



سرنشانه: زیرک، محمدعلی
عنوان: شیمی دهم
مؤلفان: محمدعلی زیرک، اصغر کوهی، سعید مرادیپور، رضا رحمت‌الزاده
مشخصات نشر: تهران: انتشارات بین‌المللی گاج
مشخصات ظاهری: ۲۸۴ ص. مصور (رنگی).
فروست: این کتاب از مجموعه کتاب‌های "سیر تا پیار" گاج می‌باشد.
شابک: ۷-۴۴۲-۳۵۹-۶۰۰-۹۷۸
بها: ۷۹۰۰۰ تومان
وضعیت فهرست‌نویسی: فبیای مختصر
شماره‌ی کتابشناسی ملی: ۲۵۵۱۶۵۷



www.gaj.ir
021-6420 4229
Tel: 021-6420

[ناشر: انتشارات بین‌المللی گاج]
[مدیر مسئول: مهندس ابوالفضل جوکار]
[معاونت علمی: مهندس محمد جوکار]
[مجموعه کتاب‌های: سیر تا پیار]
[عنوان کتاب: شیمی دهم]
[مدیر پروژه، برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف: مهندس احمد علی‌نژاد]
[معاونت واحد تألیف: مهین افشار]
[مؤلفان: محمدعلی زیرک - اصغر کوهی - سعید مرادیپور - رضا رحمت‌الزاده]
[ویراستاران علمی: اکبر فروزانفر - فاطمه فریادرس - ایمان زارعی - امین باقرزاده]
[ویراستاران فنی: گیتی جعفرگریمی - میثم جعفری بختن - محبوبه انصاری]
[مدیر فنی: ژاله ترابی‌نژاد]
[اجراء: نسرين عليخانی] + [رسم تصاویر: زهره عباسی]
[تصویر روی جلد: حسین صافی] + [گرافیک: رعنا جمالی]
[لیتوگرافی، چاپخانه و صحافی: گاج] + [انور چاپ: علی مزرعی]
[نوبت چاپ: پانزدهم ۱۳۹۸ (سال تحصیلی ۹۹-۹۸)] + [شمارگان: ۵۰۰۰ نسخه]
[دفتر مرکزی: تهران، خیابان انقلاب، بین چهار راه ولیعصر (عج) و خیابان قسطنطنیه، شماره ۹۹]
[تلفن: ۶۴۲۰ - ۰۲۱]
[سرویس پیام کوتاه (SMS): ۱۰۰۰۴۲۵] + [استدق پستی: ۳۷۷ - ۱۳۱۲۵]
[پایگاه اینترنتی: www.gaj.ir]
[قیمت: ۷۹۰۰۰ تومان]

+++ دوست عزیز جهت آگاهی از آخرین اخبار و اطلاعات کتاب‌های منتشر شده
لطفاً به سایت www.gaj.ir مراجعه نمایید.

توجه: به موجب ماده‌ی ۵ قانون حمایت از حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸/۱۰/۱۱
کلیه حقوق این کتاب برای انتشارات بین‌المللی گاج محفوظ می‌باشد و هیچ شخص حقیقی یا حقوقی
حق استفاده از آن را ندارد و متخلفین به موجب این قانون تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.





بناام خدا

دوست خوب ناویده ام؛ سلام

در تیه کاغذ این کتاب بیچ درختی قطع نشده است و در فرایند تولید آن نیز از مواد شیمیایی مضر استفاده
نکرده است. این کاغذ در کشور عزیزمان ایران تولید می شود و ماده اصلی تشکیل دهنده آن باکاس یا
همان تقاله نیشکر است. امروزه در خیلی از کشورها رنگ کاغذ مصرفی کتاب، تیره است و این تیرگی
به علت انعکاس نور کمتر باعث می شود چشم ما به هنگام مطالعه خیلی کمتری را احساس کنند. اما بدانیم که
هزینه های تولید کتاب بالاست، لذا تقاضا دارم بعد از مطالعه کتاب حاضر آن را در وب سایت
www.mygaj.com قرار دهید و با قیمت کمتر به عنوان کتاب دست دوم بفروش برسانید
تا سایر دوستانتان بتوانند با هزینه کمتر از آن استفاده کرده و از تولید مجدد آن جلوگیری و در نهایت در
مصرف کاغذ صرفه جویی شود.

ارادت شما
ابوالحسن جواد



سخن مدیر تألیف

با سلام

کتاب‌های جدید سیرت‌پایز شامل «۳ کتاب در ۱ کتاب» است که هر کتاب با رنگی متفاوت چاپ شده است. **جلد اول (کتاب آموزش)**، رمز موفقیت هر دانش‌آموزی، ابتدا یادگیری اصولی و مفهومی و سپس حل تمرین و تست است. در این جلد، آموزش کاملی برای هر فصل داده شده است.

ویژگی‌های کتاب آموزش

- ۱- هر فصل به تعدادی قسمت تقسیم شده است.
- ۲- در هر قسمت آموزش کاملی به همراه مثال و تست ارائه شده است.
- ۳- آموزشی ارائه شده به گونه‌ای است که دانش‌آموز را همزمان برای کنکور و امتحانات آماده می‌سازد.
- ۴- قسمتهایی تحت عنوان «بگفتان شبی» و «ویژه علاقمندان» برای مطالعه آزاد می‌باشد.

جلد اول این کتاب، دانش‌آموز را از هر کتاب آموزش دیگری بی‌نیاز می‌کند.

جلد دوم (کتاب کنکور (تست))، در این جلد بانک کاملی از تست‌های کنکور داخل و خارج از کشور و تست‌های تألیفی آورده شده است.

ویژگی‌های کتاب تست

- ۱- هر فصل به تعدادی قسمت (دقیقاً منطبق بر قسمت‌بندی جلد اول) تقسیم شده است.
- ۲- هر قسمت نیز دارای ریز طبقه‌بندی است.
- ۳- تست‌ها از ساده به دشوار و موضوعی مرتب شده‌اند.
- ۴- تمامی تست‌های کنکور داخل و خارج از کشور قابل استفاده و منطبق بر کتاب درسی جدید آورده شده است.
- ۵- تست‌ها دارای پاسخ تشریحی هستند.

دانش‌آموز پس از مطالعه هر قسمت از جلد اول می‌تواند تست‌های همان قسمت از جلد دوم را پاسخ دهد.

جلد دوم این کتاب، دانش‌آموز را از هر کتاب تست دیگری بی‌نیاز می‌کند.

جلد سوم (کتاب امتحان)، در این جلد بانکی از سؤالات امتحانی آورده شده است.

ویژگی‌های کتاب امتحان

- ۱- هر فصل به تعدادی قسمت (دقیقاً منطبق بر قسمت‌بندی جلد اول و دوم) تقسیم شده است.
- ۲- سؤالات از ساده به دشوار و موضوعی مرتب شده‌اند.
- ۳- سؤالات دارای پاسخ تشریحی هستند.

- توصیه می‌کنیم دانش‌آموز پس از مطالعه هر قسمت از جلد اول (کتاب آموزش)، ابتدا جلد سوم (کتاب امتحان) را برای مرور و تمرین بیشتر مطالعه نماید و در نهایت جلد دوم (کتاب تست) را برای تسلط و ارزشیابی پاسخ دهد.
- جلد سوم همچنین می‌تواند به عنوان جمع‌بندی برای شب امتحان استفاده گردد.

جلد سوم این کتاب، دانش‌آموز را از هر کتاب امتحان دیگری بی‌نیاز می‌کند.

امیدوارم از مطالعه این کتاب لذت ببرید.



سپاس فرودان...

مدیریت انتشارات

مهندس ابوالفضل چوکار

مدیریت پروژه و نظارت بر تألیف

مهندس احمد علی‌نژاد

معاونت واحد تألیف

مهین افشار

ویراستاران علمی

اکبر فروزانفر - فاطمه قریب‌دیس - ایمان زرعی - امین پهلزاده

ویراستاران فنی

محبوبه انصاری - گیتی جعفرکریمی - مهین جعفری بنقن

مدیر فنی

ژاله توابی‌نژاد

اجرا

نسرین علیخانی

رسم تصاویر

زهرا عباسی

طراح گرافیک

رعنا جمالی

تصویرسازی روی جلد

حسین صافی



جلد اول آموزش

فصل اول: کیهان زادگاه الفبای هستی

- قسمت اول: چگونگی تشکیل عناصرها ۱۰
 قسمت دوم: عناصرها و ایزوتوپها ۱۴
 قسمت سوم: طبقه‌بندی عناصرها ۲۱
 قسمت چهارم: نور و شناسایی عناصرها ۳۴
 قسمت پنجم: توزیع الکترون‌ها در اتم (آرایش الکترونی) ۴۲
 قسمت ششم: عناصرها و پیوندهای شیمیایی ۵۶

فصل دوم: ردپای گازها در زندگی

- قسمت اول: زمین و لایه‌های گازی اطراف آن ۶۹
 قسمت دوم: اکسیژن، گازی واکنش پذیر در هواکره ۷۵
 قسمت سوم: ساختار لوویس ۸۱
 قسمت چهارم: اکسیدها در فراورده‌های سوختن ۸۶
 قسمت پنجم: رفتار اکسیدهای فلزی و نافلزی ۸۸
 قسمت ششم: واکنش‌های شیمیایی و قانون پایستگی جرم ۹۱
 قسمت هفتم: چه بر سر هواکره می‌آوریم؟ ۹۵
 قسمت هشتم: رفتار گازها ۱۰۴

فصل سوم: آب، آهنگ زندگی

- قسمت اول: آب، آهنگ زندگی ۱۱۶
 قسمت دوم: غلظت ۱۲۵
 قسمت سوم: آیا نمک‌ها به یک اندازه در آب حل می‌شوند؟ ۱۳۷
 قسمت چهارم: رفتار آب و دیگر مولکول‌ها در میدان الکتریکی ۱۴۷
 قسمت پنجم: آب و دیگر حلال‌ها ۱۵۸
 قسمت ششم: ردپای آب در زندگی ۱۶۹

فهرست مطالب



جلد دوم بانک تست

فصل اول: کیهان زادگاه الفبای هستی

- قسمت اول: چگونگی تشکیل عناصرها ۱۷۷
قسمت دوم: عناصرها و ایزوتوپها ۱۷۹
قسمت سوم: طبقه‌بندی عناصرها ۱۸۱
قسمت چهارم: نور و شناسایی عناصرها ۱۸۶
قسمت پنجم: توزیع الکترون‌ها در اتم (ارایش الکترونی) ۱۹۲
قسمت ششم: عناصرها و پیوندهای شیمیایی ۲۰۰

فصل دوم: ردپای گازها در زندگی

- قسمت اول: زمین و لایه‌های گازی اطراف آن ۲۲۹
قسمت دوم: اکسیژن، گازی واکنش‌پذیر در هواکره ۲۳۳
قسمت سوم: ساختار لوویس ۲۳۶
قسمت چهارم: اکسیدها در فراورده‌های سوختن ۲۳۹
قسمت پنجم: رفتار اکسیدهای فلزی و نافلزی ۲۳۹
قسمت ششم: واکنش‌های شیمیایی و قانون پایستگی جرم ۲۴۱
قسمت هفتم: چه بر سر هواکره می‌آوریم؟ ۲۴۶
قسمت هشتم: رفتار گازها ۲۵۱

فصل سوم: آب، آهنگ زندگی

- قسمت اول: آب، آهنگ زندگی ۲۷۴
قسمت دوم: غلظت ۲۷۹
قسمت سوم: آیا نمک‌ها به یک اندازه در آب حل می‌شوند؟ ۲۸۷
قسمت چهارم: رفتار آب و دیگر مولکول‌ها در میدان الکتریکی ۲۹۴
قسمت پنجم: آب و دیگر حلال‌ها ۲۹۹
قسمت ششم: ردپای آب در زندگی ۳۰۴

جلد سوم بانک سؤال

فصل اول: کیهان زادگاه الفبای هستی

- قسمت اول: چگونگی تشکیل عناصرها ۳۳۷
قسمت دوم: عناصرها و ایزوتوپها ۳۳۸
قسمت سوم: طبقه‌بندی عناصرها ۳۳۸
قسمت چهارم: نور و شناسایی عناصرها ۳۳۹
قسمت پنجم: توزیع الکترون‌ها در اتم (ارایش الکترونی) ۳۴۱
قسمت ششم: عناصرها و پیوندهای شیمیایی ۳۴۴

فصل دوم: ردپای گازها در زندگی

- قسمت اول: زمین و لایه‌های گازی اطراف آن ۳۵۱
قسمت دوم: اکسیژن، گازی واکنش‌پذیر در هواکره ۳۵۴
قسمت سوم: ساختار لوویس ۳۵۵
قسمت چهارم: اکسیدها در فراورده‌های سوختن ۳۵۵
قسمت پنجم: رفتار اکسیدهای فلزی و نافلزی ۳۵۶
قسمت ششم: واکنش‌های شیمیایی و قانون پایستگی جرم ۳۵۷
قسمت هفتم: چه بر سر هواکره می‌آوریم؟ ۳۵۸
قسمت هشتم: رفتار گازها ۳۶۰

فصل سوم: آب، آهنگ زندگی

- قسمت اول: آب، آهنگ زندگی ۳۶۹
قسمت دوم: غلظت ۳۷۲
قسمت سوم: آیا نمک‌ها به یک اندازه در آب حل می‌شوند؟ ۳۷۳
قسمت چهارم: رفتار آب و دیگر مولکول‌ها در میدان الکتریکی ۳۷۵
قسمت پنجم: آب و دیگر حلال‌ها ۳۷۶
قسمت ششم: ردپای آب در زندگی ۳۷۷



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

بنام خداوند بخشنده مهربان

«اللَّهُمَّ أَخْرِجْنِي مِنْ ظُلُمَاتِ الْوَهْمِ»

پروردگارا! خارج کن مرا از تاریکی‌های فکر

«وَأَكْرِمْ نِي بِنُورِ الْفَهْمِ»

و به نور فهم مرا گرامی بدار

«اللَّهُمَّ افْتَحْ عَلَيْنَا أَبْوَابَ رَحْمَتِكَ»

پروردگارا! بر ما درهای رحمت را بگشای

«وَأَنْشُرْ عَلَيْنَا خَزَائِنَ عُلُومِكَ»

و گنج‌های دانشت را بر ما بگستران

«بِرَحْمَتِكَ يَا أَرْحَمَ الرَّاحِمِينَ»

به امید رحمت تو ای مهربان‌ترین مهربانان





کیهان زادگاه الفبای هستی



فصل

1

قسمت اول

چگونگی تشکیل عناصرها

شناخت کیهان

آسمان بالای سر ما، خورشید و ستارگان از دیرباز برای انسان همواره شگفتانگیز و پر رمز و راز بوده است. شواهد تاریخی از جمله سنگ‌نبشته‌ها و نقاشی‌های درون غارها نشان می‌دهد که انسان اولیه با نگاه به آسمان و مشاهده ستارگان در پی فهم نظام و قانون مندی در آسمان بوده است.

ستارگان پرقروغ با نوری که بر ما می‌تاباند، اطلاعات ارزشمندی را برای ما ارسال می‌کنند. تلاش دانشمندان برای شناخت کیهان همچنان ادامه داشته است. در همین راستا دو فضاییابی وویجر ۱ و ۲ در سال ۱۹۷۷ میلادی سفر طولانی و تاریخی خود را آغاز کردند.

مأموریت فضاییماهای وویجر ۱ و ۲ تهیه و ارسال شناسنامه فیزیکی و شیمیایی سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون بوده و هدف آن شناخت بیش‌تر سامانه خورشیدی می‌باشد.

- ۱- نوع عناصرهای سازنده سیاره
- ۲- ترکیبهای شیمیایی موجود در اتمسفر سیاره
- ۳- ترکیب درصد مواد تشکیل‌دهنده سیاره

عناصرها چگونه پدید آمدند؟

دانشمندان توانسته‌اند به کمک فرایندهایی که درون ستاره‌ها رخ می‌دهد، از روند پیدایش عناصرها اطلاعاتی به‌دست آورند. برخی سیاره‌های سامانه خورشیدی مانند مشتری از جنس گاز و برخی مانند زمین از جنس سنگ هستند. همان‌طور که در شکل زیر مشاهده می‌شود سیاره‌ای مانند مشتری به‌طور عمده از گازهای هیدروژن و هلیوم متراکم تشکیل شده و این در حالی است که در کره زمین، دو عنصر آهن و اکسیژن از فراوانی بیش‌تری برخوردارند. البته لازم است یادآور شویم که در کره زمین آهن و اکسیژن اغلب به شکل ترکیب با سایر عناصرها دیده می‌شوند.



شناسنامه مشتری و زمین

نکته ۱: دو عنصر اصلی سیاره مشتری عبارتند از H (هیدروژن) و He (هلیوم) و دو عنصر اصلی کره زمین عبارتند از Fe (آهن) و O (اکسیژن).

نکته ۲: برخی سیاره‌ها با این‌که از جنس گاز هستند، ولی شدت تراکم این گازها چنان بالاست که منجر به شکل‌گیری این نوع سیاره‌ها شده است.

ترتیب فراوان‌ترین عناصرها در زمین:



ترتیب فراوان‌ترین عناصرها در مشتری:



۱- اکسیژن فراوان‌ترین عنصر در پوسته زمین است ولی فراوان‌ترین عنصر در کل کره زمین فلز آهن (Fe) می‌باشد.

۲- چگالی سیاره زمین از سیاره مشتری بیش‌تر است (زیرا سیاره مشتری از جنس گاز است).

۳- در بین عنصرهای فراوان زمین، ۵ عنصر فلزی (Fe, Mg, Ni, Ca, Al)، یک عنصر شبه‌فلز (Si) و ۲ عنصر نافلزی (S, O) وجود دارد.

۴- اختلاف درصد فراوانی دو عنصر فراوان‌تر در سیاره مشتری، بیش‌تر از این اختلاف در سیاره زمین است.

۵- در مقایسه فراوانی، فراوان‌ترین عنصر مشتری (هیدروژن حدود ۹۰٪) بیش‌تر از فراوان‌ترین عنصر زمین (آهن حدود ۴۰٪) است.

۶- در دمای 25°C عنصرهای مشتری همگی به‌جز کربن و گوگرد گازی شکل هستند (کربن و گوگرد جامدند).

تست: فراوان‌ترین عنصر موجود در دو سیاره مشتری و زمین به ترتیب از راست به چپ، کدام است؟

O - H (۴) Fe - He (۳) O - He (۲) Fe - H (۱)

پاسخ: گزینه (۱) صحیح است.

آیا می‌دانید؟ **اخترشیمی:** یکی از شاخه‌های جذاب شیمی است و به مطالعه مولکول‌هایی می‌پردازد که در فضاها بین ستاره‌ای یافت می‌شوند. اخترشیمی‌دان‌ها توانسته‌اند وجود مولکول‌های گوناگونی را در مکان‌های بسیار دور ثابت کنند که تاکنون پای هیچ انسانی به آن‌جا نرسیده است. **مهبانگ (انفجار بزرگ):** برخی دانشمندان معتقدند که سرآغاز کیهان با انفجاری مهیب (مهبانگ) همراه بوده که طی آن، انرژی بسیار زیادی آزاد شده است. در شرایط مهبانگ، ابتدا ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، نوترون و پروتون پدید آمده و سپس عنصرهای هیدروژن، هلیوم و لیتیم‌های آن‌ها طی واکنش‌های هسته‌ای به‌وجود آمده‌اند.

با گذشت زمان و با کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیوم تولیدشده، فشرده شده و مجموعه‌های گازی به نام **سحابی** ایجاد کردند. بعدها این سحابی‌ها سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها شدند.



ستاره‌ها متولد می‌شوند؛ رشد می‌کنند و پس از چندین میلیون سال نورافشانی و گرمابخشی، می‌میرند. مرگ ستاره‌ها با یک انفجار بزرگ همراه است که سبب می‌شود عنصرهای موجود درون آن‌ها در فضا پراکنده شوند.

آیا می‌دانید؟ سحابی بومرنگ، سردترین مکان شناخته‌شده در جهان هستی با دمای -273°C است که حدود ۵۰۰۰ سال نوری از زمین فاصله دارد و در صورت فلکی سنترالس (قنطورس) واقع شده است.

تشکیل عنصرهای دیگر

ستارگان را می‌توان کارخانه‌های تولید عنصرها دانست.

کهکشان‌ها و ستاره‌ها $\Rightarrow$ سحابی $\Rightarrow$ He و H $\Rightarrow$ ذره‌های زیراتمی $\Rightarrow$ مه‌بانگ

در طی دیگر واکنش‌های هسته‌ای، عنصرهای سنگین‌تر مانند کربن، نیتروژن، اکسیژن و ... به‌وجود آمدند.

نکته: دما و اندازه یک ستاره، تعیین‌کننده نوع عنصرهای ساخته شده در آن ستاره است. هر چه دمای ستاره بیشتر باشد، شرایط تشکیل عنصرهای سنگین‌تر مانند آهن، طلا و اورانیوم فراهم می‌شود. به این ترتیب به دلیل وقوع مه‌بانگ، ۹۲ عنصر در طبیعت پدید آمدند.

فرایند کلی تشکیل عنصرها در جهان را می‌توان در شکل زیر مشاهده کرد.



فرایند کلی تشکیل عنصرها در جهان

تاکنون ۱۱۸ عنصر شناخته شده است. از این میان ۹۲ عنصر در طبیعت یافت می‌شوند و ۲۶ عنصر ساخته دست بشر هستند.

انواع واکنش‌های هسته‌ای

واکنش‌های هسته‌ای: واکنش‌هایی هستند که در آن‌ها، هسته اتم تغییر می‌کند. این واکنش‌ها فقط در شرایط ویژه و در دماهای بسیار بالا انجام می‌شوند. اغلب واکنش‌های هسته‌ای به دو دسته زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

(۱) **هم‌جوشی هسته‌ای (Fusion):** ذره‌های زیراتمی و هسته‌های سبک‌تر به هم جوش خورده و عنصرهای سنگین‌تر تشکیل می‌شوند.

(۲) **شکافت هسته‌ای (Fission):** عنصرهای سنگین‌تر شکافته شده و به عنصرهای سبک‌تر تجزیه می‌شوند.

آیا می‌دانید؟ نزدیک‌ترین ستاره به ما خورشید است. دمای سطح خورشید حدود 6000°C و دمای درون آن به حدود 10^7 میلیون درجه سلسیوس می‌رسد. انرژی گرمایی و نورانی خیره‌کننده خورشید، حاصل واکنش‌های هسته‌ای است. مانند تبدیل اتم‌های هیدروژن به هلیوم؛ به طوری‌که در هر ثانیه حدود ۵ میلیون تن از جرم خورشید کاسته و به انرژی خورشیدی تبدیل می‌شود.

تست: چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟

(آ) ستاره‌ها کارخانه‌های ساخت مولکول‌ها هستند.

(ب) ترکیب و درسد عنصرهای سیاره‌های مشتری و زمین شبیه هم هستند.

(پ) برخی واکنش‌های هسته‌ای در شرایط ویژه و در دماهای بسیار بالا انجام می‌شوند.

(ت) سحابی‌ها مجموعه متراکمی از گازهای هیدروژن و هلیوم هستند که محل زایش ستاره‌ها می‌باشند.

۴ (۲)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

پاسخ: فقط مورد (ت) درست است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

(آ) ستاره‌ها کارخانه‌های ساخت عنصرها هستند.

(ب) ترکیب و درسد عنصرهای مشتری با زمین متفاوت است.

(پ) تمام واکنش‌های هسته‌ای در شرایط ویژه و دماهای بسیار بالا انجام می‌شوند.

