl} \times \frac{۱۰۰۰\,J\,\text{انرژی}}{۱\,kJ\,\text{انرژی}} = ۵۰۴\,J$$

بر این اساس، ۵۰۴ ژول انرژی در واکنش بین محلول هیدروکلریک اسید و محلول سدیم کلرید آزاد شده است. در مرحلهٔ بعد، با توجه به جرم محلول و گرمای ویژهٔ آن، میزان تغییر دمای محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$Q = mc\Delta\theta \xrightarrow{m=\text{جرم محلول سدیم هیدروکسید + جرم محلول هیدروکلریک اسید}} ۵۰۴ = (۱۲۵+۱۷۵) \times ۴/۲ \times \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = ۰/۴\,^\circ C$$

با توجه به مقدار $\Delta\theta$، دمای محلول مورد نظر طی این فرایند از ۲۵ °C به ۲۵/۴ °C می‌رسد.

۲۷- گزینه۲ عبارت‌های پ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ) در این واکنش عدد اکسایش نقره از ۱+ به صفر می‌رسد؛ پس می‌توان گفت اتم‌های Ag شرکت‌کننده در آن به عنوان عامل اکسنده، کاهش پیدا می‌کنند.

ب) Ag در گونهٔ $Ag_۲O$ کاهش می‌یابد؛ پس می‌توان گفت $Ag_۲O$ اکسنده است.

پ) Zn اکسایش و $Ag_۲O$ کاهش می‌یابد؛ بنابراین در سلول گالوانی مورد نظر Zn در نقش آند (قطب منفی) و $Ag_۲O$ در نقش کاتد (قطب مثبت) است.

ت) باتری‌های روی ـ نقره‌ای از جمله باتری‌های دگمه‌ای هستند که در آن‌ها واکنش $Zn(s) + Ag_۲O(s) \rightarrow ۲Ag(s) + ZnO(s)$ انجام می‌شود.

۲۸- گزینه ۴ یون‌های کروم (III) و نقره براساس معادله‌های مقابل کاهش می‌یابند:

$$I)\ Cr^{3+}(aq) + 3e^- \rightarrow Cr(s)$$
$$II)\ Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag(s)$$

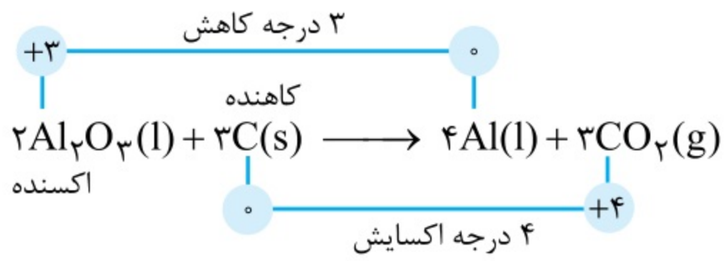
با توجه به معادلهٔ این واکنش‌ها، جرم فلز ته‌نشین شده بر روی تیغه‌های کاتدی موجود در هر محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,g\,Cr = 1\,mol\,e^- \times \frac{1\,mol\,Cr}{3\,mol\,e^-} \times \frac{52\,g\,Cr}{1\,mol\,Cr} = 17/3\,g$$: میزان تغییر جرم تیغهٔ کاتدی در محلول حاوی یون‌های کروم

$$?\,g\,Ag = 1\,mol\,e^- \times \frac{1\,mol\,Ag}{1\,mol\,e^-} \times \frac{108\,g\,Ag}{1\,mol\,Ag} = 108\,g$$: میزان تغییر جرم تیغهٔ کاتدی در محلول حاوی یون‌های نقره

$$\text{تفاوت جرم تیغه‌های آبکاری‌شده} = 108 - 17/33 = 90/6\,g$$

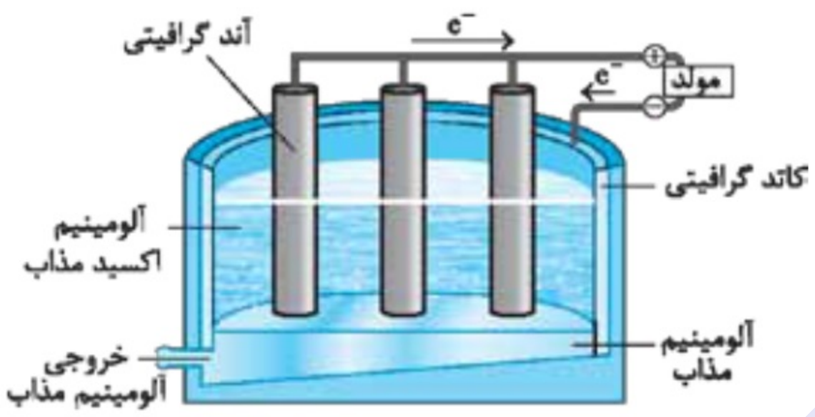
۲۹- گزینه ۳ در ساختار این سلول الکترولیتی، از گرافیت به عنوان کاتد و آند استفاده می‌شود. گرافیت یک جامد کووالانسی است که ساختار دوبعدی داشته و در آن لایه‌های کربنی گرافن روی یکدیگر قرار گرفته‌اند. برای توصیف این ماده از واژه‌های شیمیایی رایج مانند «فرمول مولکولی» نمی‌توان استفاده کرد.



بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) واکنش انجام‌شده در فرایند هال به صورت مقابل است:

مطابق با معادلهٔ موازنه‌شدهٔ این واکنش، تغییر عدد اکسایش گونهٔ کاهنده (گونه‌ای که اکسید می‌شود)، ۱/۳۳ برابر تغییر عدد اکسایش گونهٔ اکسنده (گونه‌ای که کاهش پیدا می‌کند) است.



۲) آلومینیم تولیدشده در مجاورت کاتد این سلول، یک فلز فعال بوده و در طبیعت به حالت آزاد وجود ندارد. این فلز در مجاورت با هوا به سرعت با اکسیژن واکنش داده و اکسید می‌شود؛ اما با توجه به تشکیل‌شدن یک لایهٔ محافظ از Al_2O_3، این فلز دچار خوردگی نمی‌شود.

۴) تصویر مقابل، نمایی از سلول الکترولیتی استفاده‌شده برای انجام فرایند هال را نشان می‌دهد:

چون فلز آلومینیم در کف ظرف ته‌نشین شده است، پس نتیجه می‌گیریم که چگالی این فلز بیشتر از چگالی آلومینیم اکسید مذاب موجود در سلول است.

۳۰- گزینه ۳ برای آن‌که درصد جرمی نمک در محلول مورد نظر از ۱٪ به ۲٪ برسد، جرم این محلول تقریباً باید نصف شود. بر این اساس، می‌توان گفت طی این فرایند، در حدود ۵۰۰ گرم آب از محلول مورد نظر تبخیر شده است. واکنش الکترولیز (برقکافت) آب به صورت زیر است:

$$2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$$

با توجه به معادلهٔ این واکنش، به ازای برقکافت ۲ مول آب، ۳ مول فراوردهٔ گازی تولید می‌شود؛ پس داریم:

$$?\,L\,\text{گاز} = 500\,g\,H_2O \times \frac{1\,mol\,H_2O}{18\,g\,H_2O} \times \frac{3\,mol\,\text{گاز}}{2\,mol\,H_2O} \times \frac{22/4\,L\,\text{گاز}}{1\,mol\,\text{گاز}} = 933/3\,L$$

۳۱- گزینه ۴ عنصر X معادل با تیتانیم ($_{22}Ti$) است. با توجه به ویژگی‌های تیتانیم، از آلیاژ این عنصر (نیتینول) برای ساختن استنت موجود در رگ‌ها استفاده می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) هر اتم تیتانیم، مجموعاً ۴ الکترون ظرفیتی (الکترون‌های موجود در زیرلایه‌های 4s و 3d) دارد.

۲) تیتانیم (IV) اکسید با فرمول TiO_2، از اجزای فراوان موجود در خاک رس نیست. فراوان‌ترین اکسید موجود در خاک رس، سیلیسیم دی‌اکسید است.

۳) تیتانیم چگالی کمی داشته و به همین خاطر از آن برای ساختن قطعات موجود در موتور جت استفاده می‌شود.

۳۲- گزینه ۴ محلول همگنی از نمک‌های وانادیم (IV) به رنگ آبی دیده می‌شود؛ پس این محلول پرتوهای آبی‌رنگ تابیده‌شده به سمت خود را بازتاب کرده و پرتوهای قرمزرنگ تابیده‌شده به سمت خود را جذب می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) فلزها در هر چهار دستهٔ s، p، d و f قرار دارند. تمدن‌های آغازی بشر نیز براساس گسترهٔ کاربری این مواد نام‌گذاری شده‌اند.

۲) سیلیس (SiO_2)، یک جامد کووالانسی است. در ساختار این ماده، هر اتم سیلیسیم توسط چهار پیوند اشتراکی به ۴ اتم اکسیژن متصل شده است.

۳ براساس مدل دریای الکترونی، ساختار فلزها آرایش منظمی از کاتیون‌ها در سه بعد است که در فضای میان آن‌ها سست‌ترین الکترون‌های موجود در اتم‌ها، دریایی را ساخته‌اند و در آن آزادانه جابه‌جا می‌شوند. رسانایی الکتریکی و شکل‌پذیری، از جمله رفتارهای فیزیکی فلزها هستند که با توجه به مدل دریای الکترونی توجیه می‌شوند.

۳۳- گزینه۱ عبارت‌های ب و پ درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ اکثر پلاستیک‌ها، زیست‌تخریب‌ناپذیر هستند. البته، برخی از انواع پلاستیک‌ها از جمله پلی‌لاکتیک اسید، زیست‌تخریب‌پذیر هستند.

ب پلی‌اتیلن ترفتالات را می‌توان به کمک متانول و یا با استفاده از سایر روش‌ها بازیافت کرد.

پ پلاستیک‌ها را می‌توان یکی از نتایج خلاقیت و نوآوری بشر دانست.

ت چگالی کم و نفوذناپذیری، از جمله ویژگی‌های پلاستیک‌ها به شمار می‌روند.

۳۴- گزینه۱ مولکول‌های آمونیاک ساختاری غیرمسطح داشته و بار جزئی نسبت داده شده به اتم مرکزی آن‌ها (اتم نیتروژن)، همانند مولکول‌های آب، منفی است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ گیاهان با جوّی سرشار از گاز نیتروژن احاطه شده‌اند؛ اما نمی‌توانند این عنصر ضروری برای رشد خود را به طور مستقیم از هوا جذب کنند و به همین خاطر باید نیتروژن را به شکل ترکیب‌های نیتروژن‌دار از جمله آمونیاک (NH_3) و اوره ($(NH_2)_2CO$) به خاک افزود.

۳ تعادل گازی ایجادشده برای تولید گاز آمونیاک به صورت مقابل است: $N_2(g)+3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)+Q$

از آن‌جا که شمار مول‌های گازی موجود در سمت راست واکنش کم‌تر است، با افزایش فشار (کاهش حجم) در سامانهٔ این واکنش شیمیایی، تعادل در جهت تولید آمونیاک بیشتر جابه‌جا می‌شود.

۴ آمونیاک یک باز ضعیف به شمار می‌رود. محلول غلیظ این ماده، همانند محلول حاصل از سایر بازهای ضعیف، شامل مجموعه‌ای از یون‌های تولیدشده و مولکول‌های یونیده‌نشده می‌شود.

۳۵- گزینه۱ در یک تعادل شیمیایی با افزایش مقدار واکنش‌دهنده‌ها یا کاهش مقدار فراورده‌ها، واکنش در جهت رفت پیش می‌رود. با کاهش واکنش‌دهنده‌ها یا افزایش فراورده‌ها واکنش در جهت برگشت پیش می‌رود. در دمای ثابت، ثابت تعادل واکنش‌ها تغییر نمی‌کند.

آزمون جامع ۲

۱- گزینه۳ اتم مورد نظر دارای ۴ لایهٔ الکترونی در اطراف هستهٔ خود است. بر این اساس، در لایه‌های الکترونی اول تا چهارم اتم‌های این عنصر به ترتیب ۲، ۸، ۱۳ و ۲ الکترون وجود داشته و عدد اتمی این عنصر برابر با ۲۵ است. بر این اساس، عبارت‌های ب، پ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ عنصر $_{25}A$ معادل با منگنز بوده و با توجه به عدد اتمی آن، در گروه هفتم جدول تناوبی جای دارد.

ب آرایش الکترونی اتم‌های این عنصر به صورت مقابل است: $_{25}A: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^5\ 4s^2$

با توجه به آرایش الکترونی نوشته‌شده در لایهٔ سوم الکترونی موجود در هر اتم از عنصر $_{25}A$، سه زیرلایه وجود دارد.

پ عدد کوانتومی فرعی (l) برای زیرلایه‌های s، p و d به ترتیب برابر با ۰، ۱ و ۲ است. بر این اساس از ۲۵ الکترون موجود در هر اتم $_{25}A$، عدد کوانتومی فرعی برای ۱۷ الکترون (معادل با ۶۸ درصد از کل الکترون‌ها) بزرگ‌تر از صفر است.

ت اگر در هستهٔ این اتم ۲۵ پروتون و ۳۰ نوترون وجود داشته باشد، عدد جرمی آن برابر با ۵۵ می‌شود. $A=Z+N=25+30=55$

۲- گزینه۴ مجموع مقدار اعداد کوانتومی اصلی و فرعی $(n+l)$ برای زیرلایه‌های 3p و 4s برابر با ۴ می‌شود. از میان عناصر اصلی موجود در جدول تناوبی، در عناصر دستهٔ p از تناوب سوم و عناصر دستهٔ s از تناوب چهارم، مقدار $n+l$ برای بیرونی‌ترین زیرلایهٔ الکترونی برابر با ۴ است. این گروه از عناصر شامل آلومینیم، سیلیسیم، فسفر، گوگرد، کلر، آرگون، پتاسیم و کلسیم می‌شوند.

عناصر فلزی در حالت جامد سطحی صیقلی داشته و چکش‌خوار هستند؛ پس از میان عناصر گفته‌شده، آلومینیم، پتاسیم و کلسیم در حالت جامد سطحی صیقلی داشته و چکش‌خوار هستند. بر این اساس داریم:

$$\text{درصد} = \frac{\text{شمار عناصر چکش‌خوار و صیقلی}}{\text{شمار کل عناصر}} \times 100 = \frac{3}{8} \times 100 = 37/5$$

۳- گزینه۲ پروتون، همانند نوترون و الکترون، یکی از ذرات زیراتمی به شمار می‌رود. این ذرهٔ زیراتمی با نماد $_{1}^{1}p^{+}$ نشان داده شده و جرم آن حدوداً ۲۰۰۰ برابر جرم هر الکترون است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ ایزوتوپ $_{1}^{3}H$ در یک نمونهٔ طبیعی از هیدروژن وجود داشته و ناپایدار است؛ در حالی که سایر ایزوتوپ‌های طبیعی هیدروژن (ایزوتوپ‌های $_{1}^{1}H$ و $_{1}^{2}H$) پایدار بوده و به مرور زمان دچار فروپاشی نمی‌شوند.

۳ یونی که حاوی اتم‌های $^{99}_{44}Tc$ در ساختار خود است، توسط غدهٔ تیروئید جذب شده و اندازهٔ آن نیز مشابه به اندازهٔ یون یدید است.

۴ پس از عبوردادن نور قرمزرنگ حاصل از شعلهٔ فلز لیتیم از منشور، یک طیف نشری خطی با ۴ خط رنگی ایجاد می‌شود.

۴- گزینهٔ ۴ معادلهٔ واکنش‌های مورد نظر پس از موازنه به صورت زیر می‌شود:

$$2H_2S + 3O_2 \rightarrow 2SO_2 + 2H_2O \qquad 4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O$$

با توجه به معادله‌های نوشته‌شده، تفاوت مجموع ضرایب مواد شرکت‌کننده در این واکنش‌ها برابر با ۱۰ است.