بنابراین گزینه (۱) صحیح است.

در مورد خورشید

خورشید نزدیک‌ترین ستاره به زمین است که دمای بسیار بالایی دارد.

نور خیره‌کننده و گرمای بسیار زیاد خورشید به دلیل تبدیل هیدروژن به هلیوم در واکنش‌های هسته‌ای است.

در واکنش‌های هسته‌ای، انرژی هفتگشتی آزاد می‌شود، به طوری‌که این انرژی آن قدر زیاد است که می‌تواند صدها میلیون تن فولاد را ذوب کند.

نکته: در واکنش‌های شیمیایی که در پدیده‌های طبیعی پیرامون ما و در زندگی روزانه رخ می‌دهد، مقدار انرژی مبادله شده بسیار اندک است.

رابطه اینشتین | ویژه محققان

محاسبه انرژی هسته‌ای: در واکنش‌های هسته‌ای، قانون پایستگی جرم رعایت نمی‌شود و جرم مواد قبل از واکنش و پس از واکنش برابر نخواهد بود، زیرا در واکنش‌های هسته‌ای مقداری از جرم به انرژی و یا انرژی به جرم تبدیل می‌شود. این انرژی که به انرژی هسته‌ای (انرژی اتمی) معروف است، از تغییر در هسته آنها حاصل می‌شود. تغییر در تعداد پروتون‌ها، نوترون‌ها و یا تغییر در جرم هسته، منجر به تولید انرژی هنگفتی می‌شود.

$$E = mc^2$$

اینشتین فیزیکدان معروف قرن بیستم توانست رابطه مقلبل را برای تبدیل جرم به انرژی به دست آورد:
در این رابطه داریم:

$$m: \text{جرم ماده برحسب کیلوگرم}, c: \text{سرعت نور برحسب متر بر ثانیه} (c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}) \text{ و } E: \text{انرژی هسته‌ای آزادشده برحسب ژول} (1 \text{ kg} \cdot m^2 \cdot s^{-2})$$

مثال: در هم‌جوئی مقداری مشخص از نوترون با پروتون، 0.0024 g ماده به انرژی تبدیل می‌شود.

(آ) حساب کنید در این واکنش هسته‌ای چند کیلوژول انرژی تولید می‌شود؟

(ب) این مقدار انرژی چند تن آهن را ذوب خواهد کرد؟ گرمای لازم برای ذوب یک کیلوگرم آهن را 250 kJ فرض کنید.

$$E = mc^2 = 0.0024 \times 10^{-3} \times (3 \times 10^8)^2 = 216 \times 10^{11} \text{ J} \Rightarrow E = 216 \times 10^8 \text{ kJ} \quad (\text{پاسخ: ا})$$

(ب) روش اول:

$$\frac{250 \text{ kJ}}{216 \times 10^8 \text{ kJ}} \times \frac{1 \times 10^{-3} \text{ ton Fe}}{x} \Rightarrow x = 864 \text{ ton Fe}$$

$$\text{روش دوم:} \quad \frac{250 \text{ kJ}}{216 \times 10^8 \text{ kJ}} \times \frac{1 \text{ kg Fe}}{864 \text{ kg}} = 864 \times 10^{-5} \text{ kg Fe} \quad ? \text{ کیلوگرم آهن ذوب شده}$$

هر تن برابر 1000 kg است، پس مقدار آهن ذوب شده برحسب تن با این مقدار انرژی:

$$? \text{ ton Fe} = 864 \times 10^{-5} \text{ kg} \times \frac{1 \text{ ton Fe}}{1000 \text{ kg}} = 864 \times 10^{-2} = 864 \text{ ton Fe}$$

تست: اگر خورشید روزانه 10^{22} ژول انرژی به سوی زمین گسیل کند، به تقریب محاسبه کنید سالانه چند تن از جرم خورشید تنها برای گرم

کردن کره زمین کاسته می‌شود؟ (یک سال را برابر ۳۶۵ روز در نظر بگیرید.)

$$1 \times 10^{27} \quad 4 \times 10^{27} \quad 4 \times 10^{27} \quad 1 \times 10^{27}$$

(پاسخ: مقدار جرم کاسته‌شده خورشید بابت انرژی گسیل‌شده به سمت زمین برای یک سال برابر است با:

$$E = 365 \times 10^{22} \text{ J} \quad E = mc^2 \Rightarrow 365 \times 10^{22} = m \times (3 \times 10^8)^2 \Rightarrow m = \frac{365 \times 10^{22}}{9 \times 10^{16}} = 4 \times 10^6 \text{ kg}$$

حال جرم کاسته‌شده از خورشید را برحسب تن محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ ton} = 4 \times 10^6 \text{ kg} \times \frac{1 \text{ ton}}{1000 \text{ kg}} = 4 \times 10^3 \text{ ton}$$

بنابراین گزینه (۲) صحیح است.

قسمت دوم

فصل

1

عنصرها و ایزوتوپها

نماد شیمیایی عنصرها

شیمی دان‌ها ماده‌ای را عنصر می‌نامند که از یک نوع اتم تشکیل شده باشد. همان‌طور که در درس علوم آموختیم، نماد شیمیایی یک عنصر، یک یا دو حرف از ابتدای نام لاتین عنصر است که حرف اول، بزرگ و حرف دوم آن کوچک است. مانند Al برای آلومینیم و H برای هیدروژن. در نوشتن نماد شیمیایی کامل یک عنصر، عدد اتمی (Z) و عدد جرمی (A) را در سمت چپ نشانه آن می‌نویسند. اگر E حرف نخست واژه Element به معنای عنصر، نماد شیمیایی یک عنصر باشد، نماد کامل E به صورت زیر نوشته می‌شود:

$${}^A_Z\text{E} \quad , \quad A = Z + n$$

عدد جرمی عدد اتمی

نکته: عدد اتمی (Z) برابر با تعداد پروتون‌های اتم و عدد جرمی (A) برابر با مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های اتم است.
 $Z = p$, $A = Z + n$ یا $A = p + n$

مثال: اگر اتم سدیم دارای ۱۱ پروتون و ۱۲ نوترون باشد، نماد شیمیایی کامل سدیم به چه صورت است؟

پاسخ: نماد شیمیایی سدیم Na است. عدد اتمی آن برابر با تعداد پروتون‌ها یعنی ۱۱ و عدد جرمی آن مجموع پروتون‌ها و نوترون‌ها و برابر با ۲۳ می‌باشد.

$$Z = 11, \quad A = Z + n = 11 + 12 = 23$$

پس نماد شیمیایی کامل اتم سدیم به صورت ${}^{23}_{11}\text{Na}$ می‌باشد.

یادآوری: اتم دارای دو قسمت است: ۱- هسته ۲- خارج هسته

هسته خود دارای ۲ نوع ذره بنیادی پروتون و نوترون است.

پروتون ذره‌ای مثبت است که در درون هسته قرار دارد.

نوترون ذره‌ای خنثی است که در درون هسته قرار دارد و جرم آن کمی بیشتر از جرم پروتون می‌باشد.

در خارج هسته، الکترون‌ها در لایه‌های مختلف به دور هسته در حال گردش می‌باشند و دارای بار منفی هستند.

اندازه بار الکتریکی هر الکترون با اندازه بار الکتریکی هر پروتون برابر می‌باشد، ولی جرم هر الکترون حدود $\frac{1}{1836}$ برابر جرم یک پروتون است.

در مجموع هر اتم خنثی می‌باشد، زیرا تعداد الکترون‌ها و پروتون‌های یک اتم با یکدیگر مساوی است. لذا در یک یون، تعداد پروتون‌ها و الکترون‌ها برابر نمی‌باشند، به همین دلیل یون دارای بار الکتریکی است.

نکته: در اتم‌های خنثی، تعداد الکترون‌ها با تعداد پروتون‌ها برابر است. بنابراین با داشتن عدد اتمی در واقع تعداد الکترون‌های اتم نیز مشخص می‌باشد. به عنوان مثال عنصر ${}^{39}_{19}\text{K}$ دارای ۱۹ پروتون و ۲۰ الکترون است.

مثال: آبیون X^{-} دارای ۱۸ الکترون و ۱۸ نوترون است. نماد شیمیایی کامل آن را بنویسید.

پاسخ: با توجه به این‌که اتم خنثی X یک الکترون کم‌تر از آبیون X^{-} دارد، بنابراین تعداد الکترون‌ها و پروتون‌های (عدد اتمی) اتم X برابر ۱۷ بوده است. یعنی:

$$\begin{cases} e = 18 \Rightarrow Z = 18 - 1 = 17 \\ n = 18 \Rightarrow A = Z + n = 25 \end{cases} \Rightarrow {}^{25}_{17}\text{X}$$

مثال: تفاوت تعداد الکترون‌ها و نوترون‌ها در اتم ${}^{56}_{26}\text{Fe}$ را به دست آورید.

پاسخ: در اتم‌های خنثی تعداد الکترون‌ها و پروتون‌ها برابر است. پس:

$$e = p = Z = 26$$

$$n = 56 - 26 = 30 \Rightarrow n - e = 30 - 26 = 4$$

تست: عدد جرمی عنصر X برابر ۸۵ و تعداد نوترون‌های آن ۱/۵ برابر تعداد الکترون‌های آن است. عدد اتمی عنصر X کدام یک از گزینه‌های زیر می‌باشد؟

- ۳۲ (۱) ۳۴ (۲) ۳۳ (۳) ۳۶ (۴)

پاسخ: چون عنصر X خنثی می‌باشد، پس تعداد الکترون‌ها و پروتون‌های آن برابر است.

$$A = Z + n \xrightarrow{n=1/5Z} A = Z + 1/5Z \Rightarrow 85 = 2/5Z \Rightarrow Z = 34 \Rightarrow \text{گزینه (۲) صحیح است.}$$

مثال: تعداد الکترون‌ها، پروتون‌ها و نوترون‌ها را در مولکول کربن دی‌اکسید (CO_2) به‌دست آورید. ($^{12}_6\text{C}$ ، $^{16}_8\text{O}$)

پاسخ: CO_2 دارای یک اتم کربن و دو اتم اکسیژن است. هر اتم کربن دارای ۶p، ۶e و ۶n و هر اتم اکسیژن نیز دارای ۸e، ۸p و ۸n است. بنابراین مولکول CO_2 در مجموع دارای ذره‌های روبه‌رو است:

$$\text{CO}_2 \text{ پروتون‌های } 6 + 2(8) = 22p$$

$$\text{CO}_2 \text{ الکترون‌های } 6 + 2(8) = 22e$$

$$\text{CO}_2 \text{ نوترون‌های } 6 + 2(8) = 22n$$

تست: اگر تفاوت شمار الکترون‌ها با شمار نوترون‌ها در یون تک اتمی $^{92}\text{X}^{5+}$ برابر با ۱۶ باشد، عدد اتمی X کدام است؟

- ۵۱ (۱) ۵۲ (۲) ۴۱ (۳) ۴۳ (۴)

پاسخ: طبق نمودار نشان داده‌شده، اتم X پنج الکترون بیشتر از یون X^{5+} دارد. پس می‌توان گفت در اتم X اختلاف میان الکترون‌ها (که با تعداد پروتون‌ها برابر است) با تعداد نوترون‌ها برابر ۱۱ است.

$$\left\{ \begin{array}{l} n \text{ (تعداد نوترون‌ها)} \\ 11 - e^- \text{ (تعداد الکترون‌ها در یون منفی)} \\ Z \text{ (تعداد پروتون‌ها یا الکترون‌ها در اتم خنثی)} \\ 5 - e^- \text{ (تعداد الکترون‌ها در یون مثبت)} \end{array} \right.$$

$$n - Z = 11 \Rightarrow n = 11 + Z$$

$$A = Z + n \Rightarrow 92 = Z + (Z + 11) \Rightarrow 81 = 2Z \Rightarrow Z = 41 \Rightarrow \text{گزینه (۳) صحیح است.}$$

روش دوم: هم‌چنین این مسائل را می‌توان با استفاده از معادله و جایگذاری نیز حل نمود:

$$p = e + \text{بار الکتریکی با علامت +}$$

$$1) p = e + 5$$

$$2) n - e = 16$$

$$3) n + p = 92 \Rightarrow 2n = 16 + 92 - 5 \Rightarrow 2n = 103 \Rightarrow n = 51.5 \Rightarrow \text{این جواب صحیح نیست}$$

$$Z = \frac{A - \Delta x + q}{2}$$

$$Z = \frac{92 - 16 + 5}{2} = 41$$

روش سوم:

تست: این نوع تست‌ها را می‌توان با روش فرمولی هم حل نمود:

Δx : اختلاف تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها

q: بار الکتریکی (با در نظر گرفتن علامت)

A: عدد جرمی

مثلاً این تست را می‌توان با استفاده از فرمول داده‌شده به‌صورت زیر حل نمود:

تست: عدد جرمی اتم عنصر A برابر ۷۵ است. اگر اختلاف شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون A^{3-} برابر با ۶ باشد، تعداد نوترون‌های آن کدام است؟

- ۳۳ (۱) ۳۶ (۲) ۴۲ (۳) ۴۳ (۴)

پاسخ: طبق نمودار نشان داده‌شده، اتم A سه الکترون کمتر از یون A^{3-} دارد. پس می‌توان گفت در اتم X اختلاف الکترون‌ها (همان تعداد پروتون‌ها) با تعداد نوترون‌ها برابر ۹ است.

$$n - Z = 9 \Rightarrow n = Z + 9$$

$$A = n + Z \Rightarrow 75 = Z + (Z + 9) \Rightarrow 66 = 2Z \Rightarrow Z = 33$$

$$n - Z = 9 \Rightarrow n = 9 + 33 = 42 \Rightarrow \text{تعداد نوترون‌ها ۴۲} \Rightarrow \text{گزینه (۳) صحیح است.}$$

تست: اگر عدد اتمی عنصر X برابر ۳۵ و عدد جرمی آن برابر ۸۰ باشد و اختلاف تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها در حالت یون X^q برابر ۹ باشد این یون دارای چه بار q می‌باشد؟

$$+1 \text{ (1)} \quad -2 \text{ (2)} \quad -1 \text{ (3)} \quad +2 \text{ (4)}$$

پاسخ: ابتدا تعداد نوترون‌ها را به دست می‌آوریم:

$$A = n + Z \Rightarrow 80 = n + 35 \Rightarrow n = 45$$

$$n - e = 9 \Rightarrow 45 - e = 9 \Rightarrow e = 36$$

سپس تعداد الکترون‌ها را محاسبه می‌کنیم.

چون تعداد الکترون‌ها یکی بیش‌تر از تعداد پروتون‌ها است پس بار الکتریکی این یون (-۱) است. پس گزینه (۳) درست است.

ایزوتوپ‌ها

ایزوتوپ‌ها به اتم‌های یک عنصر گفته می‌شوند که عدد اتمی آن‌ها (Z) یکسان ولی عدد جرمی آن‌ها (A) متفاوت است. **تعداد پروتون‌ها:** یک اتم تعیین‌کننده خواص شیمیایی یک عنصر و تعداد نوترون‌های آن تعیین‌کننده و مؤثر در خواص فیزیکی وابسته به جرم آن است. از آن‌جا که تعداد پروتون‌های اتم‌های یک عنصر با هم برابرند بنابراین ایزوتوپ‌های یک عنصر خواص شیمیایی یکسان دارند و چون جرم ایزوتوپ‌ها با یکدیگر تفاوت دارد، برخی خواص فیزیکی وابسته به جرم آن‌ها با هم تفاوت دارد.

تفاوت ایزوتوپ‌های یک عنصر	تشابه ایزوتوپ‌های یک عنصر
عدد جرمی (A)	عدد اتمی (Z)
جرم اتمی	تعداد پروتون‌ها (p)
تعداد نوترون‌ها (n)	تعداد الکترون‌ها (e)
درصد فراوانی در طبیعت	موقعیت در جدول تناوبی عناصر
پایداری در طبیعت	خواص شیمیایی
نیم‌عمر	آرایش الکترونی
برخی خواص فیزیکی وابسته به جرم مانند دمای ذوب، دمای جوش، چگالی و ...	واکنش‌پذیری شیمیایی

مثال: اگر در یون $^{31}\text{Al}^{3-}$ تعداد الکترون‌ها دو عدد بیش‌تر از تعداد نوترون‌های آن باشد، نماد کامل ایزوتوپی از این عنصر را بنویسید که تعداد نوترون‌های آن ۲ واحد بیش‌تر از ایزوتوپ A باشد.

پاسخ: با توجه به نمودار مقابل در اتم A اختلاف تعداد پروتون‌ها با تعداد نوترون‌ها برابر یک است. پس خواهیم داشت:

$$\left\{ \begin{array}{l} e \\ n \\ Z \\ e \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{(تعداد الکترون‌ها در آنیون)} \\ \text{(تعداد نوترون‌ها)} \\ \text{(تعداد الکترون‌ها با پروتون‌ها در حالت خنثی)} \\ \text{(تعداد الکترون‌ها در کاتیون)} \end{array}$$

$$n - Z = 1 \Rightarrow A = n + Z \Rightarrow 31 = (Z + 1) + Z = 2Z + 1 \Rightarrow 2Z = 30 \Rightarrow Z = 15$$

نماد ایزوتوپ خواسته شده $^{33}_{15}\text{A}$ می‌باشد.

تست: ایزوتوپ‌های هیدروژن در چند مورد از ویژگی‌های زیر مشترک هستند؟

«نیم‌عمر، پایداری، عدد اتمی، عدد جرمی، خواص شیمیایی، فراوانی در طبیعت، خواص فیزیکی»

$$2 \text{ (1)} \quad 3 \text{ (2)} \quad 4 \text{ (3)} \quad 5 \text{ (4)}$$

پاسخ: ایزوتوپ‌های یک عنصر در عدد اتمی و خواص شیمیایی با هم مشابه هستند. بنابراین گزینه (۱) صحیح است.

رادیوایزوتوپ‌ها

رادیوایزوتوپ‌ها به آن دسته از عناصر گفته می‌شود که خاصیت پرتوزایی دارند. رادیوایزوتوپ‌ها عناصری ناپایدار هستند که بر اثر پرتوزایی از بین رفته و به عناصری سبک‌تر تبدیل می‌شوند.

نکته: رادیوایزوتوپ‌ها اغلب بر اثر متلاشی شدن، ذره‌های پرتوزایی تولید می‌کنند.

پرتوزایی: به پدیده خروج خودبه‌خودی پرتوهای نامرئی خطرناک (مانند آلفا، بتا و گاما) از رادیوایزوتوپ‌ها گفته می‌شود.

بررسی‌های تجربی نشان می‌دهند که مقادیر بسیار کمی از عناصر پرتوزایی تقریباً در همه جا یافت می‌شوند.

دو منبع مواد پرتوزا به طور مرتب کره زمین را به وسیله پرتوهای خود، بمباران می‌کنند. این دو منبع عبارتند از:

۱- مواد پرتوزای موجود در کره زمین (پوسته زمین و لایه زیرین زمین)

۲- پرتوهای کیهانی (منتشرشده از خورشید و ستارگان دیگر)

اگر چه رادیوایزوتوپ‌ها به خاطر پرتوزایی، خطرناک به نظر می‌رسند، اما پیشرفت دانش و فناوری، بشر را موفق به مهار و بهره‌گیری از آن‌ها کرده است.

کاربرد رادیوایزوتوپ‌ها: از رادیوایزوتوپ‌ها می‌توان در پزشکی به عنوان رادیودارو و در نیروگاه‌های اتمی به عنوان سوخت هسته‌ای استفاده کرد. رادیوایزوتوپ‌ها در موارد صلح‌آمیز برای تولید انرژی الکتریکی، در کشاورزی و ... نیز استفاده می‌شوند.

رادیودارو: به هر دارویی که در ساختار آن یک اتم رادیوایزوتوپ وجود داشته باشد، رادیودارو می‌گویند. مانند گلوکز نشان‌دار (گلوکز حاوی اتم اکسیژن پرتوزا).

آیا می‌دانید؟ در میان ایزوتوپ‌های کربن، ^{12}C یکی از رادیوایزوتوپ‌هاست که برای تخمین عمر اشیاء قدیمی استفاده می‌شود. به عنوان مثال، پژوهشگران نخست می‌پنداشتند که کشور مصر مهد صنعت فرش‌باقی بوده است، اما با پیدایش فرش پازیریک و تعیین قدمت آن با استفاده از رادیوایزوتوپ کربن (^{14}C) مشخص شد که این فرش به ۲۵۰۰ سال پیش تعلق داشته و مهد آن کشور ایران (استان لرستان) بوده است.

از کاربردهای رادیوداروها، تشخیص و درمان توده‌های سرطانی است. توده‌های سرطانی (تومور)، سلول‌هایی هستند که رشد غیرعادی و سریع دارند. در مورد رادیوایزوتوپ‌ها دو ویژگی زیر بسیار مهم است:

۱- نیم‌عمر
۲- درصد فراوانی در طبیعت

نیم‌عمر هر ایزوتوپ: بیانگر میزان پایداری آن ایزوتوپ در طبیعت است.

تعریف نیم‌عمر: مدت زمانی که طول می‌کشد تا نصف جرم اولیه یک ایزوتوپ تجزیه شود، نیم‌عمر می‌گویند.

نیم‌عمر ایزوتوپ‌های مختلف با هم تفاوت دارد. نیم‌عمر برخی ایزوتوپ‌ها کسری از ثانیه است در حالی که نیم‌عمر برخی دیگر بسیار طولانی و حتی ممکن است میلیون‌ها سال باشد.

مثال: نیم‌عمر ید - ۱۳۱ برابر ۸ روز است. چند روز طول می‌کشد تا از یک نمونه ۸۰ گرمی فقط ۲/۵ گرم ید - ۱۳۱ باقی بماند؟

پاسخ:

$$80\text{g} \xrightarrow{\text{بعد از ۸ روز}} 40\text{g} \xrightarrow{\text{بعد از ۸ روز}} 20\text{g} \xrightarrow{\text{بعد از ۸ روز}} 10\text{g} \xrightarrow{\text{بعد از ۸ روز}} 5\text{g}$$

$$\text{روز لازم} = 8 + 8 + 8 + 8 + 8 = 40 \text{ روز}$$

نکته: هر چه نیم‌عمر یک ایزوتوپ کمتر باشد، آن ایزوتوپ ناپایدارتر است.

نکته: برخی از ایزوتوپ‌های ناپایدار و پرتوزا به کمک روش‌های زیر قابل تشخیص هستند:

۱. اغلب هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌های آن‌ها برابر یا بیش‌تر از ۱/۵ باشد، به‌هیازتی: $\frac{n}{p} \geq 1.5$ پرتوزا:

مثال: از بین ایزوتوپ‌های ^1H و ^2H کدام یک ناپایدارتر است؟

پاسخ: نسبت $\frac{n}{p}$ را برای هر دو ایزوتوپ محاسبه می‌کنیم. هر کدام از آن‌ها که $\frac{n}{p}$ بزرگ‌تر یا مساوی ۱/۵ دارد، ناپایدار است. ^2H دارای ۲ نوترون

و ^1H دارای یک نوترون است.

$$^2\text{H} \Rightarrow \frac{n}{p} = \frac{1}{1} < 1.5 \quad ^1\text{H} \Rightarrow \frac{n}{p} = \frac{2}{1} = 2 > 1.5$$

بنابراین، ^1H ناپایدارتر است.

۲. تمام عنصرهای دارای عدد اتمی ۸۴ یا بیش از ۸۴، پرتوزا و ناپایدار هستند.