۵- گزینهٔ ۳ گاز نیتروژن هنگام رعد و برق و یا در موتور خودروها با اکسیژن واکنش داده و اکسیدهای نیتروژن را تولید می‌کند. اکسیدهای نیتروژن تولیدشده در این واکنش‌ها نیز با گاز اکسیژن موجود در لایهٔ تروپوسفر واکنش داده و موجب تولید اوزون تروپوسفری می‌شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ دمای صفر درجهٔ سانتی‌گراد و فشار ۱ اتمسفر، معادل با شرایط استاندارد (STP) است. در این شرایط، حجم هر مول از گاز نیتروژن (معادل با ۲۸ گرم گاز هیدروژن) برابر با ۲۲/۴ لیتر می‌شود، پس داریم:

$$\text{چگالی گاز نیتروژن} = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}} \Rightarrow \text{چگالی} = \frac{28}{22/4} = 1/25\ g.L^{-1}$$

۲ شمار پیوندهای اشتراکی موجود در هر مولکول نیتروژن، برابر با شمار این پیوندها در هر مولکول CO است. ساختار لوویس مولکول‌های سازندهٔ این گازها به صورت مقابل است:

$:N \equiv N:$ $:C \equiv O:$

۴ پس از رساندن دمای یک نمونه از هوا تا $-200\ ^\circ C$، گاز N_2 همانند گازهای اکسیژن و آرگون موجود در هوا، به حالت مایع در می‌آید. این در حالی است که برخی از گازهای موجود در هوا، مثل گاز هلیم تا دمای $-200\ ^\circ C$ همواره به حالت گاز باقی مانده و میعان نمی‌شوند.

۶- گزینهٔ ۳ به ازای تجزیهٔ ۲ مول دی‌نیتروژن پنتااکسید (معادل با ۲۱۶ گرم دی‌نیتروژن پنتااکسید) در واکنش مورد نظر، ۴ مول گاز نیتروژن دی‌اکسید (معادل با ۱۸۴ گرم گاز نیتروژن دی‌اکسید) و ۱ مول گاز اکسیژن (معادل با ۳۲ گرم گاز اکسیژن) تولید می‌شود؛ پس تفاوت جرم فراورده‌های تولیدشده به ازای تجزیهٔ ۲ مول دی‌نیتروژن پنتااکسید برابر با ۱۵۲ گرم است. بر این اساس داریم:

$$?\ mol\ NO_2 = 57\ g\ \text{تفاوت جرم} \times \frac{4\ mol\ NO_2}{152\ g\ \text{تفاوت جرم}} = 1/5\ mol$$

در مرحلهٔ بعد، سرعت متوسط تولید گاز NO_2 را محاسبه می‌کنیم.

$$\bar{R}_{NO_2} = \frac{\Delta[NO_2]}{\Delta t} = \frac{\frac{\Delta n NO_2}{\text{حجم ظرف}}}{\Delta t} = \frac{\frac{1/5\ mol}{2\ L}}{5\ min \times \frac{60\ s}{1\ min}} = 2/5 \times 10^{-3}\ mol.L^{-1}.s^{-1}$$

۷- گزینهٔ ۳ عبارت‌های آ، ب و پ درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ تروپوسفر نزدیک‌ترین لایهٔ هواکره به سطح زمین است. گازهای NO_2 و O_2 در تروپوسفر در حضور نور خورشید براساس معادلهٔ زیر با یکدیگر واکنش داده و اوزون تروپوسفری را تولید می‌کنند.

$$NO_2(g) + O_2(g) \rightarrow NO(g) + O_3(g)$$

ب با تابش پرتوهای فرابنفش به مولکول‌های اوزون، این مولکول‌ها به یک اتم اکسیژن و یک مولکول O_2 می‌شکنند. با انجام‌شدن این واکنش، مقدار زیادی از پرتوهای فرابنفش خورشید جذب‌شده و از رسیدن آن‌ها به سطح زمین جلوگیری می‌شود.

پ فراوان‌ترین گاز موجود در هواکره، نیتروژن است. این گاز در مقایسه با دومین گاز فراوان موجود در هواکره (گاز اکسیژن)، غیرفعال و واکنش‌ناپذیر است.

ت در صنعت از گاز اوزون (O_3) برای گندزدایی میوه‌ها، سبزیجات و از بین بردن جانداران ذره‌بینی درون آب استفاده می‌شود. تصویر مقابل، ساختار غیرخطی (خمیده) مولکول‌های اوزون را نشان می‌دهد:

۸- گزینهٔ ۲ واکنش محلول نقره نیترات با محلول سدیم کلرید به صورت زیر است:

$$NaCl(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow AgCl(s) + NaNO_3(aq)$$

با توجه به اطلاعات داده‌شده از محلول سدیم کلرید، جرم نقره نیترات مصرف‌شده در این واکنش را محاسبه می‌کنیم.

$$?\ g\ AgNO_3 = 1\ L\ \text{محلول سدیم کلرید} \times \frac{0/2\ mol\ NaCl}{1\ L\ \text{محلول سدیم کلرید}} \times \frac{1\ mol\ AgNO_3}{1\ mol\ NaCl} \times \frac{170\ g\ AgNO_3}{1\ mol\ AgNO_3} = 34\ g$$

با توجه به جرم نقره نیترات موجود در محلول، غلظت ppm این ماده را محاسبه می‌کنیم.

$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 = \frac{34\ g}{8000\ mL \times 1/25\ g.mL^{-1}} \times 10^6 = 3400$$

۹- **گزینه۱** فرمول شیمیایی ترکیبات داده‌شده و اطلاعات مربوط به آن‌ها به صورت زیر است:

✓ آلومینیم سولفات : $Al_2(SO_4)_3$ ← شمار عناصر : ۳ ← شمار اتم‌ها : ۱۷

✓ آهن (III) نیترات : $Fe(NO_3)_3$ ← شمار عناصر : ۳ ← شمار اتم‌ها : ۱۳

✓ کلسیم هیدروکسید : $Ca(OH)_2$ ← شمار عناصر : ۳ ← شمار اتم‌ها : ۵

✓ مس (II) سیلیکات : Cu_2SiO_4 ← شمار عناصر : ۳ ← شمار اتم‌ها : ۷

با توجه به اطلاعات داده‌شده از این مواد، نسبت میان تعداد اتم‌ها به تعداد عناصر در آلومینیم سولفات بیشتر از سایر ترکیب‌ها است.

۱۰- **گزینه۳** با توجه به جرم سدیم موجود در این مخلوط، جرم سدیم سولفات (Na_2SO_4) و منیزیم سولفات ($MgSO_4$) را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{درصد جرمی سدیم} = \frac{\text{جرم سدیم}}{\text{جرم مخلوط}} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۱۸/۴ = \frac{x\,g}{۱۲۵\,g} \times ۱۰۰ \Rightarrow x = ۲۳\,g$$

$$?\,g\,Na_2SO_4 = ۲۳\,g\,Na \times \frac{۱\,mol\,Na}{۲۳\,g\,Na} \times \frac{۱\,mol\,Na_2SO_4}{۲\,mol\,Na} \times \frac{۱۴۲\,g\,Na_2SO_4}{۱\,mol\,Na_2SO_4} = ۷۱\,g$$

بر این اساس، می‌توان گفت در مخلوط مورد نظر ۷۱ گرم سدیم سولفات (معادل با ۰/۵ مول سدیم سولفات) و ۵۴ گرم منیزیم سولفات (معادل با ۰/۴۵ مول منیزیم سولفات) وجود دارد؛ پس انحلال کامل این مخلوط در آب، ۰/۹۵ مول یون سولفات در محلول ایجاد می‌شود. بر این اساس داریم:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{مول حل‌شونده}}{\text{لیتر محلول}} \Rightarrow ۰/۵ = \frac{۰/۹۵\,mol}{x\,L} \Rightarrow x = ۱/۹\,L$$

۱۱- **گزینه۲** ذرات سازندهٔ اتانول، هنگام مخلوط‌شدن با آب، به صورت مولکولی در آب حل شده و ویژگی‌های ساختاری خود را حفظ می‌کنند در حالی که سدیم کلرید پس از انحلال در آب به یون‌های سازندهٔ خود تفکیک شده و ویژگی‌های ساختاری خود را از دست می‌دهد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) چون جرم مولی اکسیژن بیشتر از جرم مولی نیتروژن است، در شرایط یکسان از نظر دما و فشار محیط، انحلال‌پذیری گاز اکسیژن در آب بیشتر از انحلال‌پذیری گاز نیتروژن است.

۳) یون نیترات یکی از یون‌های چنداتمی موجود در آب آشامیدنی است و *می‌دانیم که* بار الکتریکی یون‌های چنداتمی، فقط متعلق به یکی از اتم‌های موجود در این یون‌ها نبوده و به کل اتم‌های موجود در آن یون تعلق دارد.

۴) مولکول‌های کربن دی‌اکسید، برخلاف مولکول‌های آب و H_2S، ناقطبی بوده و در حضور میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا نمی‌کنند.

۱۲- **گزینه۳** می‌دانیم که در یک آلکان n کربنه، $n-۱$ پیوند $C-C$ میان اتم‌های کربن وجود دارد. ۲، ۲، ۳ ـ تری‌متیل هگزان نیز یک آلکان نه‌کربنه با فرمول شیمیایی C_9H_{20} است که ۸ پیوند $C-C$ میان اتم‌های کربن موجود در ساختار آن وجود دارد.

۱۳- **گزینه۴** آرایش الکترونی یون‌های پایدار حاصل از برخی عناصر موجود در دستهٔ d از تناوب چهارم مثل عناصر اسکاندیم و تیتانیم، به زیرلایهٔ 3p ختم می‌شود.

$$_{21}Sc : 1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^6\,3d^1\,4s^2 \xrightarrow{-3e^-} {}_{21}Sc^{3+} : 1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^6$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) گاز اتین با فرمول شیمیایی C_2H_2، ساده‌ترین عضو خانوادهٔ آلکین‌ها است که از واکنش سوختن آن در فرایند جوش کاربیدی استفاده می‌شود.

۲) در طول سال‌های اخیر، میزان استخراج و مصرف مواد معدنی، همانند میزان استخراج و استفاده از عناصر فلزی و سوخت‌های فسیلی افزایش یافته است.

۳) بنزین یک محلول غیرآبی بوده و به ازای سوختن هر گرم از آن در مقایسه با هر گرم زغال‌سنگ، انرژی بیشتری آزاد می‌شود. جدول مقابل انرژی حاصل از بنزین و زغال‌سنگ را در مقایسه با یکدیگر نشان می‌دهد:

نام سوخت	گرمای آزادشده (kJ / g)
بنزین	۴۸
زغال‌سنگ	۳۰

۱۴- **گزینه۳** معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش مورد نظر به صورت مقابل است:

$$2LiOH(s) + CO_2(g) \rightarrow Li_2CO_3(s) + H_2O(g)$$

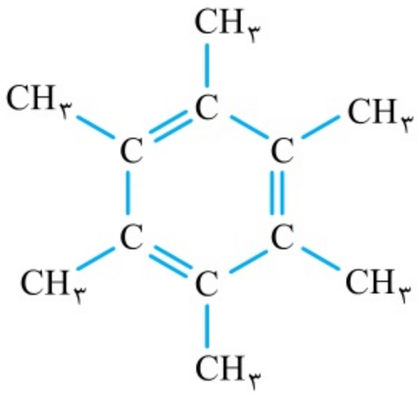
با توجه به معادلهٔ این واکنش، جرم لیتیم هیدروکسید مصرف‌شده را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,g\,LiOH\,\text{ناخالص} = ۲۰۱/۶\,L\,CO_2 \times \frac{۱\,mol\,CO_2}{۲۲/۴\,L\,CO_2} \times \frac{۲\,mol\,LiOH}{۱\,mol\,CO_2} \times \frac{۲۴\,g\,LiOH}{۱\,mol\,LiOH} \times \frac{۱۰۰\,g\,LiOH\,\text{ناخالص}}{۶۰\,g\,LiOH} = ۷۲۰\,g$$

در مرحلهٔ بعد، جرم آب تولیدشده را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,g\,H_2O = ۲۰۱/۶\,LCO_2 \times \frac{۱\,mol\,CO_2}{۲۲/۴\,L\,CO_2} \times \frac{۱\,mol\,H_2O}{۱\,mol\,CO_2} \times \frac{۱۸\,g\,H_2O}{۱\,mol\,H_2O} = ۱۶۲\,g$$

@Konkor



۱۵- گزینهٔ ۱ بنزن یک ترکیب آروماتیک با فرمول شیمیایی C_6H_6 است. اگر اتم‌های هیدروژن موجود در این ترکیب را با گروه‌های متیل ($-CH_3$) جایگزین کنیم، ترکیبی با ساختار مقابل حاصل می‌شود:

چون جرم مولی این ترکیب بیشتر از جرم مولی بنزن است، قدرت نیروهای بین مولکولی در این ماده بیشتر از قدرت نیروهای بین مولکولی در بنزن بوده و به همین خاطر، فراریت (تمایل به تبخیرشدن) یک نمونه از آن کم‌تر از فراریت بنزن است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) ترکیب حاصل از این فرایند، دارای یک حلقهٔ کربنی شش‌ضلعی با سه پیوند دوگانه بوده و عضوی از خانوادهٔ ترکیب‌های آروماتیک است.

۳) فرمول مولکولی این ترکیب به صورت $C_{12}H_{18}$ است؛ در حالی که فرمول شیمیایی نفتالن به صورت $C_{10}H_8$ است.

۴) این ماده، همانند بنزن یک هیدروکربن بوده و به همین خاطر گشتاور دوقطبی آن تقریباً برابر با صفر است.

۱۶- گزینهٔ ۴ در قدم اول، باید ΔH واکنش $BaO(s)+H_2SO_4(aq) \rightarrow BaSO_4(aq)+H_2O(l)$ را محاسبه کنیم. برای این منظور واکنش‌های (I) و (II) را باید معکوس کرده و ΔH واکنش‌های حاصل را با یکدیگر جمع کنیم. بر این اساس داریم:

$$\Delta H = (-\Delta H_1)+(-\Delta H_2) = -213+78 = -135\ kJ$$

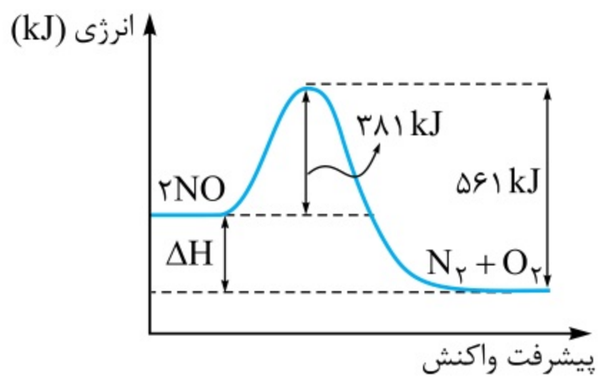
با توجه به تغییر آنتالپی این واکنش، ابتدا مقدار انرژی آزاد شده و پس از آن، مقدار تغییر دمای آب را محاسبه می‌کنیم.

$$?\ J\ \text{انرژی} = 0/1\ mol\ BaO \times \frac{135\ kJ\ \text{انرژی}}{1\ mol\ BaO} \times \frac{1000\ J\ \text{انرژی}}{1\ kJ\ \text{انرژی}} = 13500\ J$$

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow 13500 = 200 \times 4/2 \times \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = 16\ ^\circ C$$

چون واکنش انجام‌شده در این محلول گرماده ($\Delta H < 0$) است، پس با انجام‌شدن آن دمای محلول به اندازهٔ ۱۶ درجهٔ سانتی‌گراد افزایش یافته و از ۲۵ °C به ۴۱ °C می‌رسد.

۱۷- گزینهٔ ۳ در قدم اول، باید مقدار تغییر آنتالپی واکنش $2NO(g) \rightarrow N_2(g)+O_2(g)$ را با استفاده از نمودار مقابل به دست بیاوریم.



$$\Delta H = 381\ kJ - 561\ kJ = -180\ kJ$$

با استفاده از مبدل کاتالیستی مورد نظر، به ازای طی‌شدن هر کیلومتر مسافت، ۱ گرم گاز NO به عناصر سازندهٔ خود تجزیه می‌شود؛ پس می‌توان گفت به ازای طی‌شدن ۱۰۰ کیلومتر مسافت، ۱۰۰ گرم از این گاز به عناصر سازندهٔ خود تجزیه می‌شود. بر این اساس داریم:

$$?\ kJ\ \text{انرژی} = 100\ g\ NO \times \frac{1\ mol\ NO}{30\ g\ NO} \times \frac{180\ kJ\ \text{انرژی}}{2\ mol\ NO} = 300\ kJ$$

۱۸- گزینهٔ ۳ عبارت‌های أ، ب و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ لیکوپن یک ترکیب هیدروکربنی سیرنشده است که می‌تواند رادیکال‌های آزاد را جذب کرده و از آسیب‌رساندن این مولکول‌ها به بدن جلوگیری کند.

ب ادویه‌ها علاوه بر رنگ، بو و مزه‌ای که به غذا می‌دهند، مصرف دارویی نیز داشته و باعث پیشگیری یا رفع سرطان و یا کاهش وزن می‌شوند.

پ قند موجود در جوانهٔ گندم، معادل با مالتوز است. فرمول شیمیایی این ماده به صورت $C_{12}H_{22}O_{11}$ بوده و واکنش تجزیهٔ آن به صورت زیر است:

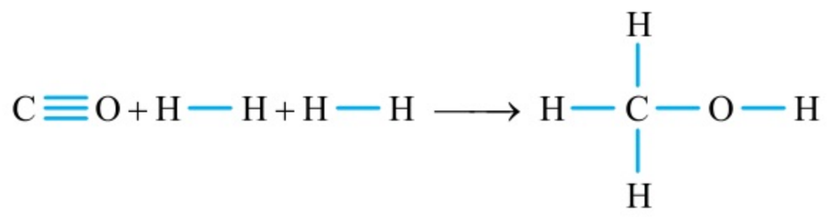
$$C_{12}H_{22}O_{11}(aq)+H_2O(l) \rightarrow 2C_6H_{12}O_6(aq)$$

با توجه به فرمول شیمیایی مالتوز، در ساختار هر مولکول از این ماده ۲۲ اتم H توسط پیوند اشتراکی به سایر اتم‌ها متصل شده است.

ت ۲ـهپتانون در میخک وجود داشته و در ساختار آن، همانند ساختار مولکول‌های ویتامین کا، گروه عاملی کتونی وجود دارد. ساختار مولکول‌های سازندهٔ ۲ ـ هپتانون به صورت مقابل است:



۱۹- گزینهٔ ۳ معادلهٔ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است:



با توجه به معادلهٔ این واکنش داریم:

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = (\text{مجموع آنتالپی پیوندهای جدید تشکیل‌شده در فراورده‌ها}) - (\text{مجموع آنتالپی پیوندهای شکسته‌شده در واکنش‌دهنده‌ها})$$

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = (\Delta H(C\equiv O) + 2\Delta H(H-H)) - (3\Delta H(C-H) + \Delta H(C-O) + \Delta H(O-H))$$

$$= (1075 + 2\times 436) - (3\times 414 + 351 + 464) = 1947 - 2057 = -110\ kJ$$

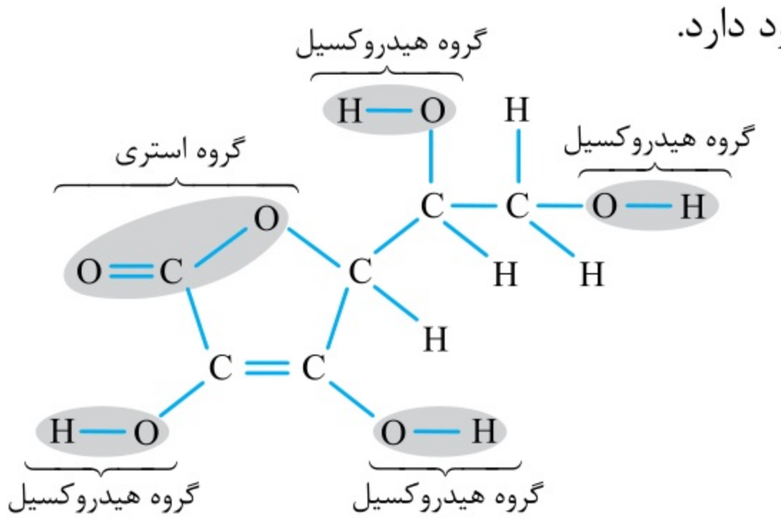
۲۰- گزینه ۲ معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش مورد نظر به صورت مقابل است: $(C_6H_{10}O_5)_n(s) \rightarrow 6nC(s) + 5nH_2O(g)$

با توجه به معادلهٔ این واکنش، جرم زغال $(C(s))$ تولیدشده را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,kgC_{\text{ناخالص}} = 81\,kg_{\text{چوب}} \times \frac{1000\,g_{\text{چوب}}}{1\,kg_{\text{چوب}}} \times \frac{50\,g(C_6H_{10}O_5)_n}{100\,g_{\text{چوب}}} \times \frac{1\,mol(C_6H_{10}O_5)_n}{162n\,g(C_6H_{10}O_5)_n} \times \frac{6n\,molC}{1\,mol(C_6H_{10}O_5)_n} \times \frac{12\,gC}{1\,molC} \times \frac{1\,kgC}{1000\,gC}$$

$$\times \frac{100\,kg\,C_{\text{ناخالص}}}{90\,kg\,C} = 20\,kg$$

۲۱- گزینه ۳ ساختار مولکولی ویتامین (ث) به صورت مقابل است:



همان‌طور که مشخص است، در هر مولکول از این ماده ۱۸ پیوند یگانه و ۲ پیوند دوگانه وجود دارد.

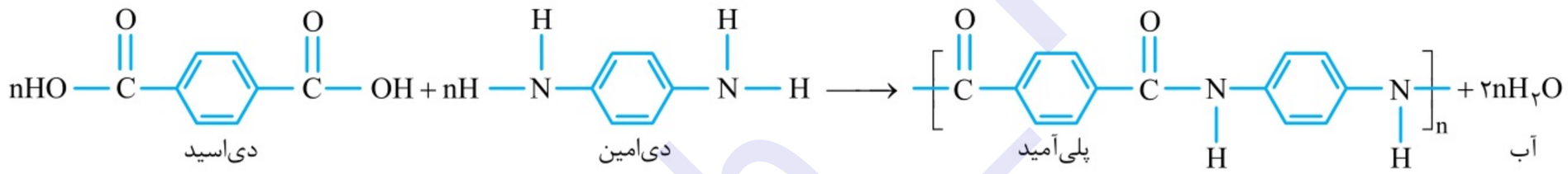
بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در ساختار هر مولکول ویتامین (ث)، ۱ گروه عاملی استری و ۴ گروه عاملی الکلی وجود دارد.

۲) ویتامین (ث) یک مادهٔ محلول در آب بوده و بخش قطبی مولکول‌های سازندهٔ آن بر بخش ناقطبی این مولکول‌ها غلبه دارد.

۴) اتیلن گلیکول یک دی‌الکل بوده و در ساختار آن فقط دو گروه عاملی هیدروکسیل وجود دارد.

۲۲- گزینه ۳ واکنش تولید پلیمر مورد نظر به صورت زیر است:



بر این اساس، عبارت‌های [أ]، [ب] و [ت] درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

[أ] در ساختار پلیمر مورد نظر، گروه عاملی آمیدی تکرار شده است؛ پس این پلیمر در گروه پلی‌آمیدها قرار می‌گیرد.

[ب] جرم مولی دی‌آمین $(C_6H_8N_2)$ و دی‌اسید $(C_8H_6O_4)$ سازندهٔ این پلیمر به ترتیب برابر با ۱۰۸ و ۱۶۶ گرم است.

[پ] با توجه به ساختارهای داده شده، فرمول شیمیایی پلیمر مورد نظر به صورت $(C_{14}H_{10}N_2O_2)_n$ است.

[ت] مونومرهای سازندهٔ این ترکیب دارای حلقهٔ بنزنی بوده و در گروه ترکیب‌های آروماتیک قرار می‌گیرند.

۲۳- گزینه ۱ در قدم اول، غلظت مولی یون هیدروژن و یون هیدروکسید را در محلول مورد نظر محاسبه می‌کنیم.

$$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-10/7} = 2\times 10^{-11}\ mol.L^{-1}$$

$$10^{-14} = [OH^-][H^+] \Rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H^+]} \Rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{2\times 10^{-11}} = 5\times 10^{-4}\ mol.L^{-1}$$

با توجه به غلظت یون هیدروکسید، ابتدا درجهٔ یون این باز را محاسبه کرده و پس از آن، ثابت یونش این ماده را به دست می‌آوریم:

$$[OH^-] = [BOH]\times\alpha \Rightarrow 5\times 10^{-4} = 0/05\times\alpha \Rightarrow \alpha = 0/01$$

$$K_b = \frac{\alpha^2.M}{1-\alpha} \xrightarrow{\alpha<0/05} K_b = \alpha^2.M \Rightarrow K_b = (0/01)^2\times 0/05 = 5\times 10^{-6}\ mol.L^{-1}$$

۲۴- گزینه ۳ فرمول شیمیایی پاک‌کنندهٔ مورد نظر به صورت $C_{13}H_{27}COONa$ است. این صابون از یک بخش آنیونی $(C_{13}H_{27}COO^-)$ و یک یون سدیم تشکیل شده و براساس معادلهٔ $2C_{13}H_{27}COONa(aq) + Ca^{2+}(aq) \rightarrow (C_{13}H_{27}COO)_2Ca(s) + 2Na^+(aq)$ با محلول‌های حاوی یون‌های Ca^{2+} واکنش می‌دهند. براساس معادلهٔ فوق، حجمی از محلول کلسیم کلرید که با هر گرم از این پاک‌کننده واکنش می‌دهد را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,mL_{\text{محلول کلسیم کلرید}} = 1\,g\,C_{13}H_{27}COONa \times \frac{1\,mol\,C_{13}H_{27}COONa}{250\,g\,C_{13}H_{27}COONa} \times \frac{1\,mol\,Ca^{2+}}{2\,mol\,C_{13}H_{27}COONa} \times \frac{1\,mol\,CaCl_2}{1\,mol\,Ca^{2+}}$$

$$\times \frac{1\,L_{\text{محلول کلسیم کلرید}}}{0/1\,mol\,CaCl_2} \times \frac{1000\,mL_{\text{محلول کلسیم کلرید}}}{1\,L_{\text{محلول کلسیم کلرید}}} = 20\,mL$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) با توجه به فرمول شیمیایی این پاک‌کنندهٔ صابونی ($C_{۱۳}H_{۲۷}COONa$) داریم:

$$\text{درصد جرمی کربن} = \frac{\text{جرم مولی کربن} \times ۱۴}{\text{جرم مولی ترکیب}} \times ۱۰۰ = \frac{۱۴ \times ۱۲}{۲۵۰} \times ۱۰۰ = ۶۷/۲$$

۲) مولکول‌های سازندهٔ پاک‌کننده‌های صابونی، همانند مولکول‌های سازندهٔ پاک‌کننده‌های غیرصابونی، براساس برهم‌کنش با ذرات آلاینده‌ها سبب پاک‌شدن این مواد از محیط شده و با آن‌ها واکنش نمی‌دهند.

۴) مولکول‌های سازندهٔ این ماده در برخورد با قطرات چربی، از سمت بخش ناقطبی خود (قسمت B یا همان زنجیرهٔ هیدروکربنی) در مجاورت با مولکول‌های چربی قرار می‌گیرند.

۲۵- گزینه ۲ یک لیتر از این محلول را در نظر گرفته و غلظت یون کلرید موجود در آن را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^{۶} \Rightarrow ۷۱۰ = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{۱\,\text{L} \times \frac{۱۰۰۰\,\text{mL}}{۱\,\text{L}} \times \frac{۱/۱\,\text{g}}{۱\,\text{mL}}} \times ۱۰^{۶} \Rightarrow \text{جرم حل‌شونده} = ۰/۷۸۱\,\text{g}$$

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{مول حل‌شونده}}{\text{لیتر محلول}} \Rightarrow [Cl^-] = \frac{۰/۷۸۱\,\text{g}\,Cl^- \times \frac{۱\,\text{mol}\,Cl^-}{۳۵/۵\,\text{g}\,Cl^-}}{\text{محلول}\,۱\,\text{L}} = \frac{۰/۰۲۲\,\text{mol}}{۱\,\text{L}} = ۰/۰۲۲\,\text{mol.L}^{-۱}$$

در محلول هیدروکلریک اسید، غلظت یون کلرید با غلظت محلول برابر است؛ پس می‌توان گفت غلظت محلول مورد نظر برابر با ۰/۰۲۲ مول بر لیتر است. ابتدا غلظت محلول سود را محاسبه کرده و پس از آن حجم مورد نیاز از این محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$[OH^-] = ۱۰^{\text{pH}-۱۴} = ۱۰^{۱۲-۱۴} = ۱۰^{-۲}\,\text{mol.L}^{-۱} \xrightarrow{\alpha=۱} [NaOH] = [OH^-] = ۱۰^{-۲}\,\text{mol.L}^{-۱}$$

$$m_A v_A n_A = m_B v_B n_B \Rightarrow ۰/۰۲۲ \times ۱۰۰۰ \times ۱ = ۰/۰۱ \times v_B \times ۱ \Rightarrow v_B = ۲۲۰۰\,\text{mL}$$

۲۶- گزینه ۴ با توجه به بیشتربودن ثابت یونش نیترواسید در مقایسه با استیک اسید، در شرایط یکسان از نظر دما و غلظت، محلول نیترواسید در مقایسه با محلول استیک اسید با شدت بیشتری با فلزها واکنش می‌دهد. از طرف دیگر، می‌دانیم که فلز روی در مقایسه با آهن واکنش‌پذیری بیشتری دارد؛ پس در شرایط یکسان، یک نمونه از فلز آهن در مقایسه با فلز روی با سرعت و شدت کم‌تری با اسیدها واکنش می‌دهد. با توجه به توضیحات داده‌شده، واکنش میان فلز آهن و محلول ۱ مولار استیک اسید، در مقایسه با سایر نمونه‌ها با شدت کم‌تری انجام می‌شود.

۲۷- گزینه ۲ در پیل (سلول) سوختی هیدروژن ـ اکسیژن، کاتیون‌ها (یون‌های هیدروژن) موجود در غشای مبادله‌کننده از سمت آند به طرف کاتد حرکت می‌کنند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) مولکول‌های بخار آب تولیدشده در سلول سوختی هیدروژن ـ اکسیژن، از سمت کاتد (محل کاهش اکسیژن) این سلول خارج می‌شوند.

۳) به ازای مصرف‌شدن هر مول گاز اکسیژن در این سلول، ۴ مول الکترون مبادله شده و ۲ مول بخار آب تولید می‌شود.

۴) در این سلول، همانند سایر سلول‌های گالوانی، جهت حرکت الکترون‌ها در مدار خارجی با جهت حرکت کاتیون‌ها در الکترولیت مشابه به هم است.

۲۸- گزینه ۲ معادلهٔ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است: $۲Al(s) + ۳Cu^{۲+}(aq) \rightarrow ۲Al^{۳+}(aq) + ۳Cu(s)$

با توجه به معادلهٔ این واکنش، شمار مول‌های مس تولیدشده در سلول مورد نظر را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,\text{mol Cu} = ۲۰۰\,\text{mL محلول} \times \frac{۱\,\text{L محلول}}{۱۰۰۰\,\text{mL محلول}} \times \frac{۰/۰۵\,\text{mol}\,Cu^{۲+}}{۱\,\text{L محلول}} \times \frac{۱\,\text{mol Cu}}{۱\,\text{mol}\,Cu^{۲+}} = ۰/۰۱\,\text{mol}$$

در مرحلهٔ بعد، شمار مول الکترون‌های مبادله‌شده و سرعت متوسط تولید فلز مس را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,\text{mol e} = ۰/۰۱\,\text{mol Cu} \times \frac{۲\,\text{mol e}}{۱\,\text{mol Cu}} = ۰/۰۲\,\text{mol} \qquad \bar{R}_{Cu} = \frac{\Delta n Cu}{\Delta t} = \frac{۰/۰۱\,\text{mol}}{۵۰۰\,\text{s}} = ۲ \times ۱۰^{-۵}\,\text{mol.s}^{-۱}$$

۲۹- گزینه ۴ در سلول مورد نظر، تیغهٔ مس در نقش کاتد و تیغهٔ روی در نقش آند است. بر این اساس، عبارت‌های آ و ب درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ) برای محاسبهٔ emf سلول مورد نظر، از رابطهٔ مقابل استفاده می‌شود: $\text{emf} = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = ۰/۳۴ - (-۰/۷۶) = ۱/۱\,\text{V}$

ب) با کارکردن سلول‌های گالوانی، غلظت کاتیون موجود در محلول کاتدی (یون مس (II) در سلول مورد نظر) کاهش یافته و غلظت کاتیون موجود در محلول آندی (یون روی در سلول مورد نظر) افزایش پیدا می‌کند.