فراوانی هر ایزوتوپ نشان‌دهنده شمار اتم‌های آن ایزوتوپ در مقداری مشخص یا یک نمونه از آن ماده است.

فراوانی هر ایزوتوپ را معمولاً برحسب درصد فراوانی بیان می‌کنند.

تعداد اتم‌های یک ایزوتوپ در نمونه

$$\times 100 = \text{درصد فراوانی یک ایزوتوپ}$$

تعداد کل اتم‌های تمام ایزوتوپ‌های عنصر در نمونه

مثال: اتم‌های موجود در جدول زیر را در نظر بگیرید.

اتم	${}^1_1\text{H}$	${}^2_1\text{H}$	${}^3_1\text{H}$	${}^4_2\text{He}$	${}^6_3\text{Li}$	${}^7_3\text{Li}$	${}^{12}_6\text{C}$
نیم‌عمر	پایدار	پایدار	۱۲/۳۲ سال	$1/4 \times 10^{-22}$ ثانیه	$9/1 \times 10^{-22}$ ثانیه	$2/9 \times 10^{-22}$ ثانیه	$2/3 \times 10^{-22}$ ثانیه
جرم (amu)	۱/۰۰۷۸	۲/۰۱۴۱	۳/۰۱۶۰	۴/۰۲۷۸	۵/۰۳۵۳	۶/۰۴۴۹	۷/۰۵۲۸
فراوانی (%)	۹۹/۹۸۸۵	۰/۰۱۱۴	ناچیز	ساختگی	ساختگی	ساختگی	ساختگی

(ا) چه شباهت و چه تفاوت‌هایی میان آن‌ها وجود دارد؟

(ب) نمونه طبیعی مخلوط هیدروژن، مخلوطی از چند ایزوتوپ آن است؟

(پ) کدام ایزوتوپ هیدروژن از همه ناپایدارتر است؟

(ت) چند ایزوتوپ هیدروژن پرتوزا هستند؟

پاسخ: (ا) عدد اتمی (تعداد پروتون‌ها) و تعداد الکترون‌ها جزو شباهت‌ها و عدد جرمی و تعداد نوترون‌ها جزو تفاوت‌های این ایزوتوپ‌ها است.

(ب) نمونه طبیعی، مخلوطی از سه ایزوتوپ طبیعی (${}^1_1\text{H}$ ، ${}^2_1\text{H}$ و ${}^3_1\text{H}$) است، ولی ${}^4_2\text{He}$ ساختگی هستند نه طبیعی.

(پ) ${}^3_1\text{H}$ از همه ناپایدارتر است (کمترین نیم‌عمر را دارد). البته هر ${}^4_2\text{He}$ ایزوتوپ ساختگی هیدروژن و ${}^1_1\text{H}$ ناپایدار هستند.

(ت) ۵ ایزوتوپ ناپایدار هیدروژن از ${}^3_1\text{H}$ تا ${}^9_3\text{Li}$ پرتوزا می‌باشند.

نکته: دوتریم (${}^2_1\text{H}$) یکی از ایزوتوپ‌های هیدروژن است که در هسته خود یک پروتون و یک نوترون دارد. درصد دوتریم بسیار ناچیز بوده و در طبیعت بسیار کمیاب است. با این حال مانند هیدروژن معمولی رفتار می‌کند و خاصیت پرتوایی ندارد. دوتریم سنی است.

مثال: اگر از هر ۳۰ اتم بور در طبیعت تعداد ۶ اتم از نوع ${}^{10}_5\text{B}$ و مابقی از نوع ${}^{11}_5\text{B}$ باشند، درصد فراوانی هر ایزوتوپ را محاسبه کنید.

پاسخ: $\frac{6}{30} \times 100 = 20\%$ درصد فراوانی ${}^{10}_5\text{B}$ و $\frac{24}{30} \times 100 = 80\%$ درصد فراوانی ${}^{11}_5\text{B}$

مثال: نسبت جرم نوترون‌ها به الکترون‌ها در اتم ${}^{12}_6\text{C}$ کدام است؟ (جرم الکترون و نوترون به ترتیب $9/109 \times 10^{-28}\text{g}$ و $1/675 \times 10^{-24}\text{g}$ است.)

پاسخ: تعداد الکترون‌ها $p = e = 6$ ، تعداد نوترون‌ها $n = 12 - 6 = 6$ ، ${}^{12}_6\text{C}$

در این اتم $\frac{n}{p} = \frac{6 \times 1/675 \times 10^{-24}}{6 \times 9/109 \times 10^{-28}} = 0/24 \times 10^4$

نکته: لازم به ذکر است در اتم فنتی تعداد الکترون‌ها برابر تعداد پروتون‌ها می‌باشد.

نست: تعداد ذره‌های درون یک یون به‌صورت مقابل می‌باشد:

کدام جمله درست است؟

(۱) نسبت عدد جرمی به عدد اتمی آن $\frac{4}{3}$ است.

(۲) اختلاف عدد اتمی عنصر X با عدد اتمی سبک‌ترین ایزوتوپ آن برابر ۲ است.

(۳) نماد آن به‌صورت ${}^{15}_{31}\text{X}^{2-}$ می‌باشد.

(۴) اتم ${}^{33}_{15}\text{Y}$ با اتم X ایزوتوپ است.

پاسخ: اتم X با اتم Y ایزوتوپ است، زیرا عدد اتمی هر دو یکسان (۱۵) ولی عدد جرمی آن‌ها با یکدیگر تفاوت دارد.

نماد این یون به‌صورت ${}^{15}_{31}\text{X}^{2-}$ می‌باشد که در آن عدد اتمی برابر ۱۵ و عدد جرمی برابر ۳۱ است و نسبت $\frac{\text{عدد جرمی}}{\text{عدد اتمی}}$ برابر $2/06$ است. همچنین

اختلاف عدد اتمی دو ایزوتوپ یک عنصر صفر می‌باشد. بنابراین گزینه (۴) صحیح است.

۱- در مورد amu یا واحد جرم اتمی در قسمت‌های بعدی همین فصل آموزش داده خواهد شد.

تقسیم تکسئون علم ساخت بشر

هر عنصر کاربرد ویژه‌ای دارد که به خواص آن بستگی دارد. از ۱۱۸ عنصر شناخته‌شده، تنها ۹۲ عنصر (حدود ۷۸٪) در طبیعت یافت می‌شود. باقی عنصرها یعنی ۲۶ عنصر دیگر (حدود ۲۲٪) ساختگی بوده و توسط بشر ساخته شده‌اند.

تقسیم

- (۱) در دوره ۵ و گروه ۷ جدول دورهای قرار دارد.
 (۲) جزء عنصرهای واسطه (دسته d) دوره پنجم است.
 (۳) با این که نسبت $\frac{n}{p}$ در هسته اتم آن از ۱/۵ کوچک‌تر است ولی پرتوزا می‌باشد. $\left(\frac{n}{p} = \frac{56}{43} = 1.3\right)$

تکسیم نخستین عنصر ساخت بشر می‌باشد. این عنصر مصنوعی که در راکتور (واکنشگاه) هسته‌ای ساخته شده است، در تصویربرداری پزشکی اهمیت فوق‌العاده‌ای دارد.

همه تکسیم موجود در جهان به طور مصنوعی و با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای ساخته شده است. از آن‌جا که نیم‌عمر این عنصر کوتاه است نمی‌توان مقادیر زیادی از این عنصر را تهیه و برای مدت طولانی نگهداری کرد. (نیم‌عمر رادیوایزوتوپ ^{99m}Tc برابر ۶ ساعت است) و بسته به نیاز، با یک مولد هسته‌ای تولید و مصرف می‌شود.

از تکسیم برای تصویربرداری غده تیروئید استفاده می‌شود. زیرا یون پدید (I^-) با یونی که حاوی تکسیم (^{99m}Tc) است، اندازه مشابهی دارد و غده تیروئید هنگام جذب یون پدید، یون حاوی تکسیم را نیز جذب می‌کند. با افزایش مقدار این یون در غده تیروئید، امکان تصویربرداری فراهم می‌شود.



تصویر غده تیروئید ناسالم



تصویر غده تیروئید سالم



غده پروانه‌ای شکل تیروئید در بدن انسان

یک فنجان شیمی

یکی از روش‌های درمان تومورهای سرطانی استفاده از رادیوایزوتوپ‌هاست. رادیوایزوتوپ‌های درمانی و تشخیص‌دهنده بیماری را رادیودارو نیز می‌گویند. برای درمان بیماری‌های سرطانی و از بین بردن تومورها، یک منبع رادیوایزوتوپ را داخل تومور تزریق کرده تا منجر به نابودی تومور شود. به عنوان مثال، پد تنها در غده تیروئید جذب می‌شود. اگر تومور در تیروئید بیمار وجود داشته باشد، با تزریق ایزوتوپ پد (^{131}I) می‌توان این تومور را نابود کرد. در درمان سرطان تیروئید، بیمار مقدار بالایی از پد پرتوزا (پد-۱۳۱) را دریافت می‌کند که چون پد در سلول‌های تیروئید تجمع می‌یابد، لذا پرتوهای منتشر می‌کند که سلول‌های تومور تیروئید را از بین می‌برد.

اورانیم

اورانیم (^{238}U) شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزایی است که تنها یکی از ایزوتوپ‌های آن، اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می‌رود. این ایزوتوپ، اورانیم-۲۳۵ (^{235}U) است که به شکل اکسید اورانیم بوده و فرآوری آن در مخلوط طبیعی کمتر از ۰/۷٪ است.

غنی‌سازی ایزوتوپی فرایندی است که به واسطه آن در یک مخلوط اورانیم طبیعی، مقدار ایزوتوپ ^{235}U بیش‌تر شود. غنی‌سازی اورانیم یکی از مراحل چرخه تولید سوخت هسته‌ای است که دانشمندان هسته‌ای کشورمان توانسته‌اند این ایزوتوپ را تا ۲۰٪ غنی‌سازی کنند و نام ایران در فهرست دهگانه کشورهای هسته‌ای جهان ثبت شد.

اورانیم طبیعی که به شکل اکسید اورانیم است، شامل ۹۹/۳٪ از ایزوتوپ ^{238}U و ۰/۷٪ از ایزوتوپ ^{235}U است. ایزوتوپ ^{235}U اورانیم قابل شکافت و مناسب برای تولید پمپ‌ها و سوخت نیروگاه‌های هسته‌ای است. (اورانیم ۲۳۸ فاقد خاصیت شکافت‌پذیری با پمپان نوکلونی می‌باشد).

پسماندهای راکتورهای اتمی حاوی مقدار زیادی رادیوایزوتوپ است که خاصیت پرتوزایی داشته و بسیار خطرناک هستند. از این‌رو دفع آن‌ها از جمله چالش‌ها و مشکلات صنایع هسته‌ای به شمار می‌آید.

عنصرهای ^{239}Pu و فسفر ^{32}P نیز در میان ایزوتوپ‌های خود دارای ایزوتوپ پرتوزا هستند.

آیا می‌دانید؟ اتم آهن-۵۹ (^{59}Fe) نیز یک رادیوایزوتوپ است. ^{59}Fe برای تصویربرداری از دستگاه گردش خون به کار می‌رود، زیرا یون‌های مربوط به اتم آهن در ساختار هموگلوبین وجود دارند. نیم‌عمر این ایزوتوپ آهن حدود ۴۵ روز است.

۱- یون حاوی تکسیم در رادیوداروها، همان یون پرتکنات (TeO_4^-) است که معمولاً به شکل نمک سدیم پرتکنات (NaTeO_4) استفاده می‌شود.

تست: چند عبارت، از عبارتهای زیر نادرست می باشد؟

- (آ) در فرایند غنی سازی ایزوتوپ، میزان ایزوتوپ ^{235}U در مخلوط ایزوتوپها افزایش می یابد.
 (ب) فراوانی ایزوتوپ ^{235}U در مخلوط طبیعی حدود ۷ درصد است.
 (پ) ایران توانایی تولید رادیو ایزوتوپهای P و Tc را دارد.
 (ت) تعداد زیادی از انواع ایزوتوپهای اورانیم به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می روند.
 (ث) اورانیم - ^{235}U فلزی پرتوزا است.

۴ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۱ (۴)
پاسخ: موارد «ب» و «ت» نادرست هستند.

(ب) فراوانی ایزوتوپ ^{235}U در مخلوط طبیعی کمتر از ۰/۷ درصد است.
 (ت) یکی از ایزوتوپهای اورانیم به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می رود.
 عبارتهای «الف»، «پ» و «ث» درست هستند. بنابراین گزینه (۳) پاسخ تست است.

گلوکز نشاندار



به گلوکز حاوی اتمهای پرتوزا (مانند اتم اکسیژن - ^{18}O یا ^{14}C)، گلوکز نشاندار می گویند. تشخیص سرطان توسط گلوکز نشاندار: یکی از کاربردهای گلوکز نشاندار، تشخیص و درمان سلولهای سرطانی در بدن است. برای این کار، گلوکز نشاندار را اغلب به صورت وریدی به بدن بیمار تزریق می کنند. مولکولهای گلوکز در توده های سرطانی تجمع کرده و کار تصویربرداری و تشخیص توده های سرطانی آسان و دقیق انجام می شود. از آنجا که تشخیص تومورها از طریق گلوکز نشاندار دقیق تر از روش های دیگر است، جراح می تواند به موقع، بافت های سرطانی را از بدن خارج کند.

- (۱) گلوکز یکی از قندهای مورد نیاز جهت سوخت و ساز سلول های بدن است و جرم مولی آن برابر $180\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ می باشد.
 (۲) گلوکز نشاندار جرم مولی بیش تری از گلوکز معمولی دارد.
 (۳) توده سرطانی، رشد غیرعادی دارد. $\Rightarrow$ افزایش مصرف گلوکز $\Rightarrow$ با تزریق گلوکز نشاندار $\Rightarrow$ گلوکز معمولی و نشاندار در توده سرطانی تجمع می یابد. $\Rightarrow$ آشکارسازی پرتوهای آزاد شده از اتم پرتوزا در گلوکز $\Rightarrow$ تشخیص محل توده سرطانی

آیا می دانید؟ گاز رادون یکی از فراوان ترین مواد پرتوزا در زندگی ماست. رادون، گازی بدون بو و بدون مزه و سنگین ترین گاز نجیب موجود در طبیعت است. رادون به طور پیوسته در لایه های زیرین زمین از طریق واکنش های هسته ای تولید می شود. به دلیل دما و فشار بالا در لایه های زیر زمین، این گاز به منافذ و ترک های آن ها نفوذ می کند.

اگر مکان های زندگی از تهویه مناسب برخوردار نباشد، گاز رادون درون آن ها جمع شده و هوای آن جا را به مواد پرتوزا آلوده می کند. گاز رادون به مقدار بسیار ناچیزی در هواگره یافت می شود که این مقدار ناچیز خطری برای سلامتی ما ندارد.

نکته: با شکسته شدن گسل های زیرزمین به هنگام وقوع زلزله، خروج گاز رادون به شدت افزایش می یابد و چند دقیقه قبل از زلزله میزان گاز رادون در محیط زیاد می شود که نشانه خوبی برای اعلام وقوع زلزله قبل از شروع آن و نجات انسان ها می باشد.

نکته: دود سیگار و قلیان، مقدار قابل توجهی مواد پرتوزا دارد. از این رو اغلب افرادی که به سرطان ریه مبتلا می شوند، سیگاری هستند.

تست: تعداد جمله یا جملات درست برابر تا است.

- (آ) دود سیگار و قلیان، مقدار قابل توجهی مواد پرتوزا دارد. (ب) به $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6^{18}\text{O}$ گلوکز نشاندار می گویند.^۱
 (پ) فراوانی ایزوتوپ ^{238}U بیش تر از ^{235}U است.
 (ت) عنصرهایی که دارای رادیوایزوتوپ هستند، درصد فراوانی اتم های رادیوایزوتوپ آن بیش تر است.

۴ (۱) ۳ (۲) ۲ (۳) ۱ (۴)
پاسخ: فسفر دارای چندین ایزوتوپ ناپایدار (رادیوایزوتوپ) است. (^{32}P و ^{33}P)

در مخلوط ایزوتوپها، درصد فراوانی رادیوایزوتوپ های ناپایدار کمتر است. بنابراین گزینه (۲) صحیح است.

۱- یعنی از ۶ اتم اکسیژن گلوکز یکی پرتوزا (^{18}O) و بقیه اکسیژن معمولی (^{16}O) می باشد.

فصل

قسمت سوم

طبقه‌بندی عناصرها

جدول دورهای عناصرها

طبقه‌بندی کردن یکی از مهارت‌های پایه در یادگیری مفاهیم است. دانشمندان همواره تلاش کرده‌اند تا عناصرهای شیمیایی را دسته‌بندی کنند. در همین راستا و به مرور زمان جدول دورهای (تناوبی) عناصرها را جهت طبقه‌بندی آن‌ها طراحی کرده‌اند. بزرگ‌ترین پیشرفت در زمینه دسته‌بندی عناصرها با کارهای مندلیف دانشمند روسی به‌دست آمد. مندلیف به وجود روند تناوبی میان عناصرهای مشابه با شیوه‌ای که امروز می‌شناسیم، پی برد. البته جدول مندلیف شامل ۱۲ گروه و ۱۲ ردیف بود که از لحاظ دسته‌بندی، تعداد گروه‌ها و شکل ظاهری، با جدول تناوبی امروزی تفاوت‌های چشمگیری داشت. جدول دورهای عناصرها در طول تاریخ دستخوش تغییراتی شده است تا در نهایت به شکل امروزی ارائه شده است.

نام عنصر	He	O	P	C	Fe
شماره گروه	۱۸	۱۶	۱۵	۱۴	۸
شماره دوره	۱	۲	۳	۲	۴
عدد اتمی	۲	۸	۱۵	۶	۲۶

- ۱- به کمک جدول دورهای می‌توان ۱۱۸ عنصر شناخته‌شده را با توجه به معیار و ملاک مشخصی در یک طبقه‌بندی مناسب و با چیدمان خاص کنار هم قرار داد.
- ۲- این طبقه‌بندی می‌تواند اطلاعات بسیار ارزشمندی درباره ویژگی‌های عناصرها در اختیار ما قرار دهد.
- ۳- براساس طبقه‌بندی این جدول می‌توان رفتار شیمیایی عناصرهای گوناگون را پیش‌بینی کرد.
- ۴- به کمک جدول دورهای عناصرها، می‌توان به آسانی شماره گروه و شماره دوره (ردیف) هر عنصر را تعیین کرد. شماره گروه و دوره یک عنصر، موقعیت یا مکان آن عنصر را در جدول دورهای مشخص می‌کند.
- ۵- به کمک جدول دورهای عناصرها، می‌توان تعداد ذره‌های زیراتمی را برای یک عنصر به‌دست آورد.
- ۶- به کمک جدول دورهای می‌توان با استفاده از مشابه بودن خواص شیمیایی عناصرهای یک گروه خواص شیمیایی عناصرها را پیش‌بینی کرد.

فوائد
طبقه‌بندی
عناصرها

۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
۱ H هیدروژن 1.008	۲ He هلیوم 4.003											۳ B بور 10.81	۴ C کربن 12.01	۵ N نیتروژن 14.01	۶ O اکسیژن 16.00	۷ F فلور 18.99	۸ Ne نئون 20.18
۹ Li لیتیم 6.941	۱۰ Be بهریم 9.012	۱۱ Na سدیم 22.99	۱۲ Mg منگنز 24.31									۱۳ Al آلومینیم 26.98	۱۴ Si سیلیسیم 28.09	۱۵ P فسفر 30.97	۱۶ S کبر 32.06	۱۷ Cl کلر 35.45	۱۸ Ar آرگون 39.95
۱۹ K پتاسیم 39.10	۲۰ Ca کلسیم 40.08	۲۱ Sc اسکاندیم 44.96	۲۲ Ti تیتانیوم 47.88	۲۳ V وانادیوم 50.94	۲۴ Cr کروم 52.00	۲۵ Mn منگنز 54.94	۲۶ Fe آهن 55.85	۲۷ Co کوبالت 58.93	۲۸ Ni نیکل 58.69	۲۹ Cu مس 63.55	۳۰ Zn روی 65.38	۳۱ Ga گالیم 69.72	۳۲ Ge ژرمانیم 72.64	۳۳ As آرسنیک 74.92	۳۴ Se سلنیم 78.96	۳۵ Br بروم 79.90	۳۶ Kr کریپتون 83.80
۳۷ Rb روبیوم 85.47	۳۸ Sr استرونسیم 87.62	۳۹ Y یتربیوم 88.91	۴۰ Zr زیرکونیم 91.22	۴۱ Nb نیوبیم 92.91	۴۲ Mo مولیبدن 95.94	۴۳ Tc تکنسیم [98]	۴۴ Ru روثنیم 101.07	۴۵ Rh رودیم 101.07	۴۶ Pd پالادیوم 106.36	۴۷ Ag نقره 107.87	۴۸ Cd کادمیوم 112.41	۴۹ In این 114.82	۵۰ Sn سرب 118.71	۵۱ Sb آنتیمون 121.76	۵۲ Te تلیور 127.60	۵۳ I یود 126.91	۵۴ Xe کسین 131.29
۵۵ Cs سزیم 132.91	۵۶ Ba باریم 137.33	۵۷ La لانتانوم 138.91	۵۸ Ce سرمیسم 140.12	۵۹ Pr پراسیمیوم 140.91	۶۰ Nd نئودیمیوم 144.24	۶۱ Pm پرمیتیوم [145]	۶۲ Sm ساماریوم 150.36	۶۳ Eu یورپرم 151.96	۶۴ Gd گادولیم 157.25	۶۵ Tb تربیم 158.93	۶۶ Dy دیسپرمیوم 162.50	۶۷ Ho هولمیوم 164.93	۶۸ Er ایتربیوم 167.26	۶۹ Tm تیمانیوم 168.93	۷۰ Yb یتربیوم 173.05	۷۱ Lu لوپتسیم 174.97	۷۲ Hf هافنیم 178.49
۷۳ Ta تانگستیم 180.95	۷۴ W ولفرام 183.84	۷۵ Re رئنتگن 186.21	۷۶ Os اوسمیوم 190.23	۷۷ Ir ایریدیوم 192.22	۷۸ Pt پلاتین 195.08	۷۹ Au طلا 196.97	۸۰ Hg جیوه 200.59	۸۱ Tl تلیوریم 204.38	۸۲ Pb سرب 207.2	۸۳ Bi بسموت 208.98	۸۴ Po پولونیوم [209]	۸۵ At آستاتین [210]	۸۶ Rn رادیون [222]	۸۷ Fr فرانسیوم [223]	۸۸ Ra رادیوم [226]	۸۹ Ac آکتینیوم [227]	۹۰ Th توریم [232]
۹۱ Pa پروتاکتینیوم [231]	۹۲ U یورانیوم 238.03	۹۳ Np نپتونیوم [237]	۹۴ Pu پلوتونیوم [244]	۹۵ Am آمریکیم [243]	۹۶ Cm کالمیوم [247]	۹۷ Bk برکیلیوم [247]	۹۸ Cf کالیفرنیم [251]	۹۹ Es ایسپرنایم [252]	۱۰۰ Fm فرمنیوم [257]	۱۰۱ Md مندیلیوم [288]	۱۰۲ No نوبلیوم [289]	۱۰۳ Lr لوپتسیم [260]	۱۰۴ Ta تانگستیم [261]	۱۰۵ Hf هافنیم [262]	۱۰۶ Ta تانگستیم [263]	۱۰۷ Hf هافنیم [264]	۱۰۸ Ta تانگستیم [265]

جدول دورهای عناصرها

نکته در جدول دوره‌ای امروزی، عنصرها را براساس افزایش عدد اتمی دسته‌بندی می‌کنند.