پ) در سمت کاتد این سلول، الکترون‌های موجود در مدار خارجی با شرکت‌کردن در نیم‌واکنش کاتدی مصرف می‌شوند.

ت) با برقراری جریان در سلول‌های گالوانی، کاتیون‌ها (یون‌های مثبت) از طرف نیم‌سلول آندی به طرف نیم‌سلول کاتدی حرکت می‌کنند.

۳۰- گزینه۱ معادلهٔ نیم‌واکنش‌های انجام‌شده در این سلول به صورت زیر است:

نیم‌واکنش کاتدی: $Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag(s)$

نیم‌واکنش آندی: $2H_2O(l) \rightarrow 4H^+(aq) + O_2(g) + 4e^-$

در قدم اول، با توجه به مقدار الکترون‌های مبادله‌شده، مقدار یون هیدروژن و نقرهٔ تولیدشده را محاسبه می‌کنیم.

جرم نقرهٔ تولیدشده: $?\,g\,Ag = 0/3\,mol\,e^- \times \frac{1\,mol\,Ag}{1\,mol\,e^-} \times \frac{108\,g\,Ag}{1\,mol\,Ag} = 32/4\,g$

مول هیدروژن تولیدشده: $?\,mol\,H^+ = 0/3\,mol\,e^- \times \frac{4\,mol\,H^+}{4\,mol\,e^-} = 0/3\,mol$

در قدم بعد، با توجه به شمار مول‌های یون هیدروژن تولیدشده در محلول، pH آن را محاسبه می‌کنیم.

$$[H^+] = \frac{\text{مول } H^+}{\text{لیتر محلول}} = \frac{0/3\,mol}{3\,L} = 0/1\,mol.L^{-1} \qquad pH = -\log[H^+] = -\log(0/1) = 1$$

۳۱- گزینه۳ عبارت‌های آ، ب و پ درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ چون در ساختار مولکول‌های اتانول (C_2H_5OH) یک اتم هیدروژن متصل به اتم اکسیژن وجود دارد، بین ذرات سازندهٔ این ماده برخلاف مولکول‌های استون ($CH_3-CO-CH_3$) پیوند هیدروژنی برقرار شده و به همین خاطر، دمای جوش اتانول بیشتر از دمای جوش استون است.

ب بین مولکول‌های آمونیاک پیوند هیدروژنی و بین مولکول‌های H_2S نیروی وان‌درواسی وجود دارد و *حتماً می‌دونیم که* قدرت پیوند هیدروژنی بیشتر از قدرت نیروهای وان‌درواسی است.

پ چون بین مولکول‌های HF پیوند هیدروژنی برقرار می‌شود، دمای جوش این ماده در مقایسه با سایر ترکیب‌های داده‌شده بیشتر است. از میان HCl و HBr نیز چون HBr جرم مولی بیشتری دارد، قدرت نیروهای بین مولکولی در آن بیشتر بوده و دمای جوش بالاتری دارد.

ت در گروه اول جدول تناوبی، با حرکت از بالا به پایین، شعاع یونی کاتیون‌ها افزایش یافته و به دنبال آن، آنتالپی فروپاشی شبکهٔ ترکیب‌های یونی حاصل از این مواد با هالوژن‌ها نیز با حرکت از بالا به پایین کاهش پیدا می‌کند.

۳۲- گزینه۳ به هر یک از لایه‌های سازندهٔ گرافیت، گرافن گفته می‌شود. این جامد کووالانسی دوبعدی یک گونهٔ شفاف و انعطاف‌پذیر بوده و همانند الماس، یکی از انواع آلوتروپ‌های کربن محسوب می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ برخی از جامدهای کووالانسی مثل گرافیت، در حالت جامد جریان الکتریسیته را از خود عبور داده و در دستهٔ رسانای الکترونی قرار می‌گیرند. سدیم کلرید نیز یک ترکیب یونی است که در حالت جامد رسانا نیست؛ اما در حالت مذاب جریان الکتریسیته را از خود عبور می‌دهد.

۲ الماس در مقایسه با گرافیت ساختار متراکم‌تری داشته و چگالی آن بیشتر از چگالی گرافیت است. با توجه به قوی‌تربودن پیوند اشتراکی کربن ـ کربن در مقایسه با پیوند اشتراکی سیلیسیم ـ سیلیسیم، نقطهٔ ذوب الماس در مقایسه با سیلیسیم خالص بالاتر است.

۴ سیلیسیم، پس از اکسیژن، فراوان‌ترین عنصر موجود در پوستهٔ جامد زمین بوده و همانند سرب، در گروه چهاردهم قرار دارد.

۳۳- گزینه۱ معادلهٔ واکنش تعادلی انجام‌شده به صورت مقابل است: $2F_2(g) + 2H_2O(g) \rightleftharpoons O_2(g) + 4HF(g)$

با توجه به معادلهٔ فوق، ثابت تعادل واکنش انجام‌شده در ظرف مورد نظر را محاسبه می‌کنیم.

$$K = \frac{[HF]^4 \times [O_2]}{[H_2O]^2 \times [F_2]^2} = \frac{(\frac{0/2}{2})^4 \times (\frac{0/05}{2})}{(\frac{1}{2})^2 \times (\frac{2}{2})^2} = 10^{-5}\ mol.L^{-1}$$

۳۴- گزینه۱ واکنش هیدروژن‌دارشدن هگزن به صورت مقابل است: $C_6H_{12}(l) + H_2(g) \xrightarrow{Ni(s)} C_6H_{14}(l)$

فلز نیکل، کاتالیزگر این واکنش بوده و حضور آن در سامانهٔ واکنش موجب کاهش مقدار انرژی فعال‌سازی و افزایش سرعت واکنش می‌شود؛ اما هیچ تأثیری در ΔH واکنش مورد نظر ندارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ پارازایلن، یکی از هیدروکربن‌های موجود در نفت خام به فرمول مولکولی C_8H_{10} و ساختار مقابل است:



با توجه به ساختار نشان داده شده از این ماده، در هر مولکول آن ۲۱ پیوند اشتراکی بین اتم‌های سازنده وجود دارد.

۳ گاز اتن در اثر واکنش با محلول آبی و رقیق پتاسیم پرمنگنات در شرایط مناسب به اتیلن گلیکول ($HO-CH_2-CH_2-OH$) تبدیل می‌شود.

۴ برای تهیهٔ کربن مونواکسید و هیدروژن موردنیاز برای تولید متانول، از واکنش میان گاز متان با بخار آب استفاده می‌شود. معادلهٔ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است: $CH_4(g) + H_2O(g) \xrightarrow{\text{کاتالیزگر}} CO(g) + 3H_2(g)$

۳۵- گزینه۱ *طبق نظر طراح محترم!* در شرایط بهینه (دمای $450\,^{\circ}C$ و فشار ۲۰۰ اتمسفر) برای انجام‌شدن فرایند تولید آمونیاک از گازهای هیدروژن و نیتروژن، حداکثر بازدهی واکنش برابر با ۲۸ درصد است. معادلهٔ این واکنش به صورت زیر است:

$$3H_2(g)+N_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$$

$$?\,g\,NH_3 = 30\,mol\,H_2 \times \frac{2\,mol\,NH_3}{3\,mol\,H_2} \times \frac{17\,g\,NH_3}{1\,mol\,NH_3} \times \frac{\text{مقدار عملی } 28\,g\,NH_3}{\text{مقدار نظری } 100\,g\,NH_3} = 95/2\,g$$

بچه‌ها! این سؤال کنکور با توجه به متن کتاب درسی دوازدهم یه اشکال علمی داره. متن کتاب در اصل می‌گه که: ((در شرایط بهینه برای انجام‌شدن فرایند هابر، تنها ۲۸ درصد مولی از مخلوط گازهای موجود در ظرف واکنش را آمونیاک تشکیل می‌دهد.)) اگه بخوایم براساس متن کتاب درسی سؤال رو حل کنیم، باید طبق مراحل زیر پیش بریم.

	$3H_2(g)+N_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$			مجموع
مول‌های اولیه	۳۰	۱۰	۰	۴۰
تغییر مول	$-3x$	$-x$	$+2x$	$-2x$
مول‌های تعادل	$30-3x$	$10-x$	$2x$	$40-2x$

$$\text{درصد مولی آمونیاک} = \frac{\text{مول آمونیاک}}{\text{کل مول‌های گازی}} \times 100 \Rightarrow 28 = \frac{2x}{40-2x} \times 100 \Rightarrow x = 4/375\,mol$$

$$\text{مول آمونیاک} = 2x\,mol = 8/75\,mol$$

با توجه به مقدار x، پس از برقراری تعادل باید ۱۴۸/۷۵ گرم آمونیاک در ظرف واکنش وجود داشته باشد؛ اما *چه کنیم که توی کلید سازمان سنجش، عدد ۹۵/۲ گرم به عنوان جواب درست انتخاب شده!*

آزمون جامع ۳

۱- گزینه۲ اگر درصد فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر را برابر با x در نظر بگیریم، درصد فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر برابر با $100-x$ درصد می‌شود. بر این اساس داریم:

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{x\times 16+(100-x)\times 14}{100} \Rightarrow 14/2\,amu = \frac{x\times 16+(100-x)\times 14}{100} \Rightarrow x = 10$$

با توجه به مقدار x، تعداد اتم‌های ایزوتوپ سبک‌تر در نمونهٔ مورد نظر، ۹ برابر تعداد اتم‌های ایزوتوپ سنگین‌تر خواهد بود.

۲- گزینه۱ عبارت‌های آ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ لایهٔ الکترونی با $n=3$ شامل سه زیرلایهٔ s، p و d می‌شود که مقدار عدد کوانتومی فرعی (l) برای آن‌ها به ترتیب برابر با ۰، ۱ و ۲ است.

ب ترتیب پرشدن زیرلایه‌های الکترونی مختلف در قدم اول به مقدار $n+l$ و پس از آن، به مقدار n آن زیرلایه‌ها بستگی دارد.

پ تناوب سوم جدول دوره‌ای شامل ۸ عنصر مختلف می‌شود که از این میان، عناصر کلر و آرگون در دمای اتاق به حالت گاز هستند.

ت عناصر دورهٔ سوم در دسته‌های s و p قرار داشته و آخرین الکترون‌های آن‌ها در زیرلایه‌های 3s و 3p قرار می‌گیرند.

۳- گزینه۴ با توجه به اطلاعات داده‌شده از این یون، شمار نوترون‌ها و پروتون‌های موجود در آن را محاسبه می‌کنیم.

$$N-e=22 \xrightarrow{e-p=2} \begin{matrix} N+P=128 \\ N-P=24 \end{matrix} \Rightarrow 2N=152 \Rightarrow N=76\ ,\ P=52$$

با توجه به محاسبات انجام‌شده، نماد این عنصر به صورت ${}^{128}_{52}X$ خواهد بود. چون عدد اتمی این عنصر بین عدد اتمی گازهای نجیب موجود در انتهای تناوب‌های چهارم ($_{36}Kr$) و پنجم ($_{54}Xe$) قرار می‌گیرد، پس عنصر مورد نظر متعلق به تناوب پنجم است. از طرفی چون عدد اتمی عنصر X به اندازهٔ ۲ واحد کم‌تر از عدد اتمی عنصر $_{54}Xe$ است، پس می‌توان گفت این عنصر در گروه شانزدهم قرار دارد.

با توجه به موقعیت عنصر X در جدول تناوبی، می‌توان گفت در هریک از زیرلایه‌های 1s، 2s، 3s، 4s و 5s از اتم‌های این عنصر، ۲ الکترون جای داشته و هر اتم X در مجموع دارای ۱۰ الکترون با $l=0$ است.

۴- گزینه۴ معادلهٔ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است: $Fe_2O_3(s)+6Na(s) \rightarrow 3Na_2O(s)+2Fe(s)$

به ازای تولید ۲ مول آهن (معادل با ۱۱۲ گرم آهن) در این واکنش، ۶ مول سدیم (معادل با ۱۳۸ گرم سدیم) و ۱ مول آهن (III) اکسید (معادل با ۱۶۰ گرم آهن (III) اکسید) مصرف می‌شود؛ پس می‌توان گفت به ازای تولید ۱۱۲ گرم فلز آهن، تفاوت جرم واکنش‌دهنده‌های مصرف‌شده برابر با ۲۲ گرم است. بر این اساس، جرم آهن و به دنبال آن، جرم آلیاژ تولیدشده را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,g\,Fe = 49/5\,g\,\text{تفاوت جرم} \times \frac{112\,g\,Fe}{22\,g\,\text{تفاوت جرم}} = 252\,g$$

$$?\,g\,\text{آلیاژ} = 252\,g\,Fe \times \frac{100\,g\,\text{آلیاژ}}{84\,g\,Fe} = 300\,g$$

۵- گزینه۱ فقط عبارت پ نادرست است.

بررسی چهار عبارت:

أ فراوان‌ترین گاز هواکره، N_2 است. این گاز واکنش‌پذیری کمی داشته و از آن برای پرکردن تایر خودروها و در صنعت سرماسازی استفاده می‌شود.

ب با افزایش ارتفاع، فشار گازهای موجود در هواکره به مرور کم‌تر شده و تعداد ذرات سازندهٔ این گازها در واحد حجم نیز به تدریج کاهش پیدا می‌کند.

پ سومین گاز فراوان موجود در هواکره، آرگون است. این گاز، گلخانه‌ای نبوده و در واکنش سوختن کامل هیدروکربن‌ها نیز شرکت نمی‌کند.

ت برای تهیهٔ گازهای نیتروژن، اکسیژن و آرگون در صنعت، می‌توان از تقطیر جزءبه‌جزء هوای مایع استفاده کرد.

۶- گزینه۳ معادلهٔ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است: $X_2CO_3(s) + 2HCl(aq) \rightarrow H_2O(l) + CO_2(g) + 2XCl(aq)$

با توجه به حجم گاز تولیدشده، شمار مول‌های X_2CO_3 را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,mol\,X_2CO_3 = 4/48\,L\,CO_2 \times \frac{1\,mol\,CO_2}{22/4\,L\,CO_2} \times \frac{1\,mol\,X_2CO_3}{1\,mol\,CO_2} = 0/2\,mol$$

بر این اساس، جرم ۰/۲ مول X_2CO_3 برابر با ۲۱/۲ گرم است؛ پس می‌توان گفت جرم هر مول X_2CO_3 برابر با ۱۰۶ گرم است.

$$\text{جرم مولی } X_2CO_3 = (2 \times \text{جرم مولی } X) + (1 \times \text{جرم مولی } C) + (3 \times \text{جرم مولی } O) \Rightarrow \text{جرم مولی } X = 23\,g.mol^{-1}$$

۷- گزینه۱ برای بررسی رفتار گازها پس از تغییر مؤلفه‌های مربوط به آن‌ها، از تناسب مقابل استفاده می‌کنیم. $V \propto \frac{n \times T}{P}$

از آن‌جا که شمار مول‌های هر نمونهٔ گازی (n) با جرم و حجم آن نمونهٔ گازی رابطهٔ مستقیم دارد، می‌توان گفت با x برابرشدن شمار مول‌های یک مادهٔ گازی، جرم و حجم آن نمونهٔ گازی نیز x برابر شده و طی این فرایند، چگالی (نسبت میان جرم به حجم) نمونهٔ مورد نظر تغییری نمی‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ چون حجم گازها با دمای آن‌ها رابطهٔ مستقیم دارد، با افزایش دمای یک نمونهٔ گازی در فشار ثابت، حجم آن نمونهٔ گازی افزایش پیدا می‌کند.

۳ با برداشتن وزنهٔ از روی سیلندر پیستون نشان داده شده، فشار موجود بر روی گازهای سیلندر (P) کاهش یافته و حجم آن‌ها افزایش پیدا می‌کند. چون طی این فرایند حجم افزایش یافته اما جرم گاز ثابت مانده است، چگالی این نمونهٔ گازی کاهش می‌یابد.

۴ با بالاکشیدن پیستون، حجم گازهای موجود در سیلندر (V) افزایش پیدا می‌کند. با افزایش حجم یک نمونهٔ گازی، به شرط ثابت‌ماندن فشار گاز مورد نظر، دمای این نمونهٔ گازی افزایش می‌یابد.

۸- گزینه۱ درصد جرمی نمک حل‌شده در یک محلول را با استفاده از رابطهٔ زیر می‌توان محاسبه کرد:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{انحلال‌پذیری}}{\text{انحلال‌پذیری} + 100} \times 100$$

اگر انحلال‌پذیری و درصد جرمی محلول سیرشدهٔ نمک مورد نظر در شرایط اولیه را به ترتیب معادل با S_1 و W_1 در نظر بگیریم، انحلال‌پذیری و درصد جرمی محلول سیرشدهٔ این نمک در شرایط ثانویه به ترتیب معادل با S_2 و W_2 می‌شود؛ پس داریم:

$$\begin{cases} S_2 = 0/25 \times S_1 \\ W_2 = 0/4 \times W_1 \end{cases}$$

با توجه به نسبت‌های فوق، مقدار انحلال‌پذیری اولیهٔ نمک مورد نظر را محاسبه می‌کنیم.

$$W_2 = \frac{4}{10} \times W_1 \Rightarrow \frac{S_2}{100 + S_2} \times 100 = \frac{4}{10} \times \frac{S_1}{100 + S_1} \times 100 \xrightarrow{S_2 = 0/25 \times S_1} \frac{0/25 \times S_1}{100 + 0/25 \times S_1} \times 100 = \frac{4}{10} \times \frac{S_1}{100 + S_1} \times 100$$

$$\frac{5}{100 + 0/25 \times S_1} = \frac{8}{100 + S_1} \Rightarrow S_1 = 100\,\text{گرم} \xrightarrow{S_2 = 0/25 \times S_1} S_2 = 25\,\text{گرم}$$

با توجه به محاسبات انجام‌شده، انحلال‌پذیری نهایی نمک مورد نظر برابر با ۲۵ گرم در ۱۰۰ گرم آب است؛ پس داریم:

$$W_2 = \frac{S_2}{100 + S_2} \times 100 = \frac{25}{100 + 25} \times 100 = 20\,\text{درصد}$$

۹- گزینه۱ قانون هنری تأثیر فشار گازها بر انحلال‌پذیری آن‌ها در آب را بررسی می‌کند. براساس این قانون، انحلال‌پذیری گازها با فشار آن‌ها رابطهٔ مستقیم دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ اغلب چشمه‌ها، قنات‌ها و رودخانه‌ها، دارای آبی زلال و شفاف هستند که شیرین، گوارا و آشامیدنی است. یون‌های کلرید، منیزیم، هیدروکسید، کلسیم، سدیم و آهن (II) از جمله یون‌های موجود در این آب‌ها هستند.

۳ در یک میدان الکتریکی، مولکول‌های H_2O از سمت سر منفی خود (از سمت اتم O) به طرف قطب مثبت میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا می‌کنند.

۴ آب شیرین و آب شور دریاچه‌ها، رطوبت موجود در خاک و بخار آب موجود در هوا، همانند کوه‌های یخ، چشمه‌های آب، نهرها و جوی‌های آب، جزء آب‌کره محسوب می‌شوند.

۱۰- گزینه ۱ معادلهٔ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است:

$$PI_3(s) + 3H_2O(l) \rightarrow H_3PO_3(aq) + 3HI(aq)$$

در قدم اول، سرعت متوسط مصرف PI_3 را در طول بازهٔ زمانی مورد نظر محاسبه می‌کنیم.

$$\text{جرم } PI_3 \text{ مصرف‌شده} = \text{جرم اولیهٔ } PI_3 - \text{جرم نهایی } PI_3 = 20/6\ g - 4/12\ g = 16/48\ g$$

$$\bar{R}_{PI_3} = \frac{\Delta n PI_3}{\Delta t} = \frac{16/48\ g\ PI_3 \times \frac{1\ mol\ PI_3}{412\ g\ PI_3}}{2\ min \times \frac{60\ s}{1\ min}} = \frac{0/04\ mol}{120\ s} = 3/3 \times 10^{-4}\ mol.s^{-1}$$

در قدم بعد، غلظت هیدرویدیک اسید تولیدشده در محلول مورد نظر را محاسبه می‌کنیم.

$$?\ mol\ HI = 16/48\ g\ PI_3 \times \frac{1\ mol\ PI_3}{412\ g\ PI_3} \times \frac{3\ mol\ HI}{1\ mol\ PI_3} = 0/12\ mol \qquad [HI] = \frac{\text{مول HI}}{\text{لیتر محلول}} = \frac{0/12\ mol}{1\ L} = 0/12\ mol.L^{-1}$$

۱۱- گزینه ۳ یک نمونه به حجم x میلی‌لیتر از محلول HCl را در نظر گرفته و جرم محلول و جرم یون کلرید موجود در آن را محاسبه می‌کنیم.

$$?\ g\ Cl^- = x\ mL\ \text{محلول} \times \frac{1/2\ g\ \text{محلول}}{1\ mL\ \text{محلول}} \times \frac{36/5\ g\ HCl}{100\ g\ \text{محلول}} \times \frac{1\ mol\ HCl}{36/5\ g\ HCl} \times \frac{1\ mol\ Cl^-}{1\ mol\ HCl} \times \frac{35/5\ g\ Cl^-}{1\ mol\ Cl^-} = 0/426\ x\ g$$

$$?\ g\ \text{محلول} = x\ mL\ \text{محلول} \times \frac{1/2\ g\ \text{محلول}}{1\ mL\ \text{محلول}} = 1/2\ x\ g$$

در مرحلهٔ بعد با توجه به غلظت محلول نهایی (محلولی که از مخلوط‌کردن محلول HCl با ۱۰ لیتر آب به دست می‌آید)، مقدار x را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{غلظت یون کلرید : } ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow 109/5 = \frac{0/426\ x\ g\ \text{یون کلرید}}{1/2\ x\ g\ \text{محلول هیدروکلریک اسید} + 10000\ g\ \text{آب}} \times 10^6 \Rightarrow x = 2/57\ mL$$

۱۲- گزینه ۳ عبارت‌های آ و ب درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

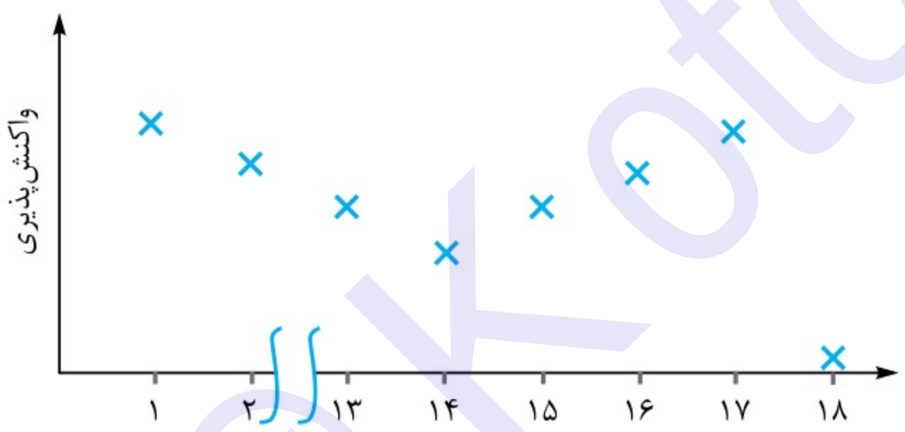
آ با افزایش واکنش‌پذیری عناصر فلزی، اتم‌های این عناصر تمایل بیشتری به ایجاد ترکیب داشته و استخراج آن‌ها دشوارتر است.

ب واکنش‌پذیری هر عنصر، به تمایل اتم‌های آن عنصر برای انجام واکنش‌های شیمیایی بستگی دارد.

پ چون واکنش میان آهن (II) اکسید و فلز سدیم به طور طبیعی انجام می‌شود، پس می‌توان گفت در این فرایند واکنش‌پذیری واکنش‌دهنده‌ها بیشتر از فراورده‌ها بوده و فراورده‌ها پایداری بیشتری دارند.

ت از آن‌جا که واکنش میان سدیم اکسید و کربن به طور طبیعی انجام نمی‌شود، پس می‌توان گفت در این فرایند واکنش‌پذیری واکنش‌دهنده‌ها کم‌تر از فراورده‌ها بوده و فراورده‌ها پایداری کم‌تری دارند.

۱۳- گزینه ۴ به طور کلی، در تناوب دوم با حرکت از سمت چپ به راست، ابتدا از خاصیت فلزی عناصر کاسته شده و واکنش‌پذیری آن‌ها کاسته می‌شود. این روند تا گروه چهاردهم ادامه پیدا می‌کند؛ اما پس از آن، خاصیت نافلزی عناصر افزایش پیدا کرده و واکنش‌پذیری آن‌ها مجدداً افزایش پیدا می‌کند. نمودار تغییر واکنش‌پذیری این عناصر به صورت مقابل است:



۱۴- گزینه ۴ معادلهٔ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است:

$$LiAlH_4 + 4H_2O \rightarrow LiOH + Al(OH)_3 + 4H_2$$

با توجه به معادلهٔ واکنش، درصد خلوص $LiAlH_4$ را محاسبه می‌کنیم.

$$?\ g\ LiAlH_4 = 11/2\ L\ H_2 \times \frac{1\ mol\ H_2}{22/4\ L\ H_2} \times \frac{1\ mol\ LiAlH_4}{4\ mol\ H_2} \times \frac{38\ g\ LiAlH_4}{1\ mol\ LiAlH_4} = 4/75\ g$$

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم ناخالص}}{\text{جرم خالص}} \times 100 = \frac{4/75}{5} \times 100 = \text{درصد } 95$$

۱۵- گزینه ۴ هر مول Fe_2O_3، پس از انحلال در محلول، دو مول یون Fe^{3+} تولید کرده و یون حاصل نیز در واکنش با ۶ مول سدیم هیدروکسید، ۲ مول آهن (III) هیدروکسید را تولید می‌کند؛ پس داریم:

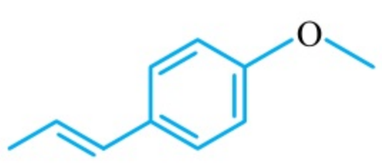
$$1\ mol\ Fe_2O_3 \sim 2\ mol\ Fe(OH)_3$$

با توجه به رابطهٔ گفته‌شده، ابتدا جرم آهن و پس از آن، درصد خلوص این ماده را محاسبه می‌کنیم.

$$?\ g\ Fe = 5/35\ g\ Fe(OH)_3 \times \frac{1\ mol\ Fe(OH)_3}{107\ g\ Fe(OH)_3} \times \frac{1\ mol\ Fe_2O_3}{2\ mol\ Fe(OH)_3} \times \frac{2\ mol\ Fe}{1\ mol\ Fe_2O_3} \times \frac{56\ g\ Fe}{1\ mol\ Fe} = 2/8\ g$$

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم خالص}}{\text{جرم ناخالص}} \times 100 = \frac{2/8}{20} \times 100 = \text{درصد } 14$$

۱۶- گزینه۳ رازیانه از جمله گیاهانی است که طعم و بوی آن به طور عمده از یک ترکیب اتری آروماتیک با ساختار مقابل ناشی می‌شود:



فرمول شیمیایی این ترکیب به صورت $C_{۱۰}H_{۱۲}O$ بوده و در ساختار آن مجموعاً ۲۷ پیوند اشتراکی وجود دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) افزودنی‌ها، مواد شیمیایی مانند نگه‌دارنده‌ها، رنگ‌دهنده‌ها و طعم‌دهنده‌ها هستند که به صورت هدفمند به مواد خوراکی یا غذاها افزوده می‌شوند. برای نمونه، نگه‌دارنده‌ها (مثل بنزوئیک اسید) سرعت واکنش‌های شیمیایی که منجر به فساد مادهٔ غذایی می‌شود را کاهش می‌دهند.

۲) یک واکنش شیمیایی با $\Delta H > ۰$، گرماگیر است. در واکنش‌های گرماگیر، آنتالپی مواد شرکت‌کننده افزایش یافته و فراورده‌های تولیدشده در آن‌ها نیز ناپایدارتر از واکنش‌دهنده‌های مصرف‌شده هستند.

۴) روغن و چربی از جمله ترکیب‌های آلی اکسیژن‌داری هستند که به دلیل تفاوت در ساختار، رفتارهای فیزیکی و شیمیایی متفاوتی نسبت به یکدیگر دارند. روغن دارای حالت فیزیکی مایع (l) بوده و چربی دارای حالت فیزیکی جامد (s) است. از دیدگاه شیمیایی، در ساختار مولکول‌های روغن پیوندهای دوگانهٔ بیشتری وجود داشته و به همین خاطر، روغن در مقایسه با چربی واکنش‌پذیری بیشتری دارد.

۱۷- گزینه۲ عبارت‌های آ و پ درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

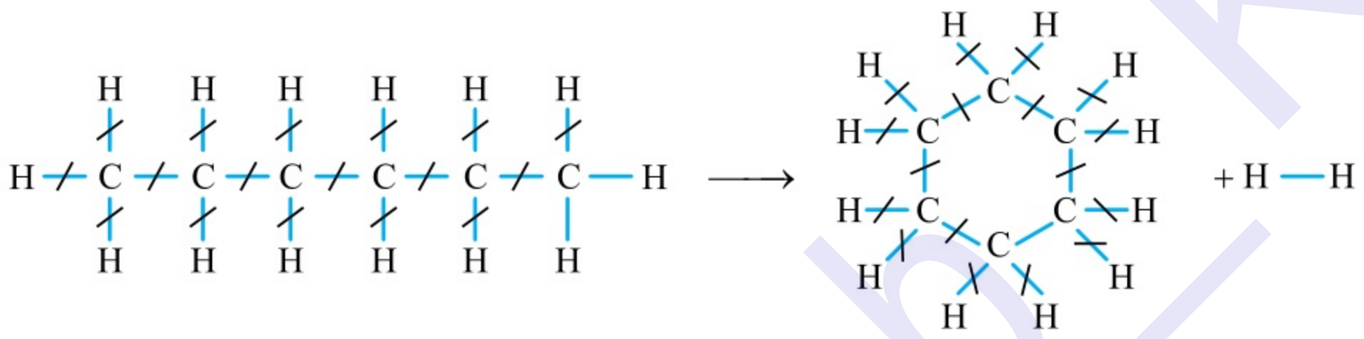
آ آنتالپی بسیاری از واکنش‌های شیمیایی را نمی‌توان به روش تجربی اندازه‌گیری کرد، زیرا برخی از آن‌ها مرحله‌ای از یک واکنش پیچیده هستند و یا برخی دیگر از آن‌ها به آسانی انجام نمی‌شوند.

ب آزمایش‌ها و یافته‌های تجربی نشان می‌دهند که تأمین شرایط بهینه برای انجام واکنش میان کربن و گاز هیدروژن بسیار دشوار و پرهزینه است.

پ فلز لیتیم در مقایسه با سایر فلزهای قلیایی واکنش‌پذیری کم‌تری داشته و به همین خاطر، با سرعت کم‌تری نیز با آب واکنش می‌دهد.

ت بنزوئیک اسید ($C_۷H_۶O_۲$) در تمشک و توت‌فرنگی یافت شده و هر مولکول آن دارای ۷ اتم کربن در ساختار خود است.

۱۸- گزینه۳ واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است:



با توجه به ساختارهای فوق، مقدار تغییر آنتالپی این واکنش را محاسبه می‌کنیم.