تعریف: اگر عنصرها را در جدولی برحسب افزایش عدد اتمی کنار هم قرار دهند به آن جدول، **جدول دوره‌ای عنصرها** گفته می‌شود.

تعریف (۱) گروه: هر ستون عمودی جدول دوره‌ای که شامل عنصرها با خواص شیمیایی مشابه است. به آن گروه، ستون عمودی یا خانواده نیز می‌گویند.

(۲) دوره: هر ردیف افقی جدول دوره‌ای که نشان‌دهندهٔ چیدمان عنصرها برحسب افزایش عدد اتمی است. به آن دوره، ردیف افقی یا تناوب نیز گفته می‌شود.

نکته جدول دوره‌ای عنصرها را معمولاً «جدول تناوبی عنصرها» می‌گویند. جدول تناوبی عنصرها شامل ۱۸ گروه و ۷ دوره است. هر گروه را ستون و هر دوره را ردیف یا تناوب نیز می‌گویند. جدول دوره‌ای عنصرها به تأیید آیوپاک (IUPAC) رسیده است.

آیا می‌دانید؟ آیوپاک (IUPAC) خلاصه‌شده عبارت: International Union of Pure and Applied Chemistry به معنای اتحادیهٔ بین‌المللی شیمی محض و کاربردی است که یکاها، نمادها، قراردادهای قواعد فرمول‌نویسی و نام‌گذاری و ... را در شیمی ارائه می‌کند.

نکته خواص شیمیایی عنصرهایی که در یک دوره قرار دارند، متفاوت است.

علت نام‌گذاری جدول به جدول دوره‌ای عنصرها این است که با پیمایش هر دوره از چپ به راست، خواص عنصرها به طور تقریباً مشابهی تکرار می‌شود.

چند نکته مهم که لازم است در مورد جدول دوره‌ای (تناوبی) عنصرها بدانیم:

۱- جدول تناوبی دارای ۱۸ گروه است که با شماره ۱ از سمت چپ آغاز و به شماره ۱۸ ختم می‌شود.

۲- هر عنصر در جدول تناوبی با یک نماد شیمیایی، عدد اتمی و جرم اتمی میانگین مشخص می‌شود.

تمام ایزوتوپ‌های یک عنصر نیز در یک خانه قرار دارند. به همین دلیل در هر خانه، از جرم اتمی میانگین تمام ایزوتوپ‌های آن عنصر استفاده شده است. مثال:

عدد اتمی	۱۸
نماد شیمیایی	Ar
نام	آرگون
جرم اتمی میانگین	۳۹/۹۵

۳- جدول تناوبی دارای ۷ دوره یا تناوب است. هر ردیف از سمت چپ جدول شروع می‌شود و به سمت راست ادامه دارد. ۷ ردیف جدول در زیر هم قرار دارند.

۴- ردیف اول با ۲ عنصر H و He کوتاه‌ترین دوره بوده و دوره‌های ششم و هفتم هر کدام با داشتن ۳۲ عنصر، طولانی‌ترین دوره‌های جدول هستند.

۵- آمار تعداد عنصرهای هر ردیف (دوره) از جدول تناوبی به‌صورت زیر است:

شمارهٔ دوره	تعداد عنصر هر دوره	اولین عنصر هر دوره	آخرین عنصر هر دوره
n = ۱	۲	هیدروژن H	هلیوم He
n = ۲	۸	لیتیم Li	نئون Ne
n = ۳	۸	سدیم Na	آرگون Ar
n = ۴	۱۸	پتاسیم K	کریپتون Kr
n = ۵	۱۸	روبییدیم Rb	زنون Xe
n = ۶	۳۲	سزیم Cs	رادون Rn
n = ۷	۳۲	فرانسیم Fr	اوگنسون Og

۶- دو دسته از عنصرها با نام‌های لاتین‌دها (از شماره ۵۷ تا ۷۰) و اکتینیدها (از شماره ۸۹ تا ۱۰۳) به ترتیب جزو تناوب‌های ششم و هفتم هستند که در قسمت پایینی و جدا از جدول نمایش داده شده‌اند.

۷- اگر قرار بود لاتین‌دها و اکتینیدها را داخل جدول قرار دهند، جدول تناوبی به شکل زیر بود.

	۱	۲	...	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
n=۱	H	He							
n=۲	Li	Be		B	C	N	O	F	Ne
n=۳	Na	Mg		Al	Si	P	S	Cl	Ar
n=۴	K	Ca						Br	Kr
n=۵	Rb	Sr						I	Xe
n=۶	Cs	Ba	لاتین‌دها						Rn
n=۷	Fr	Ra	اکتینیدها						Og

جدول دوره‌ای عنصرها بنون جدا کردن لاتین‌دها و اکتینیدها

توصیه مؤلفان: توصیه می‌شود موقعیت و عدد اتمی عنصرهایی که در جدول فوق، نماد آن‌ها نوشته شده است را به خاطر بسپارید.^۱

۱- عنصر شماره ۱۱۸ در سال ۲۰۱۶ میلادی، به افتخار یوری اوگنسین دانشمند روسی به نام اوگنسون و با نماد شیمیایی Og_{۱۱۸} معرفی شد. نماد قبلی این عنصر Uuo بود.

تست: در هر خانه از جدول دوره‌ای عناصرها، یک عنصر معین جای دارد. کدام یک از موارد زیر که جزو اطلاعات یک عنصر است، در آن خانه نشان داده نمی‌شود؟

- (۱) نماد شیمیایی (۲) عدد جرمی (۳) عدد اتمی (۴) جرم اتمی میانگین
- پاسخ:** در یک خانه از جدول دوره‌ای عناصرها، عدد اتمی، نماد شیمیایی و جرم اتمی میانگین آن عنصر نشان داده می‌شود، مثلاً برای عنصر سدیم داریم:



بنابراین گزینه (۲) پاسخ تست می‌باشد.

مثال: با توجه به جدول تناوبی عناصرها به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

- (آ) دوره سوم جدول تناوبی شامل چند عنصر است؟ اولین و آخرین عنصر آن چیست؟
- (ب) نام و نماد شیمیایی عنصر شماره ۱۶ را نوشته و تعداد ذره‌های زیراتمی آن را مشخص کنید.
- (پ) عدد اتمی و جرم اتمی میانگین عنصری را که در ردیف دوم و گروه دوم جدول تناوبی قرار دارد، بنویسید.
- (ت) نام و نماد شیمیایی و عدد اتمی ۵ عنصر هم‌خانواده با هلیوم را به ترتیب از بالا به پایین بنویسید.
- پاسخ:** (۱) دوره سوم دارای ۸ عنصر است. اولین عنصر آن سدیم ($^{23}_{11}\text{Na}$) و آخرین عنصر آن گاز نجیب آرگون ($^{40}_{18}\text{Ar}$) است.
- (ب) عنصر شماره ۱۶ یعنی عنصری که عدد اتمی آن ۱۶ است. این عنصر گوگرد یا سولفور نام دارد و نماد شیمیایی آن S است. گوگرد دارای ۱۶ پروتون، ۱۶ نوترون و ۱۶ الکترون است.
- (پ) عنصر موجود در ردیف دوم و گروه دوم، بریلیم ($^{9}_{4}\text{Be}$) است و جرم میانگین آن تقریباً معادل ۹ است.
- (ت) بعد از هلیوم، سایر گازهای نجیب گروه ۱۸ از بالا به پایین به ترتیب عبارتند از نئون ($^{20}_{10}\text{Ne}$)، آرگون ($^{40}_{18}\text{Ar}$)، کریپتون ($^{84}_{36}\text{Kr}$)، زنون ($^{136}_{54}\text{Xe}$) و رادون ($^{222}_{86}\text{Rn}$)

تست: چند مورد از جمله‌های زیر در رابطه با جدول دوره‌ای درست است؟

- در هر خانه از جدول، اطلاعاتی مانند نماد شیمیایی عنصر، عدد اتمی و عدد جرمی درج شده است.
- عنصرهایی که در یک دوره قرار دارند، خواص شیمیایی مشابه و عنصرهای موجود در یک گروه، خواص فیزیکی مشابه دارند.
- با پیمایش هر دوره از چپ به راست چون خواص عنصرهای یک دوره مشابه است، به آن جدول دوره‌ای عناصرها می‌گویند.
- تعداد عنصرهای دوره چهارم و پنجم جدول با یکدیگر برابر و با تعداد آن‌ها در دوره سوم متفاوت است.
- دوره‌های ششم و هفتم جدول، طولانی‌ترین دوره‌های جدول هستند و هر کدام ۳۲ عنصر دارند.

(۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۵

- پاسخ:** • در هر خانه از جدول، اطلاعاتی مانند نماد شیمیایی، عدد اتمی و جرم اتمی میانگین درج شده است. (جمله نادرست است)
- نه در یک دوره شباهت شیمیایی بین عناصرها وجود دارد و نه در بین عنصرهای یک گروه خواص فیزیکی وجود دارد. (جمله نادرست است)
- خواص شیمیایی عنصرهای یک دوره با هم تفاوت دارد. (نادرست)
- در هر کدام از دوره‌های چهارم و پنجم، هجده عنصر وجود دارد ولی در دوره سوم، هشت عنصر وجود دارد. (درست)
- جمله درست است.

بنابراین گزینه (۱) پاسخ تست است.

عناصرهای موجود در یک گروه تقریباً خواص شیمیایی مشابهی دارند. به طوری‌که می‌توان به کمک این تشابه، خواص برخی عناصرها را با توجه به عنصر دیگر در همان گروه پیش‌بینی کرد.

توجه: ممکن است دو اتم از دو گروه متفاوت و با خواص شیمیایی متفاوت یون‌هایی با بار مشابه تولید کنند. مانند Ca^{2+} و Zn^{2+} که در دو گروه متفاوت با خواص شیمیایی متفاوت قرار دارند اما هر دو، یون $2+$ ایجاد می‌کنند.

جرم اتمی: عناصرها، برای اندازه‌گیری جرم اتم‌ها از هیچ ترازویی نمی‌توان استفاده کرد زیرا برای اندازه‌گیری جرم یک جسم یا یک اتم باید جرم آن اتم یا آن جسم از دقت اندازه‌گیری ترازو بیش‌تر باشد. چون جرم هیچ اتمی از دقت اندازه‌گیری هیچ ترازویی بیش‌تر نیست پس برای اندازه‌گیری جرم اتم‌ها نیازمند روش خاصی هستیم. دانشمندان برای بررسی و اثرگذاری خواص فیزیکی و شیمیایی یک ماده، لازم است بدانند چه جرمی از اتم‌ها، مولکول‌ها و یا یون‌های آن ماده وارد بدن شده است. با این‌که یکای گرم، رایج‌ترین یکای اندازه‌گیری جرم در آزمایشگاه است اما نمی‌توان از یکای گرم برای اندازه‌گیری جرم یک اتم یا یک مولکول استفاده کرد. از آن‌جا که اتم‌ها و مولکول‌ها بسیار ریز بوده و جرم بسیار ناچیزی دارند، با هیچ ترازویی نمی‌توان جرم آن‌ها را اندازه گرفت. به همین دلیل دانشمندان همواره در پی یافتن سنجهای مناسب و در دسترس برای تعیین جرم اتم‌ها بوده‌اند. دانشمندان مقیاس جرم نسبی را برای تعیین جرم اتم‌ها به کار می‌برند.

شیمی‌دان‌ها، اتم کربن-۱۲ را به ۱۲ قسمت تقسیم کردند و یک قسمت آن را به عنوان مبنای سنجش جرم اتم‌ها در نظر گرفتند. آن‌ها این یک دوازدهم ($\frac{1}{12}$) جرم اتم کربن-۱۲ را یک amu (یکای جرم اتمی) نام نهادند.

جرم نسبی: جرم یک ذره نسبت به یکای جرم اتمی را می‌گویند که برحسب amu یا u بیان می‌شود.

مثال: با توجه به جدول دوره‌ای عناصر به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

- (ا) شماره دوره، عدد اتمی، عدد جرمی و جرم اتمی میانگین اولین عنصر لاتانیدها و سنگین‌ترین گاز نجیب در طبیعت را بنویسید.
 (ب) کدام عنصر مقابل همانند سدیم (Na) واکنش‌پذیری شیمیایی زیادی دارد؟ دلیل انتخاب خود را بنویسید.
 ${}_{26}Fe$ ، ${}_{19}K$ ، ${}_{39}Kr$
 (پ) اتم منیزیم در ترکیب‌های خود به شکل یون Mg^{2+} یافت می‌شود. کدام یک از عنصرهای زیر مانند منیزیم، یون تک‌اتمی با دو بار مثبت تشکیل می‌دهد؟
 ${}_{34}Se$ ، ${}_{13}Al$ ، ${}_{20}Ca$
 (ت) اتم فلورور در ترکیب‌های خود به شکل یون F^{-} یافت می‌شود. کدام یک از عنصرهای زیر مانند فلورور یون تک‌اتمی با یک بار منفی تشکیل می‌دهد؟
 ${}_{15}P$ ، ${}_{16}S$ ، ${}_{35}Br$

پاسخ: (ا) اولین عنصر لاتانیدها، فلز لاتانیم ${}_{57}La$ است. در اتم لاتانیم $Z = 57$ و $A = 139$ بوده و جرم میانگین لاتانیم $138.904 amu$ می‌باشد و این عنصر در دوره ششم قرار دارد. سنگین‌ترین گاز نجیب در طبیعت (نه ساختگی) گاز رادون ${}^{222}Rn$ است. دارای $Z = 86$ و $A = 222$ است. جرم اتمی میانگین رادون نیز $222 amu$ می‌باشد.
 (ب) ${}_{19}K$ (پتاسیم) با سدیم هم‌گروه است، پس خواص شیمیایی شبیه هم دارند. این دو فلز هر دو واکنش‌پذیری شیمیایی زیادی دارند.
 (پ) ${}_{20}Ca$ (کلسیم) با ${}_{12}Mg$ (منیزیم) در یک ستون از جدول تناوبی قرار دارند. این دو فلز به علت تشابه خواص گروهی، یون‌های پایدار مشابه با دو بار مثبت تشکیل می‌دهند.
 (ت) اتم F (فلورور) با ${}_{35}Br$ (برم) در یک ستون از جدول تناوبی قرار دارند. این دو عنصر به علت تشابه خواص گروهی یون‌های پایدار مشابه X^{-} تولید می‌کنند.

نکته: یکای جرم اتمی (amu): یک amu برابر با $\frac{1}{12}$ جرم اتم کربن-12 و برابر با 1.661×10^{-24} گرم است. (شکل زیر)



الگوهای برای نمایش amu



$1 amu = \frac{1}{12} ({}^{12}C)$
 جرم اتم کربن-12 برابر با یک amu است.

سؤال: جرم یک اتم کربن - 12 برابر چند amu است؟

پاسخ: چون اتم کربن - 12 از دوازده قسمت مساوی که هر قسمت برابر یک amu است تشکیل شده بنابراین می‌توان نوشت:

$${}^{12}C = 12 amu$$

سؤال: یک amu معادل چند گرم است؟

پاسخ:

$$1 amu = 1.66 \times 10^{-24} g$$

نکته: کربن دارای سه ایزوتوپ ${}^{12}C$ ، ${}^{13}C$ و ${}^{14}C$ است که کربن-12 (${}^{12}C$) به عنوان مبنا برای اندازه‌گیری جرم اتمی نسبی اتم‌ها در نظر گرفته شده است. ${}^{12}C$ را کربن استاندارد نیز می‌گویند.

نکته: با تعریف جرم اتمی نسبی (amu) شیمی‌دان‌ها موفق شدند جرم اتمی همه عناصرها و همچنین جرم ذره‌های زیراتمی را اندازه‌گیری کنند.

نکته: جرم یک پروتون و یک نوترون تقریباً مساوی و برابر با 1 amu است. اما جرم الکترون بسیار ناچیز بوده و در محاسبات عددی از جرم آن صرف‌نظر می‌کنند. جرم یک الکترون تقریباً $\frac{1}{1836} amu$ است.

نکته: کدام مطلب در مورد واحد جرم اتمی درست است؟

(۱) جرم الکترون تقریباً $\frac{1}{1836} amu$ است.

(۲) جرم پروتون و نوترون تقریباً 1 amu است.

(۳) جرم اتمی که دارای ۳ پروتون، ۳ الکترون و ۳ نوترون می‌باشد برابر ۹ amu است.

(۴) جرم یک اتم ${}^{12}C$ برابر ۱۲g است.

پاسخ: جرم هر پروتون و هر نوترون تقریباً برابر 1 amu است و جرم یک الکترون بسیار سبک‌تر از پروتون و نوترون می‌باشد. جرم هر الکترون

$\frac{1}{1836}$ برابر جرم یک پروتون است (به طور تقریبی جرم یک الکترون را $\frac{1}{1836} amu$ در نظر می‌گیرند، که در محاسبات صرف‌نظر می‌شود.

جرم یک اتم کربن - 12 برابر 12 amu است. بنابراین گزینه (۱) صحیح است.

۱- amu مخفف عبارت atomic mass unit به معنای یکای جرم اتمی است.

مثال: بر مبنای مقیاس یکای جرم اتمی، جرم نسبی هر یک از اتم‌های ${}^1_1\text{H}$ ، ${}^4_2\text{He}$ ، ${}^7_3\text{Li}$ و ${}^{12}_6\text{C}$ چند amu است؟

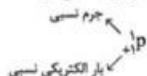
پاسخ: چون جرم پروتون و نوترون تقریباً برابر هم و تقریباً مساوی با 1 amu است و جرم الکترون بسیار ناچیز و قابل صرف‌نظر کردن است، بنابراین به کمک عدد جرمی یک عنصر می‌توان به طور تقریبی جرم اتمی آن را برحسب amu تخمین زد.

$$\begin{aligned} {}^1_1\text{H} \Rightarrow A=1 \Rightarrow \text{جرم اتمی} &= 1\text{amu} & {}^4_2\text{He} \Rightarrow A=4 \Rightarrow \text{جرم اتمی} &= 4\text{amu} \\ {}^7_3\text{Li} \Rightarrow A=7 \Rightarrow \text{جرم اتمی} &= 7\text{amu} & {}^{12}_6\text{C} \Rightarrow A=12 \Rightarrow \text{جرم اتمی} &= 12\text{amu} \end{aligned}$$

نماد شیمیایی ذره‌های زیراتمی

در نماد ذره‌های زیراتمی، سمت چپ و بالا، جرم نسبی و سمت چپ و پایین نماد شیمیایی ذره‌های زیراتمی، بار الکتریکی نسبی ذره نوشته می‌شود.

به عنوان مثال نماد پروتون به صورت مقابل نوشته می‌شود:



توجه: منظور از جرم نسبی، جرم ذره نسبت به واحد جرم اتمی (amu) است که در بخش قبلی با آن آشنا شدید. در جدول زیر ویژگی‌های ذره‌های زیراتمی را مشاهده می‌کنید.

نام ذره زیراتمی	نماد شیمیایی	جرم نسبی برحسب amu	بار الکتریکی نسبی	جرم دقیق (amu)
الکترون	${}^0_{-1}\text{e}$	0	-1	0.0005
پروتون	${}^1_1\text{p}$	1	+1	1.0073
نوترون	${}^1_0\text{n}$	1	0	1.0087

تست: جدول زیر برخی ویژگی‌های ذره‌های زیراتمی را نشان می‌دهد. چند مورد از آن‌ها نادرست است؟

نام ذره	نماد	بار الکتریکی	جرم نسبی تقریبی
الکترون	A	B	C
پروتون			
نوترون	E	D	

$$\begin{aligned} {}^1_0\text{n} : \text{E} & \quad {}^1_1\text{p} : \text{B} & {}^1_1\text{p} : \text{B} & \quad {}^0_{-1}\text{e} : \text{A} \\ 4 (4) & \quad 2 (2) & 2 (2) & \quad 1 (1) \end{aligned}$$

پاسخ: موارد A، B، C و E نادرست‌اند. شکل صحیح آن‌ها به صورت زیر است:

$$\text{A} \Rightarrow {}^0_{-1}\text{e} \quad \text{E} \Rightarrow {}^1_0\text{n} \quad \text{D} \Rightarrow 1 \quad \text{C} \Rightarrow 0 \quad \text{B} \Rightarrow +1$$

بنابراین گزینه (4) پاسخ تست است.

محاسبه جرم اتمی میانگین

در جدول تناوبی عناصر، از جرم اتمی میانگین استفاده می‌شود.

با توجه به این‌که بسیاری از عناصر چندین ایزوتوپ دارند و هر عنصر تنها در یک خانه از جدول قرار می‌گیرد، از جرم‌های اتمی ایزوتوپ‌های عنصر، میانگین گرفته شده و سپس در جدول تناوبی قرار می‌گیرد.

هیدروژن در طبیعت دارای سه ایزوتوپ (${}^1_1\text{H}$ ، ${}^2_1\text{H}$ و ${}^3_1\text{H}$) با فراوانی مختلف می‌باشد که جرم‌های اتمی متفاوتی دارند. اما در جدول ذره‌های عنصر، فقط یک خانه به این ایزوتوپ‌ها اختصاص یافته است. به همین خاطر جرم اتمی موجود در جدول، جرم اتمی میانگین این سه ایزوتوپ است که برابر 1.008amu می‌باشد.

جرم اتمی میانگین: به میانگین جرم اتمی ایزوتوپ‌های یک عنصر با توجه به فراوانی آن‌ها در طبیعت گفته می‌شود.

اگر عنصری از ایزوتوپ‌هایی با جرم‌های اتمی m_1 ، m_2 ، ... و با فراوانی‌های f_1 ، f_2 ، ... تشکیل شده باشد، برای محاسبه جرم اتمی میانگین این عنصر از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$\bar{M} = m_1 + \frac{f_2}{100}(m_2 - m_1) + \frac{f_3}{100}(m_3 - m_1) \quad \text{یا} \quad \bar{M} = \frac{m_1 f_1 + m_2 f_2 + \dots}{f_1 + f_2 + \dots}$$

در این رابطه، اگر فراوانی برحسب درصد بیان شود، مجموع فراوانی‌ها در مخرج کسر رابطه، برابر با عدد 100 خواهد بود.

مثال: با توجه به شکل زیر که فراوانی اتم‌های کلر در طبیعت را نشان می‌دهد، جرم اتمی میانگین کلر را حساب کنید.

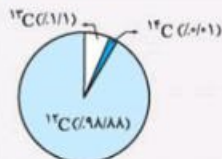


پاسخ: تعداد اتم‌های کلر - ۳۷ برابر با ۵ اتم و تعداد اتم‌های کلر - ۳۵ برابر با ۱۵ اتم می‌باشد.

$$^{35}_{17}\text{Cl} \Rightarrow m_r = 35, f_r = 15 \quad \text{و} \quad ^{37}_{17}\text{Cl} \Rightarrow m_r = 37, f_r = 5$$

$$\bar{M} = \frac{m_1 f_1 + m_2 f_2}{f_1 + f_2} = \frac{(35 \times 15) + (37 \times 5)}{15 + 5} = 35.5 \text{ amu}$$

جرم اتمی میانگین: $\bar{M} = \frac{m_1 f_1 + m_2 f_2}{f_1 + f_2} = \frac{(35 \times 15) + (37 \times 5)}{15 + 5} = 35.5 \text{ amu}$



مثال: با توجه به شکل مقابل، جرم اتمی متوسط اتم‌های کربن را حساب کنید.