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = (\text{مجموع آنتالپی پیوندهای شکسته‌شده در واکنش‌دهنده‌ها}) - (\text{مجموع آنتالپی پیوندهای تشکیل‌شده در فراورده‌ها})$$

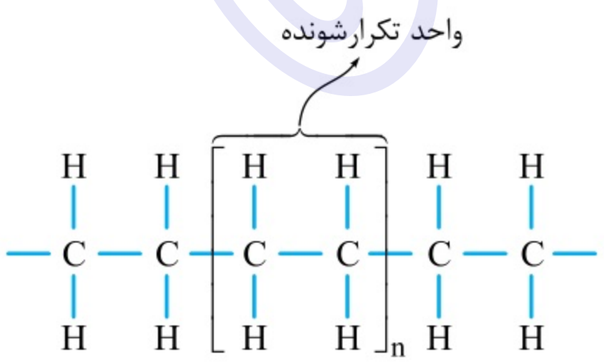
$$= (۲\times \Delta H(C-H)) - (\Delta H(C-C) + \Delta H(H-H)) = (۲\times ۴۱۲) - (۳۴۸ + ۴۳۶) = ۴۰\ kJ$$

چون واکنش مورد نظر گرماگیر است، پس می‌توان گفت واکنش‌دهندهٔ مصرف‌شده در آن (هگزان) پایداری بیشتری دارد.

۱۹- گزینه۱ یکی از عوامل مؤثر بر گرمای مبادله‌شده در واکنش‌های شیمیایی، حالت فیزیکی مواد شرکت‌کننده در آن واکنش است. فرایند اکسایش آمونیاک گرماده است، پس با افزایش پایداری (کاهش سطح انرژی) واکنش‌دهنده‌ها و کاهش پایداری (افزایش سطح انرژی) فراورده‌ها، مقدار گرمای آزادشده طی این واکنش کاهش پیدا می‌کند. مقایسهٔ سطح انرژی حالت‌های مختلف یک ماده نیز به صورت مقابل است: جامد < مایع < گاز: سطح انرژی

بر این اساس، در واکنش $۴NH_۳(l) + ۵O_۲(g) \rightarrow ۴NO(g) + ۶H_۲O(g)$ سطح انرژی واکنش‌دهنده (آمونیاک) در پایین‌ترین حالت ممکن و سطح انرژی فراورده (آب) در بالاترین حالت ممکن بوده و مقدار گرمای آزادشده در این واکنش نیز کم‌تر از مقدار گرمای آزادشده در سایر واکنش‌ها است.

۲۰- گزینه۳ در دی‌الکل یا دی‌آمین‌های مصرف‌شده برای تولید پلی‌استرها و پلی‌آمیدها، هیچ پیوند دوگانه‌ای وجود ندارد.



بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) ساختار پلی‌اتن به صورت مقابل است:

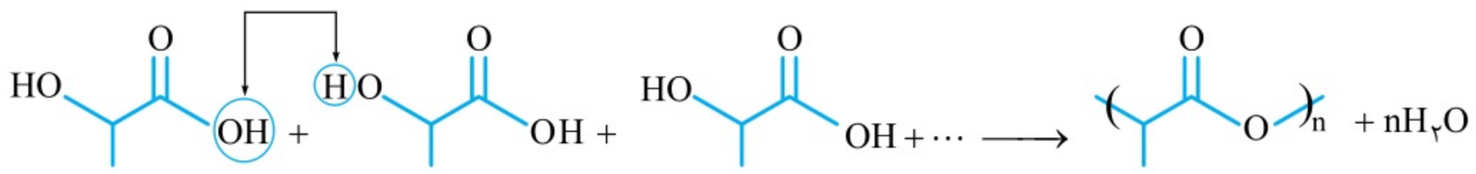
همان‌طور که مشخص است، در یک مولکول پلی‌اتن، هر اتم کربن با ۴ پیوند به ۴ اتم دیگر متصل شده است.

۲) پلی‌اتن یک جامد سفیدرنگ بوده و از واکنش میان مولکول‌های اتن در فشار و دمای بالا تشکیل می‌شود.

۴) در اتین ($C_۲H_۲$)، همانند هیدروژن سیانید (HCN)، نسبت میان شمار اتم‌های کربن به شمار اتم‌های هیدروژن برابر با ۱ است.

۲۱- گزینه۱ فرمول شیمیایی نفتالن به صورت $C_{۱۰}H_۸$ بوده و در هر مولکول از آن، ۱۰ اتم کربن وجود دارد. ۳ ـ اتیل ـ ۳ ـ متیل هپتان نیز یک آلکان ۱۰ کربنه با فرمول شیمیایی $C_{۱۰}H_{۲۲}$ است.

۲۲- گزینه ۳ واکنش تولید پلی‌لاکتیک اسید از لاکتیک اسید به صورت زیر است:



همان‌طور که مشخص است، در ساختار این پلیمر گروه عاملی استری به صورت پشت سر هم تکرار می‌شود. پلی‌اتیلن ترفتالات نیز یک پلی‌استر بوده و در ساختار آن گروه عاملی استری به صورت پشت سر هم تکرار می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در ساختار لاکتیک اسید، گروه‌های عاملی کربوکسیل (—COOH) و هیدروکسیل (—OH) وجود دارد؛ در حالی که در ساختار مولکول‌های ویتامین (ث) گروه‌های عاملی هیدروکسیل و استری وجود دارند.

۲) در هریک از مولکول‌های سازندهٔ لاکتیک اسید ($C_۳H_۶O_۳$)، ۱۲ پیوند اشتراکی بین اتم‌ها وجود دارد.

۴) در هر مولکول لاکتیک اسید، ۶ جفت و در هر مولکول $SO_۳$ نیز ۸ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد.

۲۳- گزینه ۳ عبارت‌های أ، پ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ تصویر نشان داده شده، به یک استر بلندزنجیر مربوط است.

ب در ساختار هر یک از مولکول‌های یک استر بلندزنجیر، ۶ اتم اکسیژن و ۱۲ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد.

پ استرهای بلندزنجیر به طور کلی ناقطبی بوده و به همین خاطر، در حلال‌های ناقطبی مثل بنزین حل می‌شوند.

ت بخش عمدهٔ مولکول استرهای بلندزنجیر را قسمت ناقطبی (دم‌های هیدروکربنی) تشکیل می‌دهند و به همین خاطر، این مواد ناقطبی هستند.

۲۴- گزینه ۴ ابتدا غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید را به دست آورده و پس از آن، مقادیر حاصل را با هم مقایسه می‌کنیم.

$$[H_۳O^+] = ۱۰^{-pH} \Rightarrow [H_۳O^+] = ۱۰^{-۱/۷} = ۱۰^{۰/۳} \times ۱۰^{-۲} = ۰/۰۲\ mol.L^{-۱}$$

$$Kw = [H_۳O^+] \times [OH^-] \Rightarrow ۱۰^{-۱۴} = [H_۳O^+] \times [OH^-] \Rightarrow ۱۰^{-۱۴} = ۰/۰۲ \times [OH^-] \Rightarrow [OH^-] = ۵ \times ۱۰^{-۱۳}\ mol.L^{-۱}$$

$$\frac{[H_۳O^+]}{[OH^-]} = \frac{۰/۰۲}{۵ \times ۱۰^{-۱۳}} = ۴ \times ۱۰^{۱۰}$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) با افزودن ۱۹۰ میلی‌لیتر آب خالص به ۱۰ میلی‌لیتر از یک محلول اسیدی، حجم آن محلول ۲۰ برابر شده و غلظت آن ۰/۰۵ برابر می‌شود. در چنین شرایطی، مقدار pH محلول مورد نظر به اندازهٔ $\log(۲۰) = ۱/۳$ واحد به سمت pH ناحیهٔ خنثی ($pH = ۷$) نزدیک‌تر می‌شود.

۲) محلول مورد نظر خاصیت اسیدی دارد؛ پس از آن می‌توان برای بازکردن راه لوله‌های مسدودشده توسط مواد و آلاینده‌های بازی استفاده کرد.

۳) غلظت یون هیدروکسید در یک نمونه از محلول سود با $pH = ۱۳$ برابر با ۰/۱ مول بر لیتر است؛ پس داریم:

$$n_A \times V_A \times M_A = n_B \times V_B \times M_B \Rightarrow ۱ \times ۱۰ \times ۰/۰۲ = ۱ \times V_B \times ۰/۱ \Rightarrow V_B = ۲\ mL$$

۲۵- گزینه ۳ عبارت‌های أ و ب درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ نیتریک اسید، یک اسید نسبتاً قوی محسوب می‌شود؛ در حالی که فورمیک اسید یک اسید ضعیف به شمار می‌رود. بر این اساس، در شرایط یکسان غلظت یون هیدرونیوم در محلول نیتریک اسید بیشتر از محلول فورمیک اسید بوده و محلول این اسید با شدت بیشتری با فلزها واکنش می‌دهد.

ب اگر مقداری از یک پاک‌کنندهٔ صابونی را به مخلوط آب و روغن بیفزاییم، یک کلوئید به دست می‌آید. کلوئیدها از جمله مخلوط‌هایی هستند که نور را در خود پخش می‌کنند.

پ فرمول شیمیایی اسیدهای چرب به صورت $R—COOH$ است. هر یک از مولکول‌های سازندهٔ اسیدهای چرب از دو بخش قطبی و ناقطبی تشکیل شده و در آن ۲ اتم اکسیژن وجود دارد.

ت جوش شیرین ($NaHCO_۳$) یک ماده با خاصیت بازی است که برای افزایش قدرت پاک‌کردن چربی‌ها، به شوینده‌ها افزوده می‌شود.

۲۶- گزینه ۱ اسید معدهٔ انسان (هیدروکلریک اسید) قدرت اسیدی بالایی داشته و درجهٔ یونش آن برابر با ۱ است. بر این اساس، غلظت اسید موجود در معده با غلظت یون هیدروژن موجود در آن برابر است. بر این اساس، غلظت یون هیدروژن موجود در معده را در دو حالت گفته‌شده با یکدیگر مقایسه می‌کنیم.

$$\frac{[H^+] \text{در حالت فعالیت}}{[H^+] \text{در حالت استراحت}} = \frac{۱۰^{-pH_۱}}{۱۰^{-pH_۲}} = \frac{۱۰^{-۱/۴}}{۱۰^{-۳/۷}} = ۱۰^{۲/۳} = \text{برابر } ۲۰۰$$

۲۷- گزینه۳ در سلول الکترولیتی مورد نظر، تیغهٔ نقره‌ای در نقش آند (قطب مثبت) و قاشق مسی در نقش کاتد (قطب منفی) است.

بررسی چهار گزینه‌ها:

۱) در سمت آند این سلول اتم‌های نقره اکسید شده و در سمت کاتد آن، یون‌های نقره کاهش پیدا می‌کنند؛ پس غلظت یون نقره در این محلول ثابت خواهد ماند. *این در حالیه که* اتم‌های مس و یون‌های Cu^{2+} در هیچ‌کدام از نیم‌واکنش‌های انجام‌شده در این سلول شرکت نکرده و غلظت یون‌های Cu^{2+} در تمام طول واکنش برابر با صفر باقی می‌ماند.

۲) الکترون‌های موجود در مدار خارجی این سلول الکترولیتی به سمت قاشق مسی (کاتد) جاری می‌شوند.

۳) آنیون‌های موجود در محلول این سلول الکترولیتی به سمت تیغهٔ نقره‌ای (آند) جذب می‌شوند.

۴) در قطب منفی (کاتد) این سلول الکترولیتی نیم‌واکنش کاهش یون‌های نقره به صورت مقابل انجام می‌شود:

$$Ag^{+}(aq) + e^{-} \rightarrow Ag(s)$$

۲۸- گزینه۴ اگر بار الکتریکی یون وانادیم تولیدشده را برابر با $+n$، واکنش کاهش یون‌های V^{5+} به صورت زیر می‌شود:

$$2V^{5+} + (5-n)Zn \rightarrow 2V^{n+} + (5-n)Zn^{2+}$$

با توجه به معادلهٔ این واکنش و جرم فلز روی مصرف‌شده، مقدار n را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,mol\,Zn = 325\,mg\,Zn \times \frac{1\,g\,Zn}{1000\,mg\,Zn} \times \frac{1\,mol\,Zn}{65\,g\,Zn} = 0/005\,mol$$: مقدار مول فلز روی مصرف‌شده

$$0/005\,mol\,Zn = 200\,mL_{\text{محلول وانادیم}} \times \frac{1\,L_{\text{محلول وانادیم}}}{1000\,mL_{\text{محلول وانادیم}}} \times \frac{0/025\,mol\,V^{5+}}{1\,L_{\text{محلول وانادیم}}} \times \frac{(5-n)\,mol\,Zn^{2+}}{2\,mol\,V^{5+}} \Rightarrow n = 3$$

با توجه به مقدار n، یون تولیدشده در محلول V^{3+} بوده و به همین خاطر، این محلول به رنگ سبز دیده می‌شود.

۲۹- گزینه۳ چون پتانسیل کاهشی قلع بیشتر از پتانسیل کاهشی آهن است، در یک ورقهٔ حلبی خراشیده‌شدهٔ اتم‌های آهن به عنوان محافظ کاتدی اتم‌های قلع در نیم‌واکنش اکسایش شرکت کرده و یون‌های Fe^{2+} را تولید می‌کنند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در جدول پتانسیل کاهشی استاندارد، فلزهایی که قدرت کاهندگی (تمایل به اکسیدشدن) بیشتری نسبت به گاز H_2 دارند، در موقعیت پایین‌تری نسبت به هیدروژن قرار گرفته و علامت E° آن‌ها منفی است.

۲) در واکنش برقکافت آب، حجم فراوردهٔ تولیدشده در سمت آند (گاز اکسیژن)، ۰/۵ برابر حجم فراوردهٔ تولیدشده در سمت کاتد (گاز هیدروژن) است.

۴) در سلول گالوانی مس ـ نقره، الکترود نقره در نقش کاتد (قطب مثبت) بوده و نیم‌واکنش کاهش یون‌های Ag^{+} در مجاورت با آن اتفاق می‌افتد.

۳۰- گزینه۴ در واکنش فلز روی ($_{30}Zn$) با اکسیژن، روی در نقش گونهٔ کاهنده (گونه‌ای که الکترون از دست داده و اکسید می‌شود) بوده و طی این فرایند، ۲ الکترون با $l = 0$ و $n = 4$ (الکترون‌های موجود در زیرلایهٔ 4s) از دست می‌دهد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

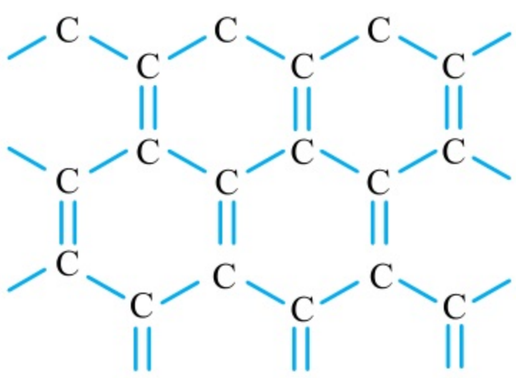
۱) رشد دانش و پیشرفت فناوری، انجام فعالیت‌های فردی، اقتصادی، صنعتی و ... را آسان‌تر کرده و افزایش سطح رفاه و آسایش را به دنبال داشته است. دو رکن اساسی تحقق این فناوری‌ها، دستیابی به مواد مناسب و تأمین انرژی هستند.

۲) پس از قراردادن فلز Al در محلول $CuSO_4$، واکنش مقابل انجام می‌شود: $2Al(s) + 3CuSO_4(aq) \rightarrow 3Cu(s) + Al_2(SO_4)_3(aq)$

چون این واکنش به صورت طبیعی انجام می‌شود، دمای محلول مورد نظر افزایش یافته و فراورده‌هایی با پایداری بیشتر در آن تولید می‌شوند.

۳) تأمین انرژی همانند تولید مواد و کنترل کیفی مواد یکی از قلمروهای دانش الکتروشیمی است. در این قلمرو از دانش الکتروشیمی، از باتری‌ها، سلول‌های سوختی و سوخت آن‌ها استفاده می‌شود.