پاسخ: $^{12}\text{C} \Rightarrow m_r = 12, f_r = 98.9/100$ و $^{13}\text{C} \Rightarrow m_r = 13, f_r = 1.1/100$ و $^{14}\text{C} \Rightarrow m_r = 14, f_r = 0.1/100$

$$\bar{M} = \frac{m_1 f_1 + m_2 f_2 + m_3 f_3}{f_1 + f_2 + f_3} = \frac{(12 \times 98.9/100) + (13 \times 1.1/100) + (14 \times 0.1/100)}{100} = 12.01 \text{ amu}$$

جرم اتمی متوسط: $\bar{M} = \frac{m_1 f_1 + m_2 f_2 + m_3 f_3}{f_1 + f_2 + f_3} = \frac{(12 \times 98.9/100) + (13 \times 1.1/100) + (14 \times 0.1/100)}{100} = 12.01 \text{ amu}$

مثال: شکل روبه‌رو ایزوتوپ‌های کلر را نشان می‌دهد. (آ) جرم اتمی میانگین کلر را حساب کنید. (ب) جرم اتمی میانگین به‌دست آمده را با جرم اتمی کلر در جدول دورهای مقایسه کنید.



$$\left\{ \begin{array}{l} m_1 = 35, f_1 = 75.77\% \\ m_2 = 37, f_2 = 24.23\% \end{array} \right. \Rightarrow \bar{M} = \frac{m_1 f_1 + m_2 f_2}{f_1 + f_2} = \frac{(35 \times 75.77/100) + (37 \times 24.23/100)}{100} = 35.48 \text{ amu}$$

(ب) جرم اتمی میانگین کلر در جدول تناوبی ۳۵.۴۵ است.

مثال: عنصر برم دارای دو ایزوتوپ $^{79}_{35}\text{Br}$ و $^{81}_{35}\text{Br}$ است. اگر جرم اتمی میانگین برم برابر با 79.9 amu باشد، درصد فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر برم را تعیین کنید.

پاسخ: چون فراوانی برحسب درصد خواسته شده است، بنابراین می‌توان نوشت: $f_1 + f_2 = 100$ و $f_1 = 100 - f_2$

$$\bar{M} = \frac{m_1 f_1 + m_2 f_2}{f_1 + f_2} \Rightarrow 79.9 = \frac{79 \times (100 - f_2) + 81 \times f_2}{100} \Rightarrow f_2 = 45\%$$

نکته: هر چه درصد فراوانی ایزوتوپ‌های بیشتر باشد، جرم اتمی میانگین به جرم آن ایزوتوپ نزدیک‌تر است.

تست: اگر در طبیعت به ازای هر ۱۰ اتم آهن - ۵۹ ($^{59}_{26}\text{Fe}$)، ۴۰ اتم آهن - ۵۵ ($^{55}_{26}\text{Fe}$) وجود داشته باشد، جرم اتمی میانگین آهن برحسب amu کدام است؟

پاسخ: بدون محاسبه می‌توان گفت گزینه‌های (۳) و (۴) رد می‌شوند، چون فراوانی آهن - ۵۵ بیشتر است پس جرم اتمی میانگین به جرم اتمی ۵۵ Fe نزدیک‌تر است.

$$\bar{M} = \frac{m_1 f_1 + m_2 f_2}{f_1 + f_2} = \frac{(55 \times 40) + (59 \times 10)}{40 + 10} = 55.8 \text{ amu}$$

بنابراین گزینه (۲) صحیح است.

مثال: نقره دارای دو ایزوتوپ به جرم‌های اتمی $106/9$ و $108/9$ یکای جرم اتمی است. اگر فراوانی ایزوتوپ سنگین تر آن برابر 48% درصد باشد: (ا) جرم اتمی متوسط نقره برحسب amu را محاسبه کنید.

(ب) کدام ایزوتوپ در طبیعت زمان ماندگاری (نیم عمر) بالاتری دارد؟ چرا؟ **پاسخ:** (ا)

$$\overline{M} = \frac{(106/9 \times 52) + (108/9 \times 48)}{100} = 107/18 amu$$

(ب) ایزوتوپی که فراوانی آن در طبیعت بیشتر است، زمان ماندگاری (نیم عمر و پایداری) بیشتری دارد. ایزوتوپ با جرم $106/9$ و فراوانی 52% پایدارتر است.

تست: کدام مطلب درست است؟

(۱) شمار پروتون‌های 2_1H با شمار نوترون‌های 2_1H برابر است.

(۲) پروتون ذره‌ای با بار مثبت و جرم آن $\frac{1}{1836}$ جرم نوترون و شمار آن در اتم‌های ایزوتوپ هر عنصر برابر است.

(۳) در بین ایزوتوپ‌های پرتوزای هیدروژن، نیم عمر 3_1H از بقیه بیشتر است.

(۴) در ${}^{99}_{44}Tc$ به دلیل آن که $\frac{n}{p} > 1/5$ است، هسته آن ناپایدار می‌باشد.

پاسخ: شمار پروتون‌های 2_1H برابر یک و شمار نوترون‌های 2_1H برابر دو است. جرم پروتون و نوترون تقریباً با هم برابر است.

در ${}^{99}_{44}Tc$ نسبت نوترون‌ها به پروتون‌ها برابر $\frac{55}{44} = 1/23$ است و کوچکتر از $1/5$ می‌باشد. بنابراین گزینه (۳) صحیح است.

تست: اگر جرم هر یک از ذره‌های پروتون و نوترون 1836 برابر جرم الکترون بوده و جرم الکترون $5/00054 amu$ باشد، جرم تقریبی اتم 7_3Li برابر amu است.

(۱) $6/75$ (۲) $5/67$ (۳) $6/57$ (۴) $4/24$

پاسخ: جرم هر ذره نوترون و پروتون تقریباً برابر می‌باشد.



و جمعاً ۷ ذره پروتون و نوترون در هسته Li وجود دارد.

$$7 \times 1836 + 3 \times 5508 = 12708 + 16524 = 29232$$

و چون هر الکترون جرمی برابر $5/00054 amu$ دارد پس خواهیم داشت: بنابراین گزینه (۲) صحیح است.

تست: یک عنصر دارای ۳ ایزوتوپ ${}^{A_1}_{Z_1}X$ ، ${}^{A_2}_{Z_2}X$ و ${}^{A_3}_{Z_3}X$ است، چنانچه به ازای هر ایزوتوپ ${}^{A_1}_{Z_1}X$ ، ${}^{A_2}_{Z_2}X$ و ${}^{A_3}_{Z_3}X$ ایزوتوپ ${}^{A_1}_{Z_1}X$ و به ازای هر ایزوتوپ ${}^{A_2}_{Z_2}X$ ، ${}^{A_3}_{Z_3}X$ وجود داشته باشد، درصد فراوانی ${}^{A_1}_{Z_1}X$ و ${}^{A_2}_{Z_2}X$ به ترتیب از راست به چپ تقریباً چقدر است؟

(۱) 57 و 14 (۲) 29 و 57 (۳) 57 و 14 (۴) 29 و 57

پاسخ: در یک نمونه از عنصر X ، تعداد ایزوتوپ ${}^{A_1}_{Z_1}X$ را b در نظر می‌گیریم:

$$\text{درصد فراوانی } {}^{A_1}_{Z_1}X = \frac{\text{تعداد } {}^{A_1}_{Z_1}X}{\text{تعداد } {}^{A_1}_{Z_1}X + \text{تعداد } {}^{A_2}_{Z_2}X + \text{تعداد } {}^{A_3}_{Z_3}X} \times 100 = \frac{b}{b + 2b + 2b} \times 100 = \frac{1}{1 + 2 + 2} \times 100 = \frac{100}{5} = 20\%$$

$$\text{درصد فراوانی } {}^{A_2}_{Z_2}X = \frac{\text{تعداد } {}^{A_2}_{Z_2}X}{\text{تعداد } {}^{A_1}_{Z_1}X + \text{تعداد } {}^{A_2}_{Z_2}X + \text{تعداد } {}^{A_3}_{Z_3}X} \times 100 = \frac{2b}{b + 2b + 2b} \times 100 = \frac{2}{5} \times 100 = 40\%$$

بنابراین گزینه (۱) صحیح است.

تست: اگر اتم ${}^{a+b}_{Za+Zb}X$ دو نوترون بیشتر از اتم ${}^{2a+2b}_{2Z}X$ داشته باشد و این دو اتم ایزوتوپ یکدیگر باشند، مجموع تعداد الکترون‌ها، نوترون‌ها و پروتون‌ها در ایزوتوپ سبکتر کدام است؟ (a و b عددهای مثبت هستند)

(۱) 16 (۲) 24 (۳) 18 (۴) 26

پاسخ: چون ایزوتوپ هستند عدد اتمی مساوی دارند.

و چون تفاوت تعداد نوترون‌ها برابر ۲ است، اختلاف عدد جرمی نیز برابر ۲ است.

$$\left. \begin{array}{l} 2b - 2a = b + 2a \\ 2b + 2a + 2 = b + 2a \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{array}{l} a = 2 \\ b = 4 \end{array} \Rightarrow \begin{array}{l} 2b + 2a = 16 \\ 2b - 2a = 8 \end{array} X$$

$$= 24 = 8 + 8 + 8 = \text{تعداد الکترون‌ها} + \text{تعداد نوترون‌ها} + \text{تعداد پروتون‌ها}$$

بنابراین گزینه (۲) پاسخ تست است.

یک فنجان شیمی

جدول (۱)			
ایزوتوپ	^{16}O	^{17}O	^{18}O
پروتون	۸	۸	۸
نوترون	۸	۹	۱۰
عدد جرمی	۱۶	۱۷	۱۸

جدول (۲)			
جرم پروتون	جرم نوترون	جرم الکترون	
1.007276amu	1.008665amu	0.0005486amu	

چرا جرم اتمی میانگین اکسیژن از جرم اتمی سبکترین ایزوتوپ آن کمتر است؟
پاسخ: عدد جرمی، مجموع تعداد ذره‌های درون هسته یک اتم از عنصر را بیان می‌کند و عددی صحیح است.

جدول (۱)، عدد جرمی ایزوتوپ‌های اکسیژن را نشان می‌دهد. واحد جرم اتمی amu براساس $\frac{1}{12}$ جرم هسته یک اتم کربن است و از این دیدگاه، به پروتون و نوترون تقریباً یک واحد جرمی نسبت داده می‌شود. هیاکتون جرم همه اتم‌ها به‌صورت نسبت جرم آن‌ها به $\frac{1}{12}$ جرم ^{12}C بیان می‌شود. با این مقیاس جرم پروتون، نوترون و الکترون در جدول (۲) خلاصه شده است.

شاید به نظر برسد که با در دست داشتن این مقادیر می‌توان جرم اتم را محاسبه کرد، اما چنین نیست. برای نمونه، جرم ایزوتوپ ^{16}O برابر مجموع جرم ۸ پروتون، ۸ نوترون و ۸ الکترون است. پس خواهیم داشت:

$$(8 \times 0.0005486) + (8 \times 1.008665) + (8 \times 1.007276) = 16.00311\text{amu}$$

در حالی‌که با دستگاه طیف‌سنج جرمی، جرم ^{16}O برابر 15.9949amu محاسبه شده است. تفاوت جرم محاسبه‌شده و جرم تعیین‌شده با دستگاه طیف‌سنج مربوط به جرم هم‌ارز پیوندی هسته است. انرژی پیوندی معمولاً بر مبنای کاهش جرم برحسب ذره‌های پروتون و نوترون درون هسته بیان می‌گردد.

اگر جدا کردن ذره‌های هسته از یکدیگر امکان‌پذیر بود، این مقدار انرژی مصرف می‌شد.

انرژی + هسته اتم $\longrightarrow$ نوترون‌ها + پروتون‌ها

در فرایند وارونه، یعنی به هم پیوستن ذره‌های پروتون و نوترون، انرژی پیوندی آزاد می‌شود که متناسب با آن، جرم کاهش (از جرم هسته اتم) می‌یابد. برای تبدیل جرم به انرژی یا وارونه آن از رابطه **آیشتین** استفاده می‌شود. هم‌چنین جدا کردن الکترون‌ها از یکدیگر یا افزودن آن به اتم با تغییر انرژی همراه است؛ که به دلیل کوچک بودن، از آن چشم‌پوشی می‌شود.

$$15.9949\text{amu} = (0.00028 \times 16 / 9991) + (0.0025 \times 17 / 9991) + (0.9975 \times 15 / 9949) = 0.9975 \times 15.9949 + 0.0025 \times 17.0014 + 0.00028 \times 16.0031 = 15.9949\text{amu}$$

تبدیل یکای amu به یکای g.mol^{-1} به این صورت انجام می‌شود:

$$1\text{amu} = 1.66 \times 10^{-24}\text{g} \quad \text{می‌باشد. بنابراین جرم میانگین یک مول اکسیژن برابر خواهد بود با:}$$

$$15.9949\text{amu} \times 1.66 \times 10^{-24}\text{g.amu}^{-1} \times 6.022 \times 10^{23}\text{mol}^{-1} = 15.989\text{g.mol}^{-1}$$

مول و شمارش ذره‌ها

همان‌طور که می‌دانید اتم‌ها به‌طور باور نکردنی بسیار ریز هستند و نمی‌توان با هیچ دستگاهی با شمارش تک‌تک آن‌ها، تعداد اتم را به‌دست آورد. دانشمندان با استفاده از دستگاهی به نام طیف‌سنج جرمی، جرم اتم‌ها را با دقت زیادی اندازه گرفته‌اند.

می‌توان با استفاده از ترازوهای با دقت اندازه‌گیری گوناگون برای اندازه‌گیری جرم مواد اقدام نمود. مقداری را می‌توان با یک ترازو اندازه‌گیری کرد که مضرب صحیحی از دقت اندازه‌گیری ترازو باشد. مثلاً اگر دقت ترازویی 0.001 گرم باشد، جسم 0.004 گرمی را می‌توان با آن اندازه‌گیری نمود؛ زیرا 0.004 مضرب صحیحی از 0.001 است ($\frac{0.004}{0.001} = 4$) اما، جسمی به جرم 0.0045 گرم را نمی‌توان با آن اندازه‌گیری کرد، زیرا 0.0045 مضرب صحیحی از 0.001 نیست ($\frac{0.0045}{0.001} = 4.5$)

عدد آووگادرو: اگر به تعداد 6.02×10^{23} اتم از یک ماده برداریم، جرم آن‌ها به اندازه‌ای خواهد رسید که می‌شود با ترازوی دقیق جرم آن‌ها را اندازه گرفت. عدد 6.02×10^{23} را به افتخار آدمندو آووگادرو شیمی‌دان پراوراز ایتالیایی، عدد آووگادرو می‌گویند.

عدد آووگادرو را با نماد N_A نشان می‌دهند:

$$\text{چرا عدد } 6.02 \times 10^{23} ?$$

دانشمندان در گذشته در جستجوی رابطی بودند که بین تعداد ذره‌ها و جرم اتم‌ها ارتباطی مناسب برقرار کنند. آن‌ها دنبال عددی بودند که بتوانند به کمک آن، تعدادی از اتم‌ها را انتخاب کنند که جرم آن‌ها برحسب گرم از لحاظ عددی معادل جرم اتمی برحسب واحد amu باشد و آن عدد همان عدد 6.02×10^{23} بود.

نکته: عدد آووگادرو را می‌توان برابر با تعداد اتم‌هایی از کربن-۱۲ در نظر گرفت که همة آن‌ها با هم ۱۲ گرم دارند.

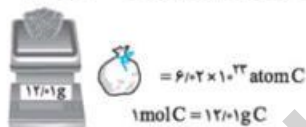
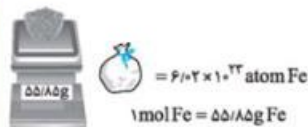
مول (mol): به تعداد 6.02×10^{23} ذره از هر ماده یک مول (mol) از آن ماده گفته می‌شود.

مول واحد شمارش اتم‌ها، یون‌ها، مولکول‌ها و ذرات زیراتمی است.

برای پی بردن به بزرگی عدد آووگادرو و مول همین کافی است که بدانیم در کل جهان هستی، دانشمندان تعداد ستاره‌ها را حدود 10^{24} مول تخمین زده‌اند.

$$\text{ستاره } 10^{22} \times 4.8 = 6.02 \times 10^{23} \times 0.08 \text{ mol} = 0.08 \text{ mol} = \text{تعداد کل ستاره‌ها}$$

جرم مولی: به جرم یک مول ذره از هر ماده، جرم مولی آن ماده می‌گویند که یکای آن، گرم بر مول $(\frac{g}{mol})$ یا $(g \cdot mol^{-1})$ است. یعنی اگر جرم تعداد 6.02×10^{23} ذره از هر ماده را اندازه بگیریم، در واقع جرم مولی آن ذره را مشخص کرده‌ایم.



یکای جرم مولی: یکای جرم مولی گرم بر مول است که به یکی از روش‌های زیر نشان داده می‌شود:

$$\text{اما یکای جرم اتمی } amu \text{ می‌باشد.}$$

$$\text{بنابراین مقدار عددی جرم اتمی برحسب یکای } amu \text{ و جرم مولی بر حسب } g \cdot mol^{-1} \text{ تقریباً با هم برابر است.}$$

$$\text{جرم بر مول} = \frac{g}{mol} = g \cdot mol^{-1}$$

تست: چند مورد از عبارات زیر، درست هستند؟

(آ) برای اندازه‌گیری جرم اتم‌ها، دانشمندان مقیاس جرم نسبی را به کار می‌برند.

(ب) اگر اتم آهن دارای ۲۶ پروتون و ۳۰ نوترون باشد، جرم آن برحسب amu تقریباً $56 amu$ است.

(پ) جرم $1 amu$ برحسب گرم برابر $\frac{1}{6.02 \times 10^{23}}$ است.

(ت) دانشمندان با استفاده از طیف‌سنج جرمی، جرم اتم‌ها را با دقت زیاد اندازه‌گیری می‌کنند.

(ث) با این‌که یکای جرم اتمی، یکای بسیار کوچکی است، کار با آن در آزمایشگاه در عمل آسان و ممکن است.

(۱) ۵ (۲) ۴ (۳) ۳ (۴) ۲

پاسخ: جمله‌های (آ)، (ب)، (پ) و (ت) درست هستند ولی عبارت (ث) نادرست است. زیرا یکای جرم اتمی بسیار کوچک است و در آزمایشگاه کار با آن در عمل ناممکن است. بنابراین گزینه (۲) درست است.

کسر تبدیل (عامل تبدیل)

یکی از روش‌های محاسبات در شیمی، استفاده از کسرهای تبدیل یا عامل‌های تبدیل است. نقش کسرهای تبدیل در حل مسئله‌های شیمی بسیار مهم و پرکاربرد است. از این کسرهای تبدیل می‌توان برای تبدیل یکاهای مختلف به یکدیگر استفاده کرد. به مثال‌های زیر توجه کنید.

همة ما می‌دانیم که هر دقیقه برابر با ۶۰ ثانیه است. به عبارتی:

$$1 \text{ min} = 60 \text{ s}$$

$$\frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \text{ یا } \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}}$$

می‌توان این دو یکای زمان را به کمک کسر تبدیل روبه‌رو به هم تبدیل کرد:

بستگی به نیاز مسئله می‌توان یکی از کسرهای زمان را به کار گرفت.

مثال: ۱۸۰ ثانیه معادل چند دقیقه است؟ ($1 \text{ min} = 60 \text{ s}$)

پاسخ: برای حل مسئله به روش کسرهای تبدیل، از رابطه زیر استفاده می‌کنیم:

کسر تبدیل $\times$ داده مسئله = خواسته مسئله

$$? \text{ min} = 180 \text{ s} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 3 \text{ min}$$

در مثال فوق 180 s داده مسئله و چند دقیقه خواسته مسئله (مجهول) است. بنابراین داریم:

کسر تبدیل جرم مولی

جرم مولی یک ترکیب نشان می‌دهد که یک مول از آن ترکیب معادل چند گرم از این ترکیب است.
به عنوان مثال: جرم مولی اتم طلا برابر ۱۹۷ است. یعنی:

$$1 \text{ mol Au} = 197 \text{ g}$$

$$\frac{1 \text{ mol Au}}{197 \text{ g Au}} \quad \text{یا} \quad \frac{197 \text{ g Au}}{1 \text{ mol Au}}$$

کسر تبدیل جرم مولی طلا به صورت رویه‌رو در حل مسائل به کار می‌رود:

مثال: ۱۵/۸g طلاي خالص معادل چند مول طلاست؟ (1 mol Au = 197g)

پاسخ: در این مثال ۱۵/۸g Au داده مسئله و چند مول طلا (1 mol Au) خواسته مسئله است.

$$? \text{ mol Au} = 15.8 \text{ g Au} \times \frac{1 \text{ mol Au}}{197 \text{ g Au}} = 0.08 \text{ mol Au}$$

مثال: ۰/۰۵ مول از اتم‌های کلسیم، چند گرم جرم دارد؟ (Ca = 40 g.mol⁻¹)

$$? \text{ g Ca} = 0.05 \text{ mol Ca} \times \frac{40 \text{ g Ca}}{1 \text{ mol Ca}} = 2 \text{ g Ca}$$

نکته: برای محاسبه جرم مولی یک ترکیب، بایستی تعداد اتم هر یک از عناصر را در جرم مولی آن عنصر ضرب نموده و سپس با یکدیگر جمع نمایید.

مثال: جرم مولی K₂SO₄ را محاسبه کنید. (K = 39, O = 16, S = 32 g.mol⁻¹)

$$K_2SO_4 = 2 \times 39 + 1 \times 32 + 4 \times 16 = 174 \text{ g.mol}^{-1}$$

مثال: جرم مولی (NH₄)₃PO₄ را محاسبه کنید. (H = 1, N = 14, P = 31, O = 16 g.mol⁻¹)

$$(NH_4)_3PO_4 = N_3H_{12}P_1O_4 = 3 \times 14 + 12 \times 1 + 1 \times 31 + 4 \times 16 = 149 \text{ g.mol}^{-1}$$

کسر تبدیل عدد آووگادرو

با توجه به این که ۱ مول برابر با عدد آووگادرو از شمار ذره‌هاست، می‌توان کسر تبدیل عدد آووگادرو را به صورت زیر استفاده کرد:

$$\frac{1 \text{ mol ذره}}{6.02 \times 10^{23} \text{ ذره}} \quad \text{یا} \quad \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ ذره}}{1 \text{ mol ذره}}$$

مثال: ۰/۰۱ مول از مولکول‌های اکسیژن (O₂) معادل چند مولکول اکسیژن است؟

$$? \text{ O}_2 = 0.01 \text{ mol O}_2 \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ O}_2 \text{ مولکول}}{1 \text{ mol O}_2} = 6.02 \times 10^{20} \text{ O}_2 \text{ مولکول}$$

مثال: ۱۲/۰۴ × ۱۰^{۲۴} اتم هلیوم، چند مول هلیوم است؟

$$? \text{ mol He} = 12.04 \times 10^{24} \text{ atom He} \times \frac{1 \text{ mol He}}{6.02 \times 10^{23} \text{ atom He}} = 2 \times 10^1 = 20 \text{ mol He}$$

مثال: (ا) اگر جرم ۱ اتم هیدروژن برابر با ۱/۶۶۰۵ × ۱۰^{-۲۴} g باشد، حساب کنید در یک گرم هیدروژن چند اتم هیدروژن وجود دارد؟

(ب) این تعداد اتم، چند مول اتم هیدروژن است؟

(پ) عدد به دست آمده از قسمت (ا) چه نام دارد؟

$$? \text{ H اتم} = 1 \text{ g H} \times \frac{1 \text{ atom H}}{1.6605 \times 10^{-24} \text{ g H}} = 6.02 \times 10^{23}$$

پاسخ: (ا)

(ب) ۱ مول

(پ) عدد ۶/۰۲ × ۱۰^{۲۳} را عدد آووگادرو می‌گویند.