۳۱- گزینه۱ گرافن، تک‌لایه‌ای از گرافیت است که در آن اتم‌های کربن با پیوندهای اشتراکی حلقه‌های شش گوشه تشکیل داده‌اند. این ترکیب، یک جامد کووالانسی دوبعدی بوده و در ساختار آن هر اتم کربن توسط ۳ پیوند اشتراکی به ۳ اتم کربن دیگر متصل شده است. ساختار گرافن به صورت مقابل است:



در ساختار گرافن، در اطراف هر اتم کربن ۲ پیوند یگانه و یک پیوند دوگانه وجود دارد؛ پس عملاً می‌توان گفت پیوندهای کربن-کربن موجود در این ماده به طور میانگین $1\frac{1}{3}$ گانه هستند. این در حالی است که پیوندهای کربن-کربن موجود در بنزن یکی در میان یگانه و دوگانه بوده و می‌توان گفت پیوندهای کربن ـ کربن موجود در این ماده به طور میانگین $1\frac{1}{2}$ گانه هستند. در سیکلوهگزان نیز همهٔ پیوندهای کربن ـ کربن یگانه هستند. *واضحاً* عدد $1\frac{1}{3} = 1/33$ به عدد $1\frac{1}{2} = 1/5$ *نزدیک‌تره.*

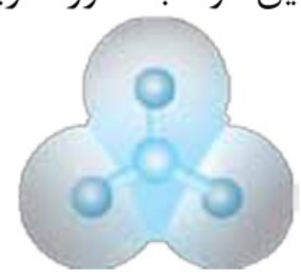
۳۲- گزینه ۲ چون مجموع قدرمطلق بار آنیون و کاتیون در کلسیم برمید و منیزیم کلرید با هم برابر است؛ پس به سراغ مقایسهٔ شعاع یونی ذرات سازندهٔ این دو ترکیب می‌رویم. با توجه به کوچک‌تربودن شعاع یون‌های سازندهٔ منیزیم کلرید در مقایسه با کلسیم برمید، می‌توان گفت انرژی لازم برای فروپاشی شبکهٔ یک مول منیزیم کلرید ($MgCl_2$) بیشتر از انرژی لازم برای فروپاشی شبکهٔ یک مول کلسیم برمید ($CaBr_2$) است.

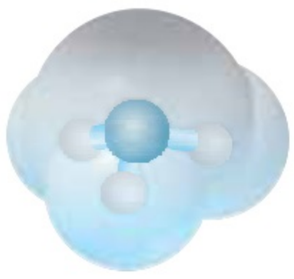
بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) کلروفرم ($CHCl_3$)، یک ترکیب قطبی بوده و در صورت مجاورت با یک میلهٔ باردار، به سمت آن میلهٔ باردار منحرف می‌شود.

۳) در نیروگاه‌های حرارتی، انرژی خورشید توسط شارهٔ یونی (سدیم کلرید مذاب) جذب شده و پس از آن، به یک شارهٔ مولکولی (آب) انتقال پیدا می‌کند.

۴) چون خاصیت نافلزی اکسیژن بیشتر از خاصیت نافلزی گوگرد است، در نقشهٔ پتانسیل الکتروستاتیکی SO_3 اتم مرکزی (گوگرد) بار جزئی مثبت داشته و با رنگ آبی نشان داده می‌شود. برخلاف گوگرد تری‌اکسید، در نقشهٔ پتانسیل الکتروستاتیکی آمونیاک، اتم مرکزی (اتم نیتروژن) بار جزئی منفی داشته و با رنگ قرمز نشان داده می‌شود. نقشهٔ پتانسیل الکتروستاتیکی این مواد به صورت زیر است:

گوگرد تری‌اکسید: 

آمونیاک: 

۳۳- گزینه ۳ فرض می‌کنیم ۴ مول گاز نیتروژن مونوکسید به یک محفظهٔ ۱ لیتری وارد شده و تعادل مورد نظر در آن محفظه برقرار می‌شود. در این شرایط داریم:

واکنش	$2NO(g) \rightleftharpoons N_2(g) + O_2(g)$		
غلظت اولیه	۴	۰	۰
تغییر غلظت	$-3/2$	$+1/6$	$+1/6$
غلظت تعادلی	۰/۸	۱/۶	۱/۶

$$K = \frac{[N_2]\times[O_2]}{[NO]^2} \Rightarrow K = \frac{1/6\times 1/6}{(0/8)^2} = 4$$

در مرحلهٔ بعد، با توجه به مقدار نیتروژن مونوکسید مصرف‌شده در این فرایند، مقدار انرژی حاصل را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,kJ \text{ انرژی} = 3/2\,mol\,NO \times \frac{230\,kJ \text{ انرژی}}{2\,mol\,NO} = 368\,kJ$$

۳۴- گزینه ۳ عبارت‌های أ، پ و ت درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

أ ترکیب مورد نظر به طور هم‌زمان دارای گروه‌های عاملی آمینی ($-NH_2$) و کربوکسیل ($-COOH$) در ساختار خود است؛ پس از آن می‌توان به عنوان مونومر برای تولید پلی‌آمیدها استفاده کرد.

ب پلاتین (Pt)، یکی از کاتالیزگرهای موجود در مبدل‌های کاتالیستی است. پتانسیل کاهشی این عنصر فلزی بزرگ‌تر از صفر بوده و یک نمونه از آن با محلول‌های اسیدی واکنش نمی‌دهد.

پ برای تهیهٔ گازهای CO و H_2 می‌توان از واکنش $CH_4(g) + H_2O(g) \rightarrow CO(g) + 2H_2(g)$ در حضور کاتالیزگر مناسب بهره برد.

ت در واکنش تبدیل پارازایلن به ترفتالیک اسید، از پتاسیم پرمنگنات به عنوان کاتالیزگر استفاده می‌شود و *می‌دانیم* که کاتالیزگرها به طور کلی باعث کاهش انرژی فعالسازی (E_a) واکنش‌ها می‌شوند.

۳۵- گزینه ۲ ترفتالیک اسید، نوعی دی‌اسید بوده و ساختار مولکول‌های سازندهٔ آن به صورت مقابل است:



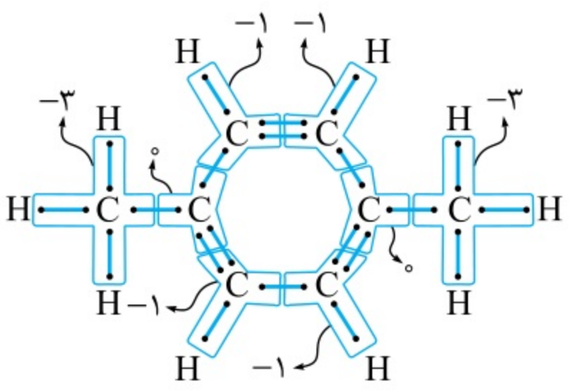
همان‌طور که مشخص است، هر یک از اتم‌های کربن موجود در ساختار این دی‌اسید به ۳ اتم دیگر متصل شده‌اند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) متانول مایعی بی‌رنگ، بسیار سمی و ساده‌ترین عضو خانوادهٔ الکل‌ها است. از این ماده در مراحل بازیافت مولکول‌های PET استفاده می‌شود.

۳) کلرو اتان، از واکنش میان گاز هیدروژن کلرید و گاز اتن براساس واکنش $CH_2=CH_2 + HCl \rightarrow CH_3-CH_2Cl$ تهیه می‌شود. از این ماده به عنوان مادهٔ افشاننده در بی‌حس‌کننده‌های موضعی استفاده می‌شود.

۴) پارازایلن فقط از عناصر هیدروژن و کربن ساخته شده و نوعی هیدروکربن به شمار می‌رود. ساختار این ماده به همراه عدد اکسایش اتم‌های کربن موجود در ساختار آن به صورت مقابل است:



همون‌طور که مشخصه، عدد اکسایش دو مورد از اتم‌های C موجود در ساختار پارازایلن برابر با صفر است.

فصل ۱

تست	گزینه
۱	۴
۲	۳
۳	۴
۴	۱
۵	۱
۶	۲
۷	۱
۸	۳
۹	۱
۱۰	۲
۱۱	۲
۱۲	۳
۱۳	۲
۱۴	۴
۱۵	۱
۱۶	۴
۱۷	۲
۱۸	۲
۱۹	۳
۲۰	۱
۲۱	۳
۲۲	۲
۲۳	۳
۲۴	۳
۲۵	۲
۲۶	۴
۲۷	۲
۲۸	۴
۲۹	۲
۳۰	۳
۳۱	۲
۳۲	۲
۳۳	۲
۳۴	۴
۳۵	۳
۳۶	۴
۳۷	۳
۳۸	۴
۳۹	۲
۴۰	۳
۴۱	۲
۴۲	۴
۴۳	۲
۴۴	۴
۴۵	۴
۴۶	۱
۴۷	۳
۴۸	۲
۴۹	۱
۵۰	۱
۵۱	۱
۵۲	۴
۵۳	۲
۵۴	۲
۵۵	۳
۵۶	۱
۵۷	۲
۵۸	۱
۵۹	۳
۶۰	۲
۶۱	۲
۶۲	۳
۶۳	۲
۶۴	۳
۶۵	۴
۶۶	۳
۶۷	۱
۶۸	۲
۶۹	۲
۷۰	۲
۷۱	۲
۷۲	۲
۷۳	۲
۷۴	۲
۷۵	۳
۷۶	۲
۷۷	۳
۷۸	۳
۷۹	۲
۸۰	۱
۸۱	۳
۸۲	۲
۸۳	۳
۸۴	۳
۸۵	۳
۸۶	۴
۸۷	۲
۸۸	۲
۸۹	۳
۹۰	۳
۹۱	۲
۹۲	۱
۹۳	۳
۹۴	۲
۹۵	۳
۹۶	۱
۹۷	۳
۹۸	۲
۹۹	۳
۱۰۰	۱
۱۰۱	۱
۱۰۲	۳
۱۰۳	۴
۱۰۴	۱
۱۰۵	۳
۱۰۶	۲
۱۰۷	۲
۱۰۸	۴
۱۰۹	۳
۱۱۰	۴
۱۱۱	۱
۱۱۲	۳
۱۱۳	۲
۱۱۴	۲
۱۱۵	۱
۱۱۶	۲
۱۱۷	۳
۱۱۸	۳
۱۱۹	۲
۱۲۰	۱
۱۲۱	۲
۱۲۲	۳
۱۲۳	۴
۱۲۴	۱
۱۲۵	۱
۱۲۶	۳
۱۲۷	۲
۱۲۸	۲
۱۲۹	۳
۱۳۰	۳
۱۳۱	۲
۱۳۲	۳
۱۳۳	۴
۱۳۴	۱
۱۳۵	۳
۱۳۶	۲
۱۳۷	۳
۱۳۸	۱
۱۳۹	۳
۱۴۰	۱
۱۴۱	۳
۱۴۲	۴
۱۴۳	۲
۱۴۴	۴
۱۴۵	۳
۱۴۶	۳
۱۴۷	۳
۱۴۸	۳
۱۴۹	۳
۱۵۰	۴
۱۵۱	۲
۱۵۲	۴
۱۵۳	۴
۱۵۴	۲
۱۵۵	۲
۱۵۶	۴
۱۵۷	۲
۱۵۸	۱
۱۵۹	۴
۱۶۰	۳
۱۶۱	۳
۱۶۲	۳
۱۶۳	۴
۱۶۴	۴
۱۶۵	۱
۱۶۶	۳
۱۶۷	۴
۱۶۸	۲
۱۶۹	۱
۱۷۰	۲
۱۷۱	۱
۱۷۲	۳
۱۷۳	۴
۱۷۴	۳
۱۷۵	۲
۱۷۶	۳
۱۷۷	۴
۱۷۸	۳
۱۷۹	۴
۱۸۰	۴
۱۸۱	۱
۱۸۲	۲
۱۸۳	۳
۱۸۴	۲
۱۸۵	۱
۱۸۶	۴
۱۸۷	۳
۱۸۸	۲
۱۸۹	۳
۱۹۰	۴
۱۹۱	۱
۱۹۲	۴
۱۹۳	۴
۱۹۴	۱
۱۹۵	۴
۱۹۶	۲
۱۹۷	۲
۱۹۸	۳
۱۹۹	۳
۲۰۰	۱
۲۰۱	۱
۲۰۲	۲
۲۰۳	۱
۲۰۴	۲
۲۰۵	۲
۲۰۶	۳
۲۰۷	۳
۲۰۸	۲
۲۰۹	۲
۲۱۰	۴
۲۱۱	۴
۲۱۲	۴
۲۱۳	۱
۲۱۴	۱
۲۱۵	۱
۲۱۶	۴
۲۱۷	۳
۲۱۸	۱
۲۱۹	۴
۲۲۰	۲
۲۲۱	۱
۲۲۲	۳
۲۲۳	۴
۲۲۴	۴
۲۲۵	۱
۲۲۶	۳
۲۲۷	۴
۲۲۸	۴
۲۲۹	۳
۲۳۰	۱
۲۳۱	۳
۲۳۲	۳
۲۳۳	۳
۲۳۴	۱
۲۳۵	۴
۲۳۶	۲
۲۳۷	۱
۲۳۸	۱
۲۳۹	۱
۲۴۰	۳
۲۴۱	۲
۲۴۲	۳
۲۴۳	۴
۲۴۴	۲
۲۴۵	۳
۲۴۶	۱
۲۴۷	۲
۲۴۸	۴
۲۴۹	۴
۲۵۰	۱
۲۵۱	۲
۲۵۲	۱
۲۵۳	۲
۲۵۴	۲
۲۵۵	۴
۲۵۶	۲
۲۵۷	۱
۲۵۸	۲
۲۵۹	۳
۲۶۰	۱
۲۶۱	۳
۲۶۲	۳
۲۶۳	۴
۲۶۴	۴
۲۶۵	۲
۲۶۶	۲
۲۶۷	۳
۲۶۸	۳
۲۶۹	۱
۲۷۰	۳
۲۷۱	۱
۲۷۲	۳
۲۷۳	۲
۲۷۴	۴
۲۷۵	۱
۲۷۶	۱
۲۷۷	۳
۲۷۸	۱
۲۷۹	۳
۲۸۰	۴
۲۸۱	۲
۲۸۲	۴
۲۸۳	۴
۲۸۴	۴
۲۸۵	۲
۲۸۶	۴
۲۸۷	۲
۲۸۸	۱
۲۸۹	۴
۲۹۰	۲
۲۹۱	۲
۲۹۲	۱
۲۹۳	۳
۲۹۴	۲
۲۹۵	۴
۲۹۶	۱
۲۹۷	۳
۲۹۸	۲
۲۹۹	۲

@Konkor

فصل ۲

۳۰۰	۴
۳۰۱	۴
۳۰۲	۱
۳۰۳	۲
۳۰۴	۳
۳۰۵	۱
۳۰۶	۴
۳۰۷	۳
۳۰۸	۴
۳۰۹	۲
۳۱۰	۲
۳۱۱	۳
۳۱۲	۲
۳۱۳	۲
۳۱۴	۴
۳۱۵	۲
۳۱۶	۴
۳۱۷	۱
۳۱۸	۴
۳۱۹	۱
۳۲۰	۳
۳۲۱	۲
۳۲۲	۳
۳۲۳	۴
۳۲۴	۳
۳۲۵	۲
۳۲۶	۳
۳۲۷	۳
۳۲۸	۲
۳۲۹	۴
۳۳۰	۱
۳۳۱	۴
۳۳۲	۳
۳۳۳	۲
۳۳۴	۴
۳۳۵	۴
۳۳۶	۲
۳۳۷	۲
۳۳۸	۲
۳۳۹	۲
۳۴۰	۲
۳۴۱	۲
۳۴۲	۴
۳۴۳	۳
۳۴۴	۳
۳۴۵	۱
۳۴۶	۲
۳۴۷	۳
۳۴۸	۲
۳۴۹	۳
۳۵۰	۲
۳۵۱	۳
۳۵۲	۳
۳۵۳	۱
۳۵۴	۲
۳۵۵	۱
۳۵۶	۳
۳۵۷	۲
۳۵۸	۱
۳۵۹	۳
۳۶۰	۳
۳۶۱	۲
۳۶۲	۲
۳۶۳	۱
۳۶۴	۲
۳۶۵	۲
۳۶۶	۴
۳۶۷	۴
۳۶۸	۳
۳۶۹	۳
۳۷۰	۴
۳۷۱	۲
۳۷۲	۱
۳۷۳	۱
۳۷۴	۲
۳۷۵	۱
۳۷۶	۲
۳۷۷	۴
۳۷۸	۲
۳۷۹	۱
۳۸۰	۲
۳۸۱	۲
۳۸۲	۲
۳۸۳	۳
۳۸۴	۳
۳۸۵	۱
۳۸۶	۴
۳۸۷	۳
۳۸۸	۳
۳۸۹	۱
۳۹۰	۳
۳۹۱	۲
۳۹۲	۴
۳۹۳	۳
۳۹۴	۲
۳۹۵	۲
۳۹۶	۱
۳۹۷	۱
۳۹۸	۴
۳۹۹	۳
۴۰۰	۳
۴۰۱	۱
۴۰۲	۴
۴۰۳	۴
۴۰۴	۱
۴۰۵	۴
۴۰۶	۱
۴۰۷	۳
۴۰۸	۲
۴۰۹	۳
۴۱۰	۳
۴۱۱	۲
۴۱۲	۳
۴۱۳	۳
۴۱۴	۴
۴۱۵	۲
۴۱۶	۲
۴۱۷	۳
۴۱۸	۲
۴۱۹	۱
۴۲۰	۴
۴۲۱	۳
۴۲۲	۴
۴۲۳	۲
۴۲۴	۲
۴۲۵	۲
۴۲۶	۱
۴۲۷	۲
۴۲۸	۳
۴۲۹	۱
۴۳۰	۳
۴۳۱	۳
۴۳۲	۴
۴۳۳	۳
۴۳۴	۲
۴۳۵	۳
۴۳۶	۳
۴۳۷	۱
۴۳۸	۲
۴۳۹	۲
۴۴۰	۲
۴۴۱	۴
۴۴۲	۱
۴۴۳	۲
۴۴۴	۳
۴۴۵	۴
۴۴۶	۲
۴۴۷	۲
۴۴۸	۴
۴۴۹	۳
۴۵۰	۴
۴۵۱	۲
۴۵۲	۳
۴۵۳	۴
۴۵۴	۱
۴۵۵	۲
۴۵۶	۱
۴۵۷	۱
۴۵۸	۳
۴۵۹	۱
۴۶۰	۴
۴۶۱	۳
۴۶۲	۲
۴۶۳	۳
۴۶۴	۲
۴۶۵	۳
۴۶۶	۲
۴۶۷	۳
۴۶۸	۲
۴۶۹	۴
۴۷۰	۲
۴۷۱	۳
۴۷۲	۲
۴۷۳	۲
۴۷۴	۲
۴۷۵	۲
۴۷۶	۱
۴۷۷	۲
۴۷۸	۳
۴۷۹	۴
۴۸۰	۴
۴۸۱	۲
۴۸۲	۲
۴۸۳	۱
۴۸۴	۴
۴۸۵	۳
۴۸۶	۱
۴۸۷	۲
۴۸۸	۱
۴۸۹	۲
۴۹۰	۳
۴۹۱	۳
۴۹۲	۲
۴۹۳	۳
۴۹۴	۲
۴۹۵	۲
۴۹۶	۳
۴۹۷	۲
۴۹۸	۱
۴۹۹	۳
۵۰۰	۱
۵۰۱	۲
۵۰۲	۱
۵۰۳	۴
۵۰۴	۱
۵۰۵	۳
۵۰۶	۴
۵۰۷	۲
۵۰۸	۲
۵۰۹	۳
۵۱۰	۲
۵۱۱	۴
۵۱۲	۲
۵۱۳	۴
۵۱۴	۱
۵۱۵	۳
۵۱۶	۴
۵۱۷	۴
۵۱۸	۲
۵۱۹	۲
۵۲۰	۳
۵۲۱	۴
۵۲۲	۲
۵۲۳	۲
۵۲۴	۳
۵۲۵	۲
۵۲۶	۱
۵۲۷	۳
۵۲۸	۴
۵۲۹	۳
۵۳۰	۱
۵۳۱	۲
۵۳۲	۱
۵۳۳	۴
۵۳۴	۳
۵۳۵	۲
۵۳۶	۳
۵۳۷	۴
۵۳۸	۳
۵۳۹	۳
۵۴۰	۱
۵۴۱	۲
۵۴۲	۲
۵۴۳	۲
۵۴۴	۴
۵۴۵	۴
۵۴۶	۴
۵۴۷	۴
۵۴۸	۴
۵۴۹	۲
۵۵۰	۱
۵۵۱	۲
۵۵۲	۲
۵۵۳	۴
۵۵۴	۲
۵۵۵	۳
۵۵۶	۲

فصل ۳

۵۵۷	۳
۵۵۸	۳
۵۵۹	۲
۵۶۰	۳
۵۶۱	۴
۵۶۲	۳
۵۶۳	۲
۵۶۴	۴
۵۶۵	۲
۵۶۶	۴
۵۶۷	۴
۵۶۸	۲
۵۶۹	۴
۵۷۰	۲
۵۷۱	۳
۵۷۲	۲
۵۷۳	۱
۵۷۴	۱
۵۷۵	۴
۵۷۶	۲
۵۷۷	۲
۵۷۸	۳
۵۷۹	۱
۵۸۰	۴
۵۸۱	۳
۵۸۲	۳
۵۸۳	۳
۵۸۴	۲
۵۸۵	۲
۵۸۶	۳
۵۸۷	۳
۵۸۸	۲
۵۸۹	۴
۵۹۰	۳
۵۹۱	۲
۵۹۲	۲
۵۹۳	۲
۵۹۴	۳
۵۹۵	۳
۵۹۶	۲
۵۹۷	۴
۵۹۸	۳

Konkor

۵۹۹	۱
۶۰۰	۲
۶۰۱	۳
۶۰۲	۲
۶۰۳	۳
۶۰۴	۲
۶۰۵	۲
۶۰۶	۲
۶۰۷	۲
۶۰۸	۲
۶۰۹	۱
۶۱۰	۲
۶۱۱	۲
۶۱۲	۲
۶۱۳	۴
۶۱۴	۳
۶۱۵	۳
۶۱۶	۳
۶۱۷	۳
۶۱۸	۲
۶۱۹	۴
۶۲۰	۱
۶۲۱	۲
۶۲۲	۱
۶۲۳	۳
۶۲۴	۱
۶۲۵	۱
۶۲۶	۲
۶۲۷	۴
۶۲۸	۱
۶۲۹	۳
۶۳۰	۳
۶۳۱	۴
۶۳۲	۲
۶۳۳	۴
۶۳۴	۱
۶۳۵	۲
۶۳۶	۲
۶۳۷	۲
۶۳۸	۳
۶۳۹	۴
۶۴۰	۲
۶۴۱	۲
۶۴۲	۱
۶۴۳	۲
۶۴۴	۴
۶۴۵	۲
۶۴۶	۱
۶۴۷	۲
۶۴۸	۲
۶۴۹	۳
۶۵۰	۳
۶۵۱	۲
۶۵۲	۳
۶۵۳	۳
۶۵۴	۳
۶۵۵	۲
۶۵۶	۱
۶۵۷	۲
۶۵۸	۱
۶۵۹	۳
۶۶۰	۴
۶۶۱	۲
۶۶۲	۳
۶۶۳	۱
۶۶۴	۲
۶۶۵	۲
۶۶۶	۳
۶۶۷	۴
۶۶۸	۴
۶۶۹	۳
۶۷۰	۱
۶۷۱	۲
۶۷۲	۲
۶۷۳	۲
۶۷۴	۳
۶۷۵	۴
۶۷۶	۳
۶۷۷	۲
۶۷۸	۲
۶۷۹	۴
۶۸۰	۴
۶۸۱	۲
۶۸۲	۲
۶۸۳	۳
۶۸۴	۲
۶۸۵	۴
۶۸۶	۲
۶۸۷	۲
۶۸۸	۴
۶۸۹	۳
۶۹۰	۱
۶۹۱	۴
۶۹۲	۲
۶۹۳	۴
۶۹۴	۲
۶۹۵	۳
۶۹۶	۱
۶۹۷	۲
۶۹۸	۱
۶۹۹	۳
۷۰۰	۳
۷۰۱	۴
۷۰۲	۲
۷۰۳	۴
۷۰۴	۳
۷۰۵	۲
۷۰۶	۲
۷۰۷	۴
۷۰۸	۳
۷۰۹	۲
۷۱۰	۳
۷۱۱	۳
۷۱۲	۱
۷۱۳	۴
۷۱۴	۴
۷۱۵	۱
۷۱۶	۲
۷۱۷	۳
۷۱۸	۳
۷۱۹	۳
۷۲۰	۲
۷۲۱	۱
۷۲۲	۲
۷۲۳	۳
۷۲۴	۳
۷۲۵	۳
۷۲۶	۲
۷۲۷	۱
۷۲۸	۴
۷۲۹	۳
۷۳۰	۴
۷۳۱	۱
۷۳۲	۳
۷۳۳	۲
۷۳۴	۴
۷۳۵	۲
۷۳۶	۳
۷۳۷	۲

فصل ۴

۷۳۸	۳
۷۳۹	۲
۷۴۰	۱
۷۴۱	۴
۷۴۲	۲
۷۴۳	۲
۷۴۴	۱
۷۴۵	۱
۷۴۶	۴
۷۴۷	۲
۷۴۸	۲
۷۴۹	۲
۷۵۰	۳
۷۵۱	۳
۷۵۲	۱
۷۵۳	۳
۷۵۴	۳
۷۵۵	۲
۷۵۶	۲
۷۵۷	۴
۷۵۸	۴
۷۵۹	۲
۷۶۰	۳
۷۶۱	۲
۷۶۲	۴
۷۶۳	۳
۷۶۴	۱
۷۶۵	۱
۷۶۶	۳
۷۶۷	۲
۷۶۸	۴
۷۶۹	۳
۷۷۰	۱
۷۷۱	۴
۷۷۲	۴
۷۷۳	۱
۷۷۴	۱
۷۷۵	۲
۷۷۶	۱
۷۷۷	۳
۷۷۸	۳
۷۷۹	۴
۷۸۰	۳
۷۸۱	۱
۷۸۲	۳
۷۸۳	۱
۷۸۴	۳
۷۸۵	۴
۷۸۶	۴
۷۸۷	۳
۷۸۸	۱
۷۸۹	۱
۷۹۰	۲
۷۹۱	۳
۷۹۲	۳
۷۹۳	۲
۷۹۴	۲
۷۹۵	۲
۷۹۶	۲
۷۹۷	۱
۷۹۸	۴
۷۹۹	۲
۸۰۰	۱
۸۰۱	۳
۸۰۲	۳
۸۰۳	۲
۸۰۴	۱
۸۰۵	۴
۸۰۶	۴
۸۰۷	۲
۸۰۸	۲
۸۰۹	۴
۸۱۰	۱
۸۱۱	۴
۸۱۲	۳
۸۱۳	۴
۸۱۴	۲
۸۱۵	۳
۸۱۶	۳
۸۱۷	۳
۸۱۸	۲
۸۱۹	۱
۸۲۰	۱
۸۲۱	۴
۸۲۲	۴
۸۲۳	۴
۸۲۴	۳
۸۲۵	۲
۸۲۶	۳
۸۲۷	۳
۸۲۸	۲
۸۲۹	۱
۸۳۰	۳
۸۳۱	۴
۸۳۲	۱
۸۳۳	۳
۸۳۴	۳
۸۳۵	۱
۸۳۶	۳
۸۳۷	۱
۸۳۸	۱
۸۳۹	۳
۸۴۰	۴
۸۴۱	۳
۸۴۲	۱
۸۴۳	۲
۸۴۴	۴
۸۴۵	۲
۸۴۶	۱
۸۴۷	۱
۸۴۸	۲
۸۴۹	۳
۸۵۰	۲
۸۵۱	۲
۸۵۲	۳
۸۵۳	۲
۸۵۴	۳
۸۵۵	۱
۸۵۶	۲
۸۵۷	۱
۸۵۸	۳
۸۵۹	۲
۸۶۰	۲
۸۶۱	۱
۸۶۲	۳
۸۶۳	۲
۸۶۴	۳
۸۶۵	۱
۸۶۶	۳
۸۶۷	۱
۸۶۸	۳
۸۶۹	۳
۸۷۰	۲
۸۷۱	۲
۸۷۲	۴
۸۷۳	۲
۸۷۴	۴
۸۷۵	۱
۸۷۶	۳
۸۷۷	۲
۸۷۸	۲
۸۷۹	۲
۸۸۰	۳
۸۸۱	۳
۸۸۲	۱
۸۸۳	۳
۸۸۴	۴
۸۸۵	۲
۸۸۶	۳
۸۸۷	۱
۸۸۸	۲
۸۸۹	۳
۸۹۰	۳
۸۹۱	۳
۸۹۲	۲
۸۹۳	۲
۸۹۴	۴
۸۹۵	۱
۸۹۶	۴
۸۹۷	۴
۸۹۸	۴

@konkor

۸۹۹	۳
۹۰۰	۴
۹۰۱	۱
۹۰۲	۲
۹۰۳	۱
۹۰۴	۱
۹۰۵	۲
۹۰۶	۲
۹۰۷	۱
۹۰۸	۲
۹۰۹	۳
۹۱۰	۲
۹۱۱	۴
۹۱۲	۱
۹۱۳	۳
۹۱۴	۴
۹۱۵	۳
۹۱۶	۴
۹۱۷	۳
۹۱۸	۲
۹۱۹	۴
۹۲۰	۱
۹۲۱	۲
۹۲۲	۲
۹۲۳	۱
۹۲۴	۲
۹۲۵	۲
۹۲۶	۳
۹۲۷	۲
۹۲۸	۳
۹۲۹	۳
۹۳۰	۴
۹۳۱	۳
۹۳۲	۳
۹۳۳	۲
۹۳۴	۴
۹۳۵	۲
۹۳۶	۱
۹۳۷	۴
۹۳۸	۱
۹۳۹	۴
۹۴۰	۲
۹۴۱	۴
۹۴۲	۳
۹۴۳	۳
۹۴۴	۲
۹۴۵	۱
۹۴۶	۴
۹۴۷	۲
۹۴۸	۲
۹۴۹	۱
۹۵۰	۴
۹۵۱	۳
۹۵۲	۲
۹۵۳	۲
۹۵۴	۳
۹۵۵	۱
۹۵۶	۳
۹۵۷	۲
۹۵۸	۳
۹۵۹	۳
۹۶۰	۲
۹۶۱	۳
۹۶۲	۲
۹۶۳	۱
۹۶۴	۲
۹۶۵	۳
۹۶۶	۱
۹۶۷	۴

آزمون جامع ۱

۱	۲
۲	۴
۳	۱
۴	۲
۵	۴
۶	۳
۷	۲
۸	۳
۹	۲
۱۰	۱
۱۱	۱
۱۲	۳
۱۳	۴
۱۴	۴
۱۵	۱
۱۶	۲
۱۷	۲
۱۸	۱
۱۹	۴
۲۰	۱
۲۱	۴
۲۲	۳
۲۳	۴
۲۴	۲
۲۵	۳
۲۶	۳
۲۷	۲
۲۸	۴
۲۹	۳
۳۰	۳
۳۱	۴
۳۲	۴
۳۳	۱
۳۴	۱
۳۵	۱

آزمون جامع ۲

۱	۳
۲	۴
۳	۲
۴	۴
۵	۳
۶	۳
۷	۳
۸	۲
۹	۱
۱۰	۳
۱۱	۲
۱۲	۳
۱۳	۴
۱۴	۳
۱۵	۱
۱۶	۴
۱۷	۳
۱۸	۳
۱۹	۳
۲۰	۲
۲۱	۳
۲۲	۳
۲۳	۱
۲۴	۳
۲۵	۲
۲۶	۴
۲۷	۲
۲۸	۲
۲۹	۴
۳۰	۱
۳۱	۳
۳۲	۳
۳۳	۱
۳۴	۱
۳۵	۱

آزمون جامع ۳

۱	۲
۲	۱
۳	۴
۴	۴
۵	۱
۶	۳
۷	۱
۸	۱
۹	۱
۱۰	۱
۱۱	۳
۱۲	۳
۱۳	۴
۱۴	۴
۱۵	۴
۱۶	۳
۱۷	۲
۱۸	۳
۱۹	۱
۲۰	۳
۲۱	۳
۲۲	۳
۲۳	۱
۲۴	۳
۲۵	۲
۲۶	۴
۲۷	۲
۲۸	۲
۲۹	۴
۳۰	۱
۳۱	۳
۳۲	۳
۳۳	۱
۳۴	۱
۳۵	۱

@Kotop