نکته: ممکن است در حل یک مسئله بیش از یک کسر تبدیل استفاده شود؛ مثلاً تبدیل تن به میلی گرم طی سه کسر تبدیل، انجام می شود:

$$1 \text{ ton} \times \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}}$$

مثال: جرم یک مول از اتم های آهن ۵۶ گرم است.

(آ) در ۱۰۰ گرم آهن چند مول اتم آهن وجود دارد؟

(ب) چند اتم آهن در این ۱۰۰ گرم آهن وجود دارد؟

پاسخ: (ا)

$$? \text{ mol Fe} = 100 \text{ g Fe} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{56 \text{ g Fe}} = 1.786 \text{ mol Fe}$$

$$? \text{ اتم Fe} = 1.786 \text{ mol Fe} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ atom Fe}}{1 \text{ mol Fe}} = 1.074 \times 10^{24} \text{ atom Fe}$$

(ب)

مثال: ۰/۰۱ مول فلز خالص روی: (۱ mol Zn = ۶۵ g)

(آ) چند گرم جرم دارد؟

(ب) چند اتم روی دارد؟

پاسخ: (ا)

$$? \text{ g Zn} = 0.01 \text{ mol Zn} \times \frac{65 \text{ g Zn}}{1 \text{ mol Zn}} = 0.65 \text{ g Zn}$$

$$\Rightarrow ? \text{ atom Zn} = 0.01 \text{ mol Zn} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ atom Zn}}{1 \text{ mol Zn}} = 6.02 \times 10^{21} \text{ atom Zn}$$

(ب)

مثال: اگر تعداد 3.01×10^{20} از اتم های طلا ۰/۰۹۸۵ گرم باشد، جرم مولی طلا را محاسبه کنید.

پاسخ: جرم مولی یعنی جرم یک مول (= جرم 6.02×10^{23} اتم)، بنابراین می توان نوشت:

$$? \frac{\text{g}}{\text{mol}} \text{ Au} \Rightarrow ? \text{ g Au} = 1 \text{ mol Au}$$

$$0.985 \text{ g Au} = 3.01 \times 10^{20} \text{ اتم Au}$$

$$? \text{ g Au} = 1 \text{ mol Au} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ اتم Au}}{1 \text{ mol Au}} \times \frac{0.985 \text{ g Au}}{3.01 \times 10^{20} \text{ اتم Au}} = 197 \text{ g Au}$$

مثال: حساب کنید 9.03×10^{20} اتم مس، چند گرم مس است؟ (۱ mol Cu = ۶۳/۵۵ g)

پاسخ: ابتدا به کمک عدد آووگادرو تعداد اتم مس را به تعداد مول مس تبدیل و سپس به کمک عامل تبدیل جرم مولی تعداد گرم مس را محاسبه

می کنیم:

$$? \text{ g Cu} = 9.03 \times 10^{20} \text{ atom Cu} \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{6.02 \times 10^{23} \text{ atom Cu}} \times \frac{63.55 \text{ g Cu}}{1 \text{ mol Cu}} = 0.95 \text{ g Cu}$$

تست: در $\frac{1}{3}$ مول کربن دی اکسید چند اتم اکسیژن به صورت ترکیب وجود دارد؟

$$1.802 \times 10^{23} \text{ (۴)}$$

$$3.612 \times 10^{21} \text{ (۳)}$$

$$6.02 \times 10^{22} \text{ (۲)}$$

$$3.01 \times 10^{22} \text{ (۱)}$$

پاسخ: در یک مول CO_2 ، ۲ مول اتم اکسیژن وجود دارد. روش اول:

روش دوم:

یا با استفاده از ضریب تبدیل محاسبه را انجام می دهیم.

$$? \text{ atom O} = \frac{1}{3} \text{ mol CO}_2 \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ مولکول CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} \times \frac{2 \text{ atom O}}{1 \text{ مولکول CO}_2} = 6.02 \times 10^{22} \text{ atom O}$$

بنابراین گزینه (۲) صحیح است.

مثال: حساب کنید در ۳ گرم کربن چه تعداد اتم کربن وجود دارد؟ ($C = 12 \text{ g.mol}^{-1}$)

پاسخ: مانند مثال قبل از دو کسر تبدیل برای حل مسئله استفاده می‌کنیم:

$$? \text{ atom C} = 3 \text{ g C} \times \frac{1 \text{ mol C}}{12 \text{ g C}} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ atom C}}{1 \text{ mol C}} = 1.5 \times 10^{23} \text{ atom C}$$

نست: عدد مولکول‌ها در کدام یک بیش‌تر است؟ ($H = 1, O = 16, C = 12 \text{ g.mol}^{-1}$)

CO_2 ۴/۴ گرم (۱) $2/16$ گرم اکسیژن (۲) $3/16$ گرم آب (۳) $2/18$ گرم CO (۴)

پاسخ:

$$CO_2 = 12 + 2 \times 16 = 44 \text{ g.mol}^{-1}, H_2O = 2 \times 1 + 16 = 18 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$O_2 = 2 \times 16 = 32 \text{ g.mol}^{-1}, CO = 12 + 16 = 28 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$? CO_2 = \frac{4/4 \text{ g } CO_2}{44 \text{ g } CO_2} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ مولکول}}{1 \text{ مولکول}} = 6.02 \times 10^{22} \text{ مولکول}$$

$$? O_2 = \frac{2/16 \text{ g } O_2}{32 \text{ g } O_2} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ مولکول}}{1 \text{ مولکول}} = 3.01 \times 10^{22} \text{ مولکول}$$

$$? H_2O = \frac{3/16 \text{ g } H_2O}{18 \text{ g } H_2O} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ مولکول}}{1 \text{ مولکول}} = 1.204 \times 10^{22} \text{ مولکول}$$

$$? CO = \frac{2/18 \text{ g } H_2O}{28 \text{ g } CO} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ مولکول}}{1 \text{ مولکول}} = 6.02 \times 10^{22} \text{ مولکول}$$

بنابراین گزینه (۳) صحیح است.

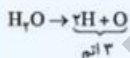
نست: هرگاه یک قطره آب ۰/۰۳ گرم وزن داشته باشد، بر اثر تجزیه کامل دو دمای خیلی بالا چند اتم پدید می‌آید؟ ($H_2O = 18 \text{ g.mol}^{-1}$)

6.02×10^{22} (۱) 3.01×10^{21} (۲) 3.01×10^{21} (۳) 1.81×10^{22} (۴)

پاسخ: روش اول: هر مولکول آب از ۲ اتم H و یک اتم O تشکیل یافته است. یعنی در مجموع هر مولکول آب دارای ۳ اتم می‌باشد.

$$\frac{18 \text{ g}}{0.03 \text{ g}} \times \frac{6.02 \times 10^{23}}{1 \text{ مولکول}} \Rightarrow x = 1.003 \times 10^{21} \text{ اتم}$$

$$1.003 \times 10^{21} \times 3 = 3.01 \times 10^{21} \text{ اتم}$$



روش دوم:

$$? \text{ اتم} = 0.03 \text{ g } H_2O \times \frac{1 \text{ mol } H_2O}{18 \text{ g } H_2O} \times \frac{3 \text{ اتم}}{1 \text{ مولکول}} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ اتم}}{1 \text{ اتم}} = 3.01 \times 10^{21} \text{ اتم}$$

بنابراین گزینه (۲) صحیح است.

نست: جرم یک قاشق که آلیاژی از فلزهای آهن (۱/۴ مول)، نیکل ($1/50.5 \times 10^{23}$ اتم) و کروم ($12/4 \times 10^{23}$ اتم) است، برابر چند گرم است؟

($Fe = 56, Ni = 59, Cr = 52 \text{ g.mol}^{-1}$)

$79/50.2$ (۱) $75/90.2$ (۲) $90/27.5$ (۳) $92/27.5$ (۴)

پاسخ:

$$\left. \begin{aligned} ? \text{ g Fe} &= 1/4 \text{ mol Fe} \times \frac{56 \text{ g Fe}}{1 \text{ mol Fe}} = 14 \text{ g Fe} \\ ? \text{ g Ni} &= 1/50.5 \times 10^{23} \text{ اتم Ni} \times \frac{1 \text{ mol Ni}}{6.02 \times 10^{23} \text{ اتم Ni}} \times \frac{59 \text{ g Ni}}{1 \text{ mol Ni}} = 1.475 \text{ g Ni} \\ ? \text{ g Cr} &= 12/4 \times 10^{23} \text{ اتم Cr} \times \frac{1 \text{ mol Cr}}{6.02 \times 10^{23} \text{ اتم Cr}} \times \frac{52 \text{ g Cr}}{1 \text{ mol Cr}} = 1.04 \text{ g Cr} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \text{جرم قاشق} = 14 + 1.475 + 1.04 = 16.475 \text{ g}$$

بنابراین گزینه (۳) صحیح است.

تست: اگر در ۴/۱۷ گرم از ترکیب PCl_x تعداد $1/204 \times 10^{23}$ اتم فسفر وجود داشته باشد، تعداد اتم‌های کلر موجود در ۰/۰۲ مول از این ترکیب کدام است؟ ($P = 31, Cl = 35.5 : \text{g.mol}^{-1}$)

$$3/622 \times 10^{23} \quad (4)$$

$$3/613 \times 10^{23} \quad (3)$$

$$6/02 \times 10^{23} \quad (2)$$

$$6/02 \times 10^{23} \quad (1)$$

پاسخ: جرم مولی PCl_x را M در نظر می‌گیریم:

$$4/17 \text{ g PCl}_x = 1/204 \times 10^{23} \text{ P اتم} \times \frac{1 \text{ mol P اتم}}{6/02 \times 10^{23} \text{ P اتم}} \times \frac{1 \text{ mol PCl}_x}{1 \text{ mol P اتم}} \times \frac{\text{Mg PCl}_x}{1 \text{ mol PCl}_x} = \frac{M}{50} \Rightarrow M = 208/5$$

تعداد اتم‌های کلر (Cl) در ترکیب:

$$M = 31 + 35.5x = 208/5 \Rightarrow x = 5$$

پس ترکیب مورد نظر PCl_5 بوده است.

$$? \text{ Cl اتم} = 6/02 \times 10^{23} \text{ Cl اتم} \times \frac{\text{مولکول PCl}_5}{\text{مولکول PCl}_5} \times \frac{5 \text{ Cl اتم}}{\text{مولکول PCl}_5} = 6/02 \times 10^{23} \text{ Cl اتم}$$

بنابراین گزینه (۱) صحیح است.

تست: تعداد کل اتم‌ها در ۳ گرم متیازیم سولفات، با تعداد کل اتم‌ها در چند گرم آهن برابر است؟

$$(Mg = 24, S = 32, O = 16, Fe = 56 : \text{g.mol}^{-1})$$

$$0/14 \quad (4)$$

$$1/5 \times 6/02 \times 10^{23} \quad (3)$$

$$8/4 \quad (2)$$

$$1/4 \quad (1)$$

$$\text{MgSO}_4 = 24 + 32 + 4 \times 16 = 120 \text{ g.mol}^{-1}$$

پاسخ:

در هر واحد از MgSO_4 ۶ اتم وجود دارد

$$? \text{ mol MgSO}_4 = 3 \text{ g MgSO}_4 \times \frac{1 \text{ mol MgSO}_4}{120 \text{ g MgSO}_4} = \frac{1}{40} \text{ mol}$$

$$? \text{ واحد MgSO}_4 = \frac{1}{40} \text{ mol MgSO}_4 \times \frac{6/02 \times 10^{23} \text{ واحد MgSO}_4}{1 \text{ mol MgSO}_4} = 1/505 \times 10^{23}$$

$$\text{اتم دارد} = 1/505 \times 10^{23} \times 6 = 9/03 \times 10^{23}$$

هم‌چنین می‌توان همه کسر‌ها را پشت سر هم به شکل زیر نیز نوشت:

$$? \text{ اتم} = 3 \text{ g MgSO}_4 \times \frac{1 \text{ mol MgSO}_4}{120 \text{ g MgSO}_4} \times \frac{6/02 \times 10^{23} \text{ واحد MgSO}_4}{1 \text{ mol MgSO}_4} \times \frac{6 \text{ اتم}}{1 \text{ واحد}} = 9/03 \times 10^{23}$$

$$? \text{ g Fe} = 9/03 \times 10^{23} \text{ اتم} \times \frac{56 \text{ g Fe}}{6/02 \times 10^{23} \text{ اتم}} = 8/4 \text{ g Fe}$$

بنابراین گزینه (۲) صحیح است.



فصل

1

قسمت چهارم

نور و شناسایی عناصرها

نور کلید شناخت جهان

نور کلیدی است که با استفاده از آن می‌توان رازهای خلقت را رمزگشایی کرد و شاید بتوان گفت که نور کلیدی برای قفل صندوقچه اسرار جهان است. خورشید، سیاره‌ها و ستارگان را به دلیل آن‌که بسیار از ما دور هستند، نمی‌توان به طور مستقیم بررسی و شناسایی کرد. هم‌چنین نمی‌توان به کمک دماسنج دمای آن‌ها را اندازه گرفت.

برای تعیین دمای خورشید و ستارگان و دمای شعله‌های بسیار داغ و هم‌چنین شناسایی اجزای سازنده آن‌ها می‌توان از نور استفاده کرد. نوری که از یک جسم منتشر می‌شود، حاوی اطلاعات ارزشمندی از آن جسم است.

نکته: نوری که از یک ستاره یا سیاره به ما می‌رسد، به ما می‌گوید که آن ستاره یا سیاره از چه موادی ساخته شده و دمای آن چقدر است.

دانشمندان به کمک دستگاهی به نام طیف‌سنج می‌توانند از پرتوهای نشرشده از مواد گوناگون اطلاعات ارزشمندی درباره آن‌ها به‌دست بیاورند.

نکته: نور شکلی از انرژی است که به‌صورت موج منتشر می‌شود. نور سفید خورشید شامل گستره بسیار بزرگی از امواج الکترومغناطیسی گوناگون است که با خود انرژی حمل می‌کنند.

تعریف: مجموعه پرتوهایی از جنس نور که حامل انرژی بوده و دارای طول موج‌هایی متفاوت هستند را **امواج الکترومغناطیسی** می‌گویند.

نور خورشید شامل دو بخش مرئی و نامرئی است. بخش مرئی نور خورشید را طیف مرئی می‌گویند.

بخش مرئی: محدوده‌ای از پرتوهای خورشیدی که با چشم قابل مشاهده است.

بخش مرئی گستره‌ای از طول موج‌های بین ۴۰۰ نانومتر تا ۷۰۰ نانومتر را تشکیل می‌دهد.

دو بخش تشکیل‌دهنده

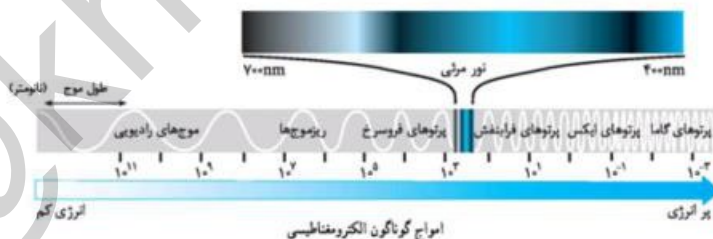
بخش نامرئی:

نور خورشید

پرتوهایی با طول موج زیر ۴۰۰ نانومتر که شامل پرتوهای فرابنفش، پرتوهای ایکس و گاما است.

پرتوهایی با طول موج بالاتر از ۷۰۰ نانومتر که شامل پرتوهای فروسرخ، ریزموج‌ها و امواج رادیویی است.

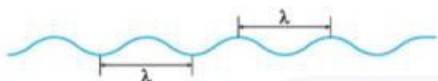
گستره مرئی: بخشی از نور که توسط چشم قابل دیدن است. طیف مرئی گستره‌ای از رنگ‌های سرخ، نارنجی، زرد، سبز، آبی، نیلی و بنفش است که طول موج آن‌ها بین ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر می‌باشد.



توجه: طول موج‌های نشان داده شده در شکل بالا برحسب نانومتر (nm) می‌باشد.

یادآوری: هر نانومتر معادل 10^{-9} متر است.

$$1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$$



نکته: طول موج: به فاصله بین دو برآمدگی کنار هم در یک موج، طول موج گفته می‌شود که با نماد λ (لاندا) نمایش داده می‌شود. طول موج را فاصله دو فرو رفتگی کنار هم در یک موج نیز تعریف می‌کنند.

مثال: طول موج و انرژی نورهای آبی و قرمز را با هم مقایسه کنید.
پاسخ: طول موج نور قرمز از آبی بلندتر است ولی انرژی نور قرمز از آبی کمتر است.

نکته: بین طول موج و انرژی موج رابطه معکوس وجود دارد. هر چه طول موج بلندتر باشد، انرژی موج کمتر است و برعکس.

$$\begin{cases} E = hv \\ v = \frac{c}{\lambda} \Rightarrow E \propto \frac{1}{\lambda} \end{cases} \quad \text{طول موج} \propto \frac{1}{\text{انرژی موج}}$$

v : فرکانس، h : ثابت پلانک (6.6×10^{-34})
 c : سرعت انتشار تابش

مثال: دو پرتو مقابل را در نظر بگیرید: (۱) (۲)

(آ) کدام پرتو طول موج بلندتری دارد؟
پاسخ: (۱) پرتو (۲) طول موج بلندتری دارد.
 (ب) کدام پرتو انرژی بیشتری دارد؟ چرا؟
 (ب) پرتو (۱) انرژی بیشتری دارد، چون طول موج آن کوتاهتر است.

مقایسه طول موج و انرژی موج پرتوهای الکترومغناطیسی

پرتوهای گاما > پرتوهای X > فرابنفش > نور مرئی > فروسرخ > ریزموجها > امواج رادیویی: طول موج
 پرتوهای گاما < پرتوهای X < فرابنفش < نور مرئی < فروسرخ < ریزموجها < امواج رادیویی: انرژی موج
رنگین کمان: اگرچه نور خورشید سفید به نظر می‌رسد، اما با عبور از قطره‌های آب موجود در هوا، که پس از بارش هنوز در هوا پراکنده هستند، تجزیه شده و گسترهای پیوسته از رنگها را ایجاد می‌کند که به آن رنگین کمان می‌گویند.



نکته: رنگین کمان گستره‌ای از رنگ‌های سرخ تا بنفش را در برمی‌گیرد که در شکل مقابل دیده می‌شوند.

گستره نور مرئی که بین ناحیه فروسرخ و فرابنفش است، به ترتیب کاهش طول موج عبارتند از:

بنفش > نیلی > آبی > سبز > زرد > نارنجی > سرخ (قرمز): طول موج
 بنفش < نیلی < آبی < سبز < زرد < نارنجی < سرخ (قرمز): انرژی موج

نکته: هر چه طول موج یک پرتو کوتاه‌تر باشد، پس از عبور از منشور، میزان شکست پرتو و انحراف آن از مسیر اولیه، بیشتر است. بنابراین در رنگین کمان و در تجزیه توسط منشور، رنگ قرمز با کم‌ترین انحراف و رنگ بنفش با بیش‌ترین انحراف به مسیر ادامه می‌دهند. اگر دقت کرده باشید در رنگین کمان رنگ قرمز بالاتر از همه و رنگ بنفش پایین‌تر از همه در آسمان دیده می‌شود که دلیل آن شکست کمتر رنگ قرمز و شکست بیشتر رنگ بنفش است.

توجه: برای آسان به خاطر سپردن ترتیب رنگها برحسب کاهش طول موج، (از طول موج بلندتر به کوتاه‌تر) می‌توان حرف اول اسم هر رنگ را کنار هم گذاشت تا رمز «فَنز سَاب» به‌دست آید.

یادآوری: دما و انرژی یک جسم با هم رابطه مستقیم دارند؛ بنابراین هر چه دمای یک جسم بیشتر باشد، انرژی آن بیشتر و طول موج آن کوتاه‌تر است.

نکته: رنگ پرتوهای کوتاگون که از اجسام بسیار داغ و یا اجسام دور منتشر می‌شوند، می‌توانند دمای آن جسم را به ما اعلام کنند. هر چه رنگ پرتوها به آبی نزدیک‌تر باشند، جسم دمای بیشتری دارد و هر چه به قرمز نزدیک‌تر شوند، دمای آن جسم کمتر است.

قرمز > زرد > سبز > آبی: دمای جسم با توجه به نور منتشرشده

آیا می‌دانید؟ به دماسنج‌هایی که بدون تماس با جسم و تنها با جذب پرتوهای فروسرخ نشرشده از جسم داغ می‌توانند دمای آن جسم را اندازه‌گیری کنند، **دماسنج فروسرخ** می‌گویند.

از دماسنج فروسرخ برای اندازه‌گیری دمای ستاره‌ها، خورشید و اجسام بسیار داغ استفاده می‌شود.

نشر نور و منبع نشری

آتش‌بازی با مواد شیمیایی و انفجار فشفشه‌ها، نورهای رنگی زیبا و شادی‌بخش را در آسمان ایجاد می‌کند که از آن در جشن‌های ملی و رویدادهای جهانی مثل بازی‌های المپیک استفاده می‌شود.

هر یک از جرقه‌های زیبایی آتش‌بازی‌ها ناشی از وجود یک ماده شیمیایی در مواد آتش‌بازی است.

تجربه نشان داده است که بسیاری از نمک‌ها، شعله رنگی دارند، به طوری که اگر مقداری از محلول آن‌ها را با آیفشان روی یک شعله بهاشیم، رنگ شعله تغییر می‌کند. البته حرارت دادن یک جسم برای نشر نور تنها راه نیست، بلکه مثلاً می‌توان با قرار دادن بخار یک فلز درون لامپ، نشر نور آن را مشاهده کرد. مثل لامپ‌های تبلیغاتی.

گاز نئون درون لامپ‌ها به رنگ سرخ، روشن می‌شود. از این‌رو از لامپ نئون در ساخت تابلوهای تبلیغاتی به منظور ایجاد نوشته‌های نورانی سرخ‌فام استفاده می‌شود.

نور زرد لامپ‌هایی که شب هنگام، آزادراه‌ها، بزرگراه‌ها و خیابان‌ها را روشن می‌سازد، به دلیل وجود بخار سدیم در آن‌هاست.

نکته: ترکیب‌های شیمیایی فلزدار به شعله رنگ خاصی می‌دهند که از آن می‌توان برای شناسایی فلز موجود در ترکیب موردنظر استفاده کرد. به عنوان نمونه رنگ شعله فلز سدیم و ترکیب‌های آن زرد متمایل به نارنجی و رنگ شعله فلز مس و ترکیب‌های آن سبز است.

نکته: در آزمون شعله، اگر نمک به کار برده شده خلوص بالایی نداشته باشد، رنگ شعله همانند آن‌چه انتظار می‌رود، نخواهد بود. رنگ شعله برخی فلزها در جدول زیر آمده است:

سبز آبی (Cu)	زرد متمایل به نارنجی (Na)	قرمز (Li)
مس (II) نیترات $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	سدیم نیترات NaNO_3	لیتیم نیترات LiNO_3
مس (II) کلرید CuCl_2	سدیم کلرید NaCl	لیتیم کلرید LiCl
مس (II) سولفات CuSO_4	سدیم سولفات Na_2SO_4	لیتیم سولفات Li_2SO_4
فلز مس Cu	فلز سدیم Na	فلز لیتیم Li

مثال: در شعله چراغ بوئزن رنگ‌های سرخ و سبز مشاهده شده است. حدس می‌زنید چه فلزی روی شعله پاشیده شده است؟

پاسخ: رنگ قرمز و سبز موجود در یک شعله، به ترتیب نشان‌دهنده وجود عنصرهای لیتیم و مس است.

نشر نور: به فرایندی که در آن یک ترکیب شیمیایی با جذب انرژی، از خود پرتوهای الکترومغناطیسی گسیل می‌کند، نشر نور گفته می‌شود. طیف نشری خطی: اگر نور نشرشده از ترکیب یک عنصر را از یک منشور عبور دهیم، طیف نوری شامل چند خط جدا از هم، تشکیل می‌شود که به آن طیف نشری خطی می‌گویند. (شکل زیر)

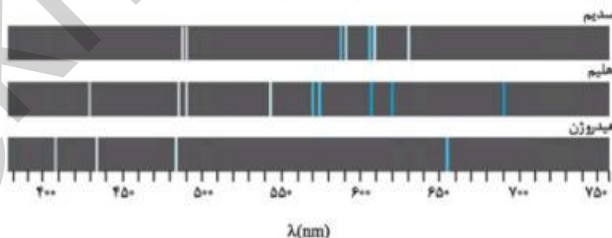


طیف نشری خطی لیتیم

طیف نشری خطی لیتیم فقط شامل چهار خط رنگی است در حالی که طیف مرئی نور بی‌نهایت خطوط رنگی دارد. طیف نور مرئی پیوسته است اما طیف نشری خطی عناصر گسسته می‌باشد.

اگر نور مرئی خورشید را از یک منشور عبور دهیم، طیف نوری پیوسته‌ای از رنگ‌ها شبیه رنگین‌کمان ایجاد می‌شود که به آن طیف پیوسته می‌گویند.

نکته: هر عنصر طیف نشری خطی ویژه خود را دارد که مانند اثر انگشت می‌توان از این طیف برای شناسایی عنصر استفاده کرد. (شکل زیر)



طیف نشری خطی چند عنصر

کاربرد طیف نشری خطی در شناسایی عناصر، از برخی جنبه‌ها مانند کاربرد خط نماد (بارکد) روی جعبه یا بسته مواد غذایی و بسیاری از کالاهاست. هر نوع کالایی بارکد خاص خود را دارد و با خواندن خط نماد، با استفاده از دستگاه لیزری و ویژه‌ای که به رایانه متصل است، نوع و قیمت کالا به سرعت روی صفحه نمایشگر ظاهر می‌شود.



کشف عنصرها توسط نشر نور: کشف برخی عنصرها همانند سزیم، فرانسیم، هلیوم و ... از طریق مشاهده طیف نشری خطی آن‌ها رخ داده است. آیا می‌دانید؟ دانشمندان با مشاهده طیف‌های نشری جدید که تاکنون نمونه آن‌ها را مشاهده نکرده‌اند، به کشف عنصرهای تازه می‌پردازند. به عنوان مثال طیف نشری هلیوم اولین بار توسط ستاره‌شناسان در سال ۱۸۶۸ میلادی هنگام خورشید گرفتگی کشف شد. طیف نشری مشاهده‌شده در طیف خورشیدی که برای ستاره‌شناسان جدید بود به عنصر هلیوم نسبت داده شد. بعدها در سال ۱۸۹۴ میلادی ویلیام رامسی شیمی‌دان اسکاتلندی توانست طیف نشری هلیوم را روی زمین نیز مشاهده و کشف کند.

مدل اتمی بور

همان‌طور که در درس علوم آموخته‌اید، طبق مدل اتمی بور، الکترون‌ها در مسیرهای دایره‌ای به نام مدار در اطراف هسته می‌چرخند. در حالت عادی، هر الکترون روی مداری در حال چرخش است.

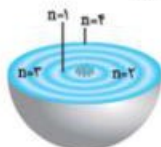
الکترون‌های هر اتم با آرایش ویژه خود در هر لایه دارای انرژی معین بوده و از پایداری ویژه‌ای برخوردارند که به آن **حالت پایه** می‌گویند. طبق مدل اتمی بور، انرژی الکترون با فاصله آن از هسته، رابطه مستقیم دارد. به عبارتی هر چه الکترون از هسته دورتر می‌شود، انرژی آن افزایش می‌یابد. الکترون فقط اجازه دارد مقادیر معینی انرژی داشته باشد، بنابراین انرژی الکترون نمی‌تواند مابین انرژی دو مدار الکترونی قرار داشته باشد و انرژی آن برابر با انرژی مداری است که در آن قرار دارد مگر این‌که به حدی انرژی دریافت کند که به مدار یا مدارهای بالاتر انتقال یابد (برانگیخته شود).

نکته با دادن مقدار معینی انرژی به الکترون، می‌توان آن را قادر ساخت که به حالت بالاتر انرژی منتقل شود. به این حالت، **حالت برانگیخته** گفته می‌شود (شکل مقابل).

الکترون به هر طریقی که بتواند انرژی کافی دریافت کند، از حالت پایه به حالت برانگیخته منتقل می‌شود. دریافت گرما، نور و یا ضربه به ماده می‌تواند الکترون‌های آن را برانگیخته کند.

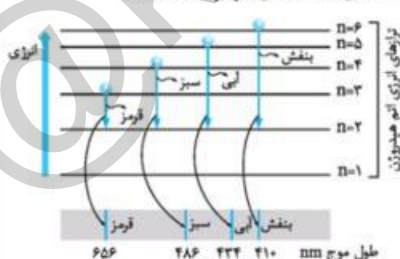
نکته الکترون در حالت برانگیخته در وضعیت پرنرژی‌تری قرار می‌گیرد و ناپایدار می‌شود. بنابراین پس از برانگیخته شدن، بلافاصله به حالت پایدارتر انرژی بومی‌گردد و انرژی را که قبلاً دریافت کرده، به‌صورت نور از دست می‌دهد. (شکل مقابل)

نیلز بور فیزیکدان دانمارکی موفق شد طیف نشری خطی اتم هیدروژن را با کمک مدل نظری به خوبی توضیح دهد. هر چند مدل اتمی «سیاره‌ای» بور عمر زیادی نداشت ولی گام بسیار مهمی برای بهبود نگرش دانشمندان نسبت به ساختار اتم بود. (شکل زیر)



ساختار لایه‌ای اتم

نکته نمایش عدد کوانتومی اصلی است که برای لایه اول $n=1$ ، برای لایه دوم $n=2$ و ... $n=7$ در نظر گرفته شده است.



توجه ۴ خط رنگی طیف نشری خطی اتم هیدروژن توسط بور

یک فنجان شیمی

طبق نظریه بور هر خط طیفی ناشی در اتم هیدروژن متعلق به یک انتقال الکترونی از سطح انرژی بالاتر به سطح انرژی پایین تر است. طول موج هر خط طیفی ناشی در اتم هیدروژن را می توان از رابطه مقابل محاسبه نمود:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right)$$

در این رابطه λ (نانومتر) طول موج، n_i شماره لایه الکترونی بالاتر، n_f شماره لایه الکترونی پایین تر است و R که ثابت ریذبرگ نامیده می شود، برابر $R = 1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$ است.

مثلاً اگر انتقال الکترون در اتم هیدروژن در حالت برانگیخته از $n = 3$ به $n = 2$ صورت بگیرد، طول موج طیف ناشی حاصل آن برابر خواهد بود با:

$$\frac{1}{\lambda} = 1.097 \times 10^7 \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) = 1.097 \times 10^7 \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9} \right) \Rightarrow 1.097 \times 10^7 \times \left(\frac{5}{36} \right) \Rightarrow \lambda = 656 \times 10^{-9} \text{ m} = 656 \text{ nm}$$

علت ایجاد طیف نشری فلزات براساس مدل اتمی بور

براساس مدل اتمی بور، الکترون ها با کسب انرژی، برانگیخته شده و به حالت بالاتر انرژی صعود می کنند. از آن جا که برای الکترون، نشر نور مناسب ترین شیوه برای از دست دادن انرژی است، از این رو الکترون برانگیخته شده، هنگام بازگشت به حالت پایه انرژی اضافی خود را که در واقع تفاوت انرژی میان حالت پایه و حالت برانگیخته است، از طریق انتشار نور یا طول موجی معین از دست می دهد.

هنگام برگشت الکترون به حالت پایه، این انرژی به صورت فوتون هایی با طول موج های معین به شکل نور منتشر می شوند (شکل مقابل). در دستگاه طیفبین، این نورها به کمک منشور دستگاه، از هم جدا شده و روی فیلم عکاسی ظاهر شده و طیف نشری خطی به دست می آید. (شکل مقابل)



نمایش کوانتومی بودن انرژی الکترون

داد و ستد انرژی الکترون کوانتومی یا پیوسته؟

با توجه به شکل یک توپ در حال جابه جایی روی یک پلکان اگر الکترون را چون توبی روی این پلکان در نظر بگیریم، آیا این توپ می تواند در جایی میان پله ها بایستد؟ بدیهی است که جواب منفی است.

همان طور که در شکل دیده می شود، انتقال الکترون از یک لایه به لایه دیگر به مقدار معین و کافی انرژی نیاز دارد. این شیوه نردبانی (پلکانی) دریافت یا پرداخت انرژی را کوانتومی بودن داد و ستد انرژی نامیده اند. در واقع الکترون هنگام انتقال از یک لایه به لایه دیگر، انرژی را به صورت پیمانه ای یا بسته های معین، جذب یا نشر می کند.

نکته همان طور که در شکل مشاهده می کنید، فاصله پله ها در پایین بیشتر از بالاست؛ این به این معنی است که اختلاف انرژی لایه های نزدیک به هسته بیشتر از اختلاف انرژی لایه های دورتر از هسته است. به عبارتی:

اختلاف انرژی بین لایه های الکترونی اتم یکسان نیست و هر چه فاصله از هسته بیشتر شود، انرژی لایه های الکترونی به یکدیگر نزدیک تر می شوند. بنابراین اختلاف انرژی بین دو لایه $n = 1$ و $n = 2$ بیشترین و اختلاف انرژی بین دو لایه $n = 6$ و $n = 7$ کمترین اختلاف انرژی دو لایه متوالی است.

همان طور که مطالعه کردید، الکترون ها در اتم برای گرفتن یا از دست دادن انرژی هنگام جابه جایی بین لایه ها با محدودیت هایی مواجه اند. این محدودیت ها ناشی از کوانتومی بودن انرژی الکترون هاست.

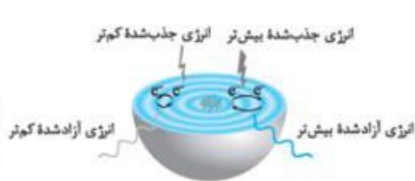
توجه کلمه کوانتوم یعنی پیمانه ای. یعنی یک الکترون نمی تواند هر مقدار انرژی را داشته باشد، بلکه فقط مجاز به داشتن مقادیر معینی انرژی است و باید حتماً یک یا چند پیمانه کامل و معینی انرژی داشته باشد.

یک مثال کوانتومی: برای درک بهتر مفهوم کوانتومی بودن انرژی، تصور کنید برای رسیدن به بالای یک بلندی دو راه وجود دارد.



مقایسه مصرف انرژی به صورت (الف) کوانتومی و (ب) پیوسته

بدیهی است که برای بالا رفتن از پلکان، باید پا روی هر پله گذاشت و با صرف انرژی از یک پله به پله بالایی رفت. توجه کنید که هرگز نمی‌توان جایی میان دو پله ایستاد. همچنین برای بالا رفتن از هر پله، باید انرژی معین و کافی صرف کرد تا بدن را از آن پله به پله بعدی بالا کشید؛ زیرا اگر انرژی به کار رفته کمتر از این مقدار انرژی باشد، دیگر نمی‌توان به پله بالاتر رسید (شکل آ). در راه دوم (شکل ب) برای رسیدن به بالای این سربالایی، مشکل و محدودیت پلکان وجود ندارد. زیرا در هر لحظه و به هر اندازه دلخواه می‌توان از سطح شیب‌دار بالا رفت و در هر جایی که ممکن است ایستاد و به هر مقدار دلخواهی انرژی صرف کرد.



الکترون‌ها در اتم نیز برای گرفتن یا از دست دادن انرژی هنگام انتقال بین لایه‌ها با محدودیت مشابهی همانند بالا رفتن از پلکان روبه‌رو هستند. به عنوان مثال، هنگامی که به اتم‌های گازی یک عنصر با تابش نور یا گرما، انرژی داده می‌شود، الکترون‌ها فقط با جذب مقدار معین و کافی انرژی از لایه‌ای به لایه بالاتر انتقال می‌یابند و تا این مقدار معین و کافی انرژی تأمین نشود، الکترون به لایه بالاتر منتقل نمی‌شود. (شکل مقابل)

در نتیجه جایگاهی الکترون بین لایه‌های اتم، انرژی با طول موج معین جذب یا ستر می‌شود.

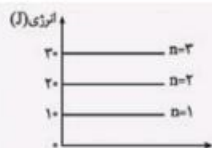
نکته: هر چه مقدار انرژی جذب‌شده توسط الکترون بیشتر باشد، الکترون به لایه‌های بالاتری منتقل می‌شود.



نمای دور

نمای نزدیک

انرژی پیوسته اما گسسته! اگر از فاصله‌ای دور به تپه‌ای از ماسه نگاه کنیم آن را به صورت توده‌ای یکپارچه خواهیم دید، اما چنانچه به آن نزدیک شویم، متوجه دانه‌دانه بودن ماسه‌های این تپه خواهیم شد. انرژی هم مانند این تپه ماسه در نگاه ماکروسکوپی پیوسته و یکپارچه و اما در نگاه میکروسکوپی گسسته و یا کوانتومی است. نتیجه این‌که، انرژی الکترون کوانتومی است و پیمانه پیمانه.



مثال: اگر انرژی یک الکترون برابر با ۲۸J باشد، این الکترون در کدام تراز انرژی (لایه الکترونی) فرضی اتم مقابل قرار می‌گیرد؟ چرا؟

پاسخ: $n = 2$ ، زیرا انرژی الکترون کوانتومی است و تا مقدار معین و کافی (۳۰J) انرژی نداشته باشد، نمی‌تواند در تراز انرژی $n = 3$ قرار گیرد. البته ۸J انرژی از دست داده و سپس در تراز $n = 2$ قرار می‌گیرد.

تست: چند مورد از جمله‌های زیر درست است؟

(آ) کم‌ترین طول موج در طیف نشری - خطی هیدروژن مربوط به خط آبی است.

(ب) تعداد خطوط رنگی در طیف نشری - خطی هلیوم با تعداد خطوط رنگی در طیف نشری - خطی هیدروژن برابر است.

(پ) رنگ سرخ ایجادشده در یک شعله می‌تواند نشان‌دهنده وجود عنصری باشد که عدد اتمی آن سه برابر شماره دوره آن است.

(ت) رنگ شعله فلز لیتیم سرخ است.

(ث) نور رنگی نشرشده در لامپ نئون با رنگ شعله لیتیم تقریباً یکسان است.

(۱) ۲ (۲) ۴ (۳) ۱ (۴) ۳

پاسخ: (آ) کم‌ترین طول موج در طیف نشری - خطی هیدروژن مربوط به خط بنفش است. (نادرست)

(ب) تعداد خطوط رنگی در طیف نشری - خطی هلیوم برابر ۹ و در هیدروژن برابر ۴ است. (نادرست)

(پ) رنگ سرخ ایجادشده در یک شعله می‌تواند نشان‌دهنده وجود عنصر لیتیم با عدد اتمی ۳ باشد که در دوره دوم جدول دورهای عناصرها قرار دارد. (نادرست)

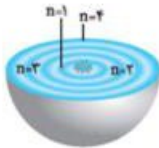
(ت) رنگ شعله فلز لیتیم و همه ترکیب‌های آن سرخ رنگ است. (درست)

(ث) جمله درست است.

بنابراین گزینه (۱) صحیح است.

مدل کوانتومی اتم

مدل اتمی بور فقط قادر بود طیف نشری خطی اتم هیدروژن و یون‌هایی که یک الکترون دارند مثل He^+ و Li^{2+} را توجیه کند. به همین خاطر مدل کوانتومی اتم ارائه شد. برای توجیه علت ایجاد طیف نشری خطی دیگر عناصر و چگونگی نشر نور از اتم‌ها، براساس کوانتومی بودن دافوسند انرژی الکترون، ساختاری لایه‌ای به نام مدل کوانتومی برای اتم ارائه شده است. (شکل مقابل)



در ساختار لایه‌ای اتم، هسته در فضای بسیار کوچک و در مرکز آن قرار دارد و الکترون‌ها در فضای بسیار بزرگ و در لایه‌ای پیرامون هسته توزیع شده‌اند.

در این ساختار لایه‌ای، هر بخش پر رنگ مهم‌ترین بخش از یک لایه الکترونی را نشان می‌دهد، بخشی که الکترون‌های آن لایه بیش‌تر وقت خود را در آن فاصله از هسته سپری می‌کنند. به این معنا که الکترون در هر لایه‌ای که باشد، در همه نقاط پیرامون هسته حضور می‌یابد اما در محدوده پادشده احتمال حضور بیش‌تری دارد.

نکته: در مدل لایه‌ای اتم، الکترون‌ها در یک مسیر مشخصی به دور هسته می‌چرخند ولی در اطراف آن حضور داشته و در حال حرکت هستند.

مطابق با مدل کوانتومی اتم، پیرامون هسته هر اتم حداکثر هفت لایه الکترونی وجود دارد. این لایه‌ها را از هسته به سمت بیرون و از $n=1$ تا $n=7$ شماره‌گذاری می‌کنند. n را عدد کوانتومی اصلی می‌گویند.

عدد کوانتومی اصلی، به عددی گفته می‌شود که شماره لایه‌های الکترونی را مشخص می‌کند.

نکته: هر لایه اتم می‌تواند یک یا تعداد بیش‌تری الکترون را بپذیرد. حداکثر تعداد الکترون‌هایی را که هر لایه می‌تواند بپذیرد، از رابطه $2n^2$ می‌توان مشخص کرد. n شماره لایه یا همان عدد کوانتومی اصلی است.

مثال: حداکثر تعداد الکترون‌هایی را که لایه‌های چهارم و هفتم یک اتم می‌تواند بپذیرد، مشخص کنید.

پاسخ: لایه چهارم یعنی $n=4$ و لایه هفتم یعنی $n=7$ ، پس:

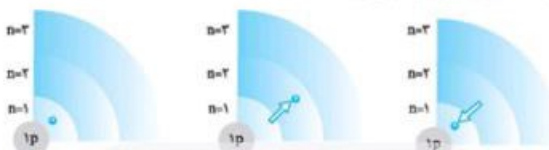
$$\text{حداکثر الکترون‌های لایه چهارم} = 2n^2 = 2(4)^2 = 2(16) = 32e^-$$

$$\text{حداکثر الکترون‌های لایه هفتم} = 2n^2 = 2(7)^2 = 2(49) = 98e^-$$

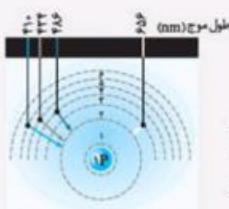
تست: کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) منظور از ساختار لایه‌ای اتم، یعنی الکترون تنها در لایه‌های معین در اطراف هسته حضور دارد.
 - (۲) دانشمندان به دنبال توجیه طیف نشری خطی دیگر عناصر و نیز چگونگی نشر نور از اتم‌ها، ساختار لایه‌ای اتم ارائه کردند.
 - (۳) در مدل ساختار لایه‌ای، داد و ستد انرژی هنگام انتقال الکترون از یک لایه به لایه دیگر کوانتومی است.
 - (۴) مدل بور، طیف نشری خطی هیدروژن را برخلاف دیگر عناصر با موفقیت توجیه نمود.
- پاسخ:** الکترون در هر لایه‌ای که باشد، در همه نقاط پیرامون هسته حضور می‌یابد، اما در محدوده لایه‌های الکترونی احتمال حضور بیش‌تری دارد. بنابراین گزینه (۱) پاسخ تست است.

در مدل کوانتومی اتم (همانند مدل اتمی بور)، الکترون در هر لایه، انرژی معینی دارد و مقدار این انرژی با افزایش فاصله الکترون از هسته فزونی می‌یابد. اگر به اتم‌ها در حالت پایه انرژی داده شود، الکترون‌های آن‌ها با جذب انرژی از لایه‌ای به لایه بالاتر جابه‌جا می‌شوند و به این ترتیب لایه الکترون‌های اتم تغییر می‌کند (حالت برانگیخته). بازگشت الکترون اتم به حالت قبل و بازپایی حالت اولیه اتم، همراه با گسیل تابش‌های نوری است. این تابش‌های نوری برای هر اتم ویژه بوده و سبب پیدایش طیف نشری خطی آن اتم می‌شود.



نکته: انرژی لایه‌های الکترونی پیرامون هسته هر اتم ویژه همان اتم بوده و به عدد اتمی آن بستگی دارد. بنابراین انرژی لایه‌ها و تفاوت انرژی میان آن‌ها در اتم عنصرهای گوناگون، متفاوت بوده و به همین دلیل است که طیف نشری خطی هر عنصری منحصر به فرد بوده و مخصوص آن اتم خواهد بود.



مثال: با توجه به شکل مقابل، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

(آ) کدام انتقال الکترونی دارای انرژی بیش‌تری است؟ چرا؟

(ب) کدام انتقال الکترونی پرتویی با طول موج بلندتری نشر می‌کند؟ چرا؟

(پ) اگر این انتقال‌ها مربوط به اتم هیدروژن باشند، مشخص کنید کدام انتقال به کدام رنگ در طیف نشری خطی اتم هیدروژن مربوط می‌شود؟ (چهار رنگ طیف نشری خطی H عبارتند از قرمز، سبز، آبی و بنفش)

(پاسخ: آ) انتقال $(n=6 \rightarrow n=2)$ انرژی بیش‌تری دارد. هر چه فاصله دو لایه در انتقال الکترونی بیش‌تر باشد، انرژی انتقال الکترونی آن نیز بیش‌تر و طول موج آن کوتاه‌تر است.

(ب) انتقال $(n=3 \rightarrow n=2)$ چون انرژی کم‌تری دارد، طول موج آن بلندتر است.

(پ) براساس طول موج رنگ‌ها که به‌ترتیب مقابل است، می‌توان انتقال مربوطه را شناسایی کرد:

بنابراین داریم:

انتقال $(n=6 \rightarrow n=2) \Leftarrow$ رنگ بنفش (طول موج کوتاه‌تر) . انتقال $(n=5 \rightarrow n=2) \Leftarrow$ رنگ آبی

انتقال $(n=4 \rightarrow n=2) \Leftarrow$ رنگ سبز . انتقال $(n=3 \rightarrow n=2) \Leftarrow$ رنگ قرمز (بلندترین طول موج)

تست: با توجه به انتقال‌های الکترونی در اتم هیدروژن کدام مطلب نادرست است؟

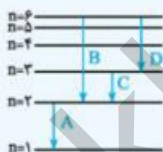
(۱) انرژی نور آبی بیش‌تر از نور سبز ولی طول موج آن کوتاه‌تر از نور نارنجی است.

(۲) انرژی الکترون با فاصله آن از هسته رابطه عکس دارد.

(۳) بزرگ‌ترین طول موج در بخش مرئی طیف نشری خطی اتم هیدروژن مربوط به انتقال الکترون از $n=3$ به $n=2$ است.

(۴) وجود نوارهای رنگی در طیف نشری خطی هر عنصر، لایه‌ای بودن اتم را نشان می‌دهد.

(پاسخ: ۳) هرچه الکترون در لایه بالاتری قرار بگیرد و فاصله آن از هسته بیش‌تر باشد، سطح انرژی آن نیز بالاتر خواهد بود. پس انرژی الکترون با فاصله آن از هسته رابطه مستقیم دارد. بنابراین گزینه (۲) پاسخ تست است.



تست: در اتم هیدروژن به‌ترتیب کدام انتقال مربوط به خط طیفی با کوتاه‌ترین طول موج و کدام یک

مربوط به خط طیفی در ناحیه نامرئی است؟

(۱) C و B

(۲) A و D

(۳) C و B

(۴) A و B

(پاسخ: ۳) C بلندترین طول موج را دارد (زیرا کم‌ترین اختلاف انرژی را دارد) - (رد گزینه (۱)) - فقط انتقال‌های به $n=2$ منجر می‌شوند پس A و D در ناحیه مرئی قرار ندارند (رد گزینه (۲)) - B کوتاه‌ترین طول موج مرئی را دارد، نه کوتاه‌ترین طول موج (رد گزینه (۳)). گزینه (۴) صحیح است.

قسمت پنجم

توزیع الکترون‌ها در اتم (آرایش الکترونی)

فصل

۱

آرایش و زیرلایه‌های اتم

در قسمت قبل آموختیم که به کمک رابطه $2n^2$ می‌توان حداکثر تعداد الکترون‌های یک لایه الکترونی را تعیین کرد. هم‌چنین آموختیم که آرایش الکترونی چگونگی توزیع الکترون‌ها در لایه‌های اتم است. در این بخش با مفاهیم لایه و زیرلایه در اتم آشنا می‌شویم. می‌دانیم که جدول تناوبی دارای هفت دوره است و در هر دوره تعداد مشخصی عنصر در آن وجود دارد. دوره اول دارای ۲ عنصر، دوره دوم و سوم هر یک دارای ۸ عنصر و ...

مشابه جدول دوره‌ای عناصر، در هر اتم، الکترون‌ها نیز در لایه‌های الکترونی توزیع شده‌اند. در هر لایه، الکترون‌ها خود به بخش‌های کوچک‌تر ۲، ۶، ۱۰ یا ۱۴ الکترونی تقسیم‌بندی شده‌اند. به هر بخش یک زیرلایه گفته می‌شود. در هر دوره، عناصرها در گروه‌های ۲، ۶، ۱۰ و ۱۴ تایی تقسیم‌بندی شده‌اند. (جدول زیر)

زیرلایه‌های در حال پر شدن دوره	دسته‌بندی عناصرهای هر دوره در گروه‌های کوچک‌تر	تعداد عناصرهای هر دوره	شماره دوره
۱s	۲	۲	n=۱
۲s, ۲p	۲+۶	۸	n=۲
۳s, ۳p	۲+۶	۸	n=۳
۴s, ۳d, ۴p	۲+۶+۱۰	۱۸	n=۴
۵s, ۴d, ۵p	۲+۶+۱۰	۱۸	n=۵
۶s, ۴f, ۵d, ۶p	۲+۶+۱۰+۱۴	۳۲	n=۶
۷s, ۵f, ۶d, ۷p	۲+۶+۱۰+۱۴	۳۲	n=۷

تعداد عناصرهای هر دوره جدول تناوبی عناصرها و تعداد زیرلایه‌های هر دوره

زیرلایه‌ها ظرفیت محدودی برای پذیرش الکترون دارند. ظرفیت زیرلایه‌های مختلف، متفاوت است (۲، ۶، ۱۰، ۱۴ یا ... الکترونی)

نکته در مدل کوانتومی، نماد حرفی زیرلایه‌ها ۱ است که عدد کوانتومی فرعی نیز گفته می‌شود؛ به عنوان نمونه در هر لایه الکترونی، به زیرلایه اول که با حرف s نیز آن را نمایش می‌دهند، عدد کوانتومی فرعی $l=0$ را نسبت می‌دهند. جدول زیر، نماد حرفی و عددی زیرلایه‌های مختلف و گنجایش الکترونی آن‌ها را نشان می‌دهد.

گنجایش الکترون زیرلایه	نماد حرفی زیرلایه	عدد کوانتومی فرعی	ترتیب زیرلایه‌ها در هر لایه
۲	s	$l=0$	زیرلایه اول
۶	p	$l=1$	زیرلایه دوم
۱۰	d	$l=2$	زیرلایه سوم
۱۴	f	$l=3$	زیرلایه چهارم
۱۸	g	$l=4$	زیرلایه پنجم

زیرلایه‌ها و گنجایش الکترونی آن‌ها

نکته رابطه $4l+2$ حداکثر تعداد الکترون‌های هر زیرلایه را با توجه به مقدار l آن زیرلایه، مشخص می‌کند:

$$4l+2 = \text{حداکثر الکترون‌های هر زیرلایه}$$

به عنوان مثال اولین زیرلایه s در هر لایه اصلی، دارای عدد کوانتومی فرعی $l=0$ است و مقدار الکترون‌های آن حداکثر $4(0)+2=2$ خواهد بود.

نکته عدد کوانتومی فرعی که با نماد حرفی l نمایش داده می‌شود، می‌تواند مقادیر مجازی از 0 تا $n-1$ را بپذیرد. به عبارتی: $l=0, 1, 2, \dots, n-1$ بنابراین با داشتن مقدار n ، می‌توان مقادیر مجازی l را برای آن لایه مشخص کرد.

مثال: در لایه الکترونی دوم هر اتم، حداکثر چند زیرلایه و چند الکترون وجود دارد؟

پاسخ: لایه الکترونی دوم را با $n = 2$ نشان می‌دهیم. همان عدد کوانتومی اصلی (شماره لایه الکترونی) است. $n = 2$ دارای ۲ زیرلایه است:

زیرلایه اول و زیرلایه دوم $n = 2 \Rightarrow l = 0, 1$

زیرلایه اول $l = 0 \Rightarrow$ گنجایش الکترون $= 4l + 2 = 4(0) + 2 = 2e^-$ (زیرلایه s)
 زیرلایه دوم $l = 1 \Rightarrow$ گنجایش الکترون $= 4l + 2 = 4(1) + 2 = 6e^-$ (زیرلایه p)

بنابراین لایه الکترونی دوم حداکثر دارای $8e^-$ است که در دو زیرلایه ۲ الکترونی و ۶ الکترونی توزیع شده‌اند.

نکته: برای تعیین تعداد زیرلایه‌های یک لایه می‌توان از عدد کوانتومی اصلی (شماره لایه الکترونی) استفاده کرد. در هر لایه به تعداد n زیرلایه وجود دارد. به عنوان نمونه لایه اول، یک زیرلایه دارد. لایه دوم، دو زیرلایه و لایه سوم نیز سه زیرلایه دارد. (شکل مقابل).

تعداد زیرلایه‌های هر لایه الکترونی = شماره لایه الکترونی = عدد کوانتومی اصلی = n



زیرلایه‌های موجود در سه لایه اصلی اول

مثال: جدول زیر تعداد و نام زیرلایه‌ها را برای هر لایه الکترونی در یک اتم فرضی نشان می‌دهد. آن را کامل کنید.

شماره لایه الکترونی	تعداد زیرلایه n	نام زیرلایه	شماره زیرلایه (مقدار l)
$n = 1$	یک	s	$l = 0$
$n = 2$	دو	s, p	$l = 0, 1$
$n = 3$			
$n = 4$	چهار	s, p, d, f	$l = 0, 1, 2, 3$
$n = 5$		..., g	

پاسخ: ردیف سوم: $l = 0, 1, 2$ و s, p, d و سه زیرلایه
 ردیف پنجم: $l = 0, 1, 2, 3, 4$ و s, p, d, f, g^۱ و پنج زیرلایه

تست: چند مورد از مطالب زیر، درست‌اند؟

- (آ) زیرلایه چهارم یک لایه، حداکثر ۱۰ الکترون گنجایش دارد.
 (ب) لایه سوم دارای سه زیرلایه با مجموع گنجایش ۱۸ الکترون است.
 (پ) زیرلایه $l = 2$ در لایه سوم با زیرلایه $l = 2$ در لایه دوم از نظر حداکثر پذیرش الکترون برابرند.
 (ت) جمله عمومی حداکثر گنجایش الکترون‌ها در هر زیرلایه، دو برابر $(2l + 1)$ است.
 (ث) تعداد زیرلایه‌های موجود در لایه دوم هشت برابر تعداد حداکثر الکترونی است که در لایه چهارم می‌تواند قرار بگیرد.

(۱) ۴ (۲) ۳ (۳) ۲ (۴) ۱

پاسخ: جمله‌های (ب) و (ت) درست هستند.
 زیرلایه چهارم یک لایه با عدد کوانتومی فرعی $l = 3$ دارای ۱۴ الکترون است:
 زیرلایه $l = 2$ ، همان تراز فرعی d می‌باشد. در لایه اصلی دوم ترازهای $2s$ و $2p$ ($l = 0$ و $l = 1$) وجود دارند و اصلاً تراز فرعی d ($l = 2$) ندارد.
 تعداد زیرلایه‌های موجود در لایه دوم برابر با ۲ است و در لایه چهارم حداکثر ۳۲ الکترون قرار می‌گیرد. بنابراین گزینه (۳) صحیح است.

نکته: نماد هر زیرلایه با دو عدد کوانتومی اصلی و فرعی معین می‌شود. برای نمونه زیرلایه d در لایه اصلی سوم را با نماد $3d$ نمایش می‌دهند. هم‌چنین نماد $4s$ نشان می‌دهد زیرلایه $4s$ دارای عدد کوانتومی اصلی $n = 4$ و فرعی $l = 0$ است.

مثال: عدد کوانتومی اصلی و فرعی زیرلایه‌های $4s$ و $3p$ و $5d$ را مشخص کنید.

پاسخ:

$4s \Rightarrow n = 4, l = 0$
 $3p \Rightarrow n = 3, l = 1$
 $5d \Rightarrow n = 5, l = 2$

n	۱	۲	۳	۴	۵	۶
نماد حرفی	s	p	d	f	g	h

ترتیب حروف الفبا

۱- در مورد زیرلایه‌های بعد از g نحوه نامگذاری به ترتیب حروف الفبا است.

مثال: حداکثر گنجایش هر یک از زیرلایه‌های p و d چند الکترون است؟

پاسخ: حداکثر گنجایش زیرلایه‌ها از الکترون را می‌توان به کمک رابطه $2l + 2$ تعیین کرد:

$$s \text{ زیرلایه } l = 0 \Rightarrow 2l + 2 = 2(0) + 2 = 2e^- \Rightarrow \text{گنجایش تعداد الکترون}$$

$$p \text{ زیرلایه } l = 1 \Rightarrow 2l + 2 = 2(1) + 2 = 6e^- \Rightarrow \text{گنجایش تعداد الکترون}$$

$$d \text{ زیرلایه } l = 2 \Rightarrow 2l + 2 = 2(2) + 2 = 10e^- \Rightarrow \text{گنجایش تعداد الکترون}$$

نکته: کدام گزینه نادرست است؟

(1) نماد هر زیرلایه معین با دو عدد کوانتومی مشخص می‌شود.

(2) تعداد عنصرها در دوره دوم جدول با تعداد الکترون‌ها در لایه اصلی دوم برابر است.

(3) مجموع تعداد زیرلایه‌های یک اتم در لایه‌های اول، دوم، سوم و چهارم با حداکثر ظرفیت الکترونی زیرلایه d برابر است.

(4) تعداد عنصرهای دسته s موجود در جدول تناوبی با حداکثر ظرفیت الکترونی زیرلایه d برابر است.

پاسخ: در جدول دوره‌ای (تناوبی) تعداد عنصرهای عضو دسته s برابر ۱۴ عنصر می‌باشد که با رنگ نارنجی در کتاب درسی مشخص شده‌اند. ضمن

این‌که زیرلایه $l = 2$ همان زیرلایه d می‌باشد که حداکثر ظرفیت الکترونی آن برابر ۱۰ الکترون است.

در لایه اول ۱، در لایه دوم ۲، در لایه سوم ۳ و در لایه چهارم ۴ زیرلایه وجود دارد پس مجموع تعداد زیرلایه‌ها در این چهار لایه اصلی برابر ۱۰ زیرلایه است. همچنین زیرلایه d حداکثر گنجایش ۱۰ الکترون را دارد.

نماد هر زیرلایه را به صورت nl می‌توان نمایش داد. (n عدد کوانتومی اصلی و l عدد کوانتومی فرعی است)

بنابراین گزینه (۴) پاسخ تست می‌باشد.

۱- برای هر اتم شناخته‌شده در حالت پایه حداکثر لایه الکترونی دارای الکترون مشاهده شده است.

۲- هر لایه اصلی الکترونی حداکثر گنجایش $2n^2$ الکترون را دارد.

۳- هر لایه اصلی الکترونی خود از n زیرلایه تشکیل شده است.

۴- در هر زیرلایه حداکثر ۲ الکترون وجود دارد.

۵- نام زیرلایه‌ها به ترتیب دور شدن از هسته اتم عبارتند از: s, p, d, f و ...

۶- انرژی الکترون‌ها در لایه‌ها با افزایش n بیش‌تر می‌شود.

جمع‌بندی

اصل آفبا و آرایش الکترونی

رفتار و ویژگی‌های هر اتم را می‌توان از روی آرایش الکترونی آن بررسی کرد. بنابراین دانستن آرایش درست الکترون‌ها در هر اتم از اهمیت قابل توجهی برخوردار است. به چگونگی توزیع الکترون‌ها در لایه‌ها و زیرلایه‌های یک اتم، آرایش الکترونی آن اتم گفته می‌شود.

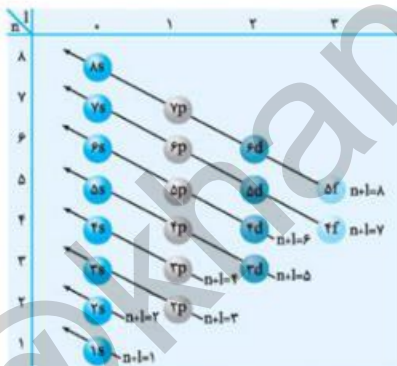
آفبا (aufbau) واژه‌ای آلمانی به معنای ساختن یا افزایش گام به گام است.

ترتیب پر شدن زیرلایه‌ها از الکترون در هر اتم بر طبق اصل آفبا است.

اصل آفبا: هنگام پر شدن زیرلایه‌ها از الکترون، ابتدا زیرلایه‌هایی که به هسته اتم

نزدیک‌ترند و سطح انرژی کم‌تری دارند از الکترون پر می‌شوند (شکل مقابل)

می‌توان گفت اصل آفبا بر رابطه $n + l$ استوار است.



اصل آفبا ترتیب پر شدن زیرلایه الکترونی در اتم را نشان می‌دهد. انرژی هر زیرلایه به $n + l$ وابسته است.

مجموع $n + l$: جمع عددهای کوانتومی اصلی و فرعی ($n + l$) سطح انرژی نسبی زیرلایه را در اتم نشان می‌دهد. هر چه مجموع $n + l$ برای زیرلایه‌ای کم‌تر باشد، سطح انرژی آن زیرلایه، پایین‌تر و به هسته اتم نزدیک‌تر است. بنابراین الکترون‌ها ابتدا وارد زیرلایه‌ای می‌شوند که مجموع $n + l$ کم‌تری داشته باشد.

نکته: اگر چند زیرلایه مجموع $n + l$ برابر داشته باشند، زیرلایه‌ای که n کوچک‌تری دارد، سطح انرژی کم‌تر داشته و زودتر الکترون می‌گیرد.

مثال: سطح انرژی و ترتیب پر شدن زیرلایه‌های $2p, 3s, 3d, 4s$ از الکترون را با هم مقایسه کنید.

$$\left. \begin{array}{l} 2p < 3s < 3d < 4p \\ n + l \Rightarrow 2+1 < 3+0 < 3+2 < 4+1 \end{array} \right\} \Rightarrow \text{ترتیب پر شدن: } 2p \rightarrow 3s \rightarrow 3d \rightarrow 4p$$

پاسخ:

$6d \cdot 7p \cdot 5f \cdot 4s$

مثال: ترتیب پر شدن زیرلایه‌های مقابل از الکترون را مشخص کنید.

پاسخ: مجموع $n + l$ برای هر چهار زیرلایه داده شده برابر ۸ است. پس زیرلایه‌ای که n کوچک‌تری دارد، زودتر الکترون می‌پذیرد.

$5f \rightarrow 6d \rightarrow 7p \rightarrow 4s$

$n + l: 5 + 3 \quad 6 + 2 \quad 7 + 1 \quad 4 + 0$

$n: 5 < 6 < 7 < 4$

نوشتن آرایش الکترونی

فرض کنید می‌خواهیم یک اتم بسازیم. برای این کار الکترون‌ها را یکی یکی به زیرلایه‌های اطراف هسته می‌افزاییم. اولین الکترون وارد زیرلایه ۱s می‌شود. زیر ۱s سطح انرژی پایین‌تری دارد و به هسته نزدیک‌تر است.

نکته: زیرلایه‌ای که سطح انرژی کم‌تری دارد، زودتر از الکترون پر می‌شود. در تمام اتم‌ها، تا زیرلایه کم‌انرژی‌تر پر نشود، زیرلایه‌های بعدی الکترون نمی‌گیرند. ترتیب پر شدن زیرلایه‌ها از الکترون برای نوشتن آرایش الکترونی بسیار مهم است. در واقع با دانستن این ترتیب، به راحتی می‌توان آرایش الکترونی یک اتم را نوشت.

ترتیب پر شدن زیرلایه‌ها براساس اصل آفبا به‌صورت زیر است:

ترتیب پر شدن: $1s \ 2s \ 2p \ 3s \ 3p \ 4s \ 3d \ 4p \ 5s \ 4d \ 5p \ 6s \ 4f \ 5d \ 6p \ 7s \ 5f \ 6d \ 7p$

سطح انرژی: $1s < 2s < 2p < 3s < 3p < \dots$

$1H: 1s^1$, $2He: 1s^2$

به عنوان نمونه آرایش الکترونی هیدروژن و هلیم را به‌صورت روبه‌رو می‌نویسند:

هم‌چنین برای نوشتن آرایش الکترونی عنصرهای Li , Be , B , C و ... به‌صورت زیر عمل می‌شود:

$3Li: 1s^2 2s^1$, $4Be: 1s^2 2s^2$, $5B: 1s^2 2s^2 2p^1$, $6C: 1s^2 2s^2 2p^2$

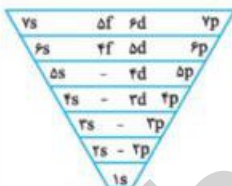
$7N: 1s^2 2s^2 2p^3$, $8O: 1s^2 2s^2 2p^4$, $9F: 1s^2 2s^2 2p^5$, $10Ne: 1s^2 2s^2 2p^6$

نکته: در آرایش الکترونی هر اتم ضرب زیرلایه‌ها همان شماره لایه الکترونی (عدد کوانتومی اصلی) است و توان زیرلایه‌ها هم تعداد الکترون‌های موجود

تعداد ۲ الکترون در زیرلایه ۱s وجود دارد. $2He: 1s^2 \rightarrow$

در آن زیرلایه را نشان می‌دهد. مثال:

$n=1$



تست: اگر تعداد الکترون‌های لایه سوم عنصری دو برابر تعداد الکترون‌های لایه دوم آن باشد. عدد اتمی این عنصر کدام است؟

پاسخ: لایه سوم وقتی دارای الکترون می‌شود که لایه دوم با الکترون پر شده باشد. لایه دوم با ۸ الکترون پر می‌شود. پس لایه سوم دارای ۱۶ الکترون خواهد بود.

تعداد پروتون‌ها = تعداد الکترون‌ها $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^4 4s^2$

پس عدد اتمی این عنصر برابر ۲۸ است و گزینه (۳) صحیح است.

آرایش الکترونی فشرده

در آرایش الکترونی فشرده، به جای آرایش الکترونی کامل، معادل آرایش الکترونی گاز نجیب، از نماد آن گاز نجیب داخل کروشه استفاده می‌شود و سپس آرایش الکترونی افزون بر گاز نجیب را بعد از کروشه می‌نویسند.

برای نوشتن آرایش الکترونی فشرده لازم است نماد شیمیایی، عدد اتمی و شماره تناوب گازهای نجیب را بدانیم.



برای نوشتن آرایش الکترونی فشرده یک ذره، به جای نوشتن آرایش گسترده و کامل آن، ابتدا نماد شیمیایی گاز نجیب قبل از آن اتم را داخل کروشه نوشته و مابقی آرایش الکترونی را مطابق جدول زیر می‌نویسند.

ادامه آرایش الکترونی فشرده	نماد شیمیایی گاز نجیب	عدد اتمی گاز نجیب	شماره تناوب گاز نجیب در جدول تناوبی
$[\text{He}]2s^{\dots}...$	$[\text{He}]$	$Z = 2$	$n = 1$
$[\text{Ne}]3s^{\dots}...$	$[\text{Ne}]$	$Z = 10$	$n = 2$
$[\text{Ar}]4s^{\dots}...$	$[\text{Ar}]$	$Z = 18$	$n = 3$
$[\text{Kr}]5s^{\dots}...$	$[\text{Kr}]$	$Z = 36$	$n = 4$
$[\text{Xe}]6s^{\dots}...$	$[\text{Xe}]$	$Z = 54$	$n = 5$
$[\text{Rn}]7s^{\dots}...$	$[\text{Rn}]$	$Z = 86$	$n = 6$

روش نوشتن آرایش الکترونی فشرده

توجه: برای نوشتن ادامه آرایش الکترونی فشرده بعد از نماد گاز نجیب، با ns ادامه می‌دهیم. ضرب S (مقدار n) یک واحد از شماره تناوب گاز نجیب در جدول دوره‌ای بیش‌تر است.

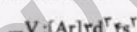
توجه: از آن‌جا که فقط رسم آرایش الکترونی ۳۶ عنصر نخست جدول دوره‌ای جزو اهداف کتاب درسی شیمی دهم است و ارزشیابی دانش‌آموزان پایه دهم برای عنصرهای فراتر از عدد اتمی ۳۶ مجاز نیست، بنابراین در این کتاب، نیز تنها به آموزش رسم آرایش الکترونی عنصرهای ۱ تا ۳۶ می‌پردازیم.

مثال: آرایش الکترونی فشرده عنصرهای ${}_{31}\text{Ga}$ و ${}_{12}\text{Mg}$ را بنویسید.

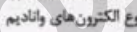
پاسخ: ${}_{12}\text{Mg}$ (۱) بعد از گاز نجیب ${}_{10}\text{Ne}$ قرار دارد. نماد شیمیایی Ne را داخل کروشه قرار داده و سپس ادامه آرایش را با ۲s می‌نویسیم:



(۲) K بعد از گاز نجیب ${}_{18}\text{Ar}$ قرار دارد. نماد شیمیایی Ar را داخل کروشه نوشته و برای ادامه آرایش از ۴s استفاده می‌کنیم:

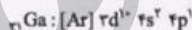


(۳) V نیز بعد از ${}_{18}\text{Ar}$ قرار دارد. آرایش فشرده وانادیم به‌صورت روبرو است:



$$Z = 23 = 2 + 3 + 18 = \text{مجموع الکترون‌های وانادیم}$$

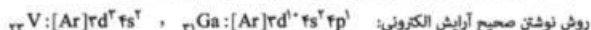
(۴) برای آرایش فشرده ${}_{31}\text{Ga}$ هم به‌صورت زیر عمل می‌کنیم:



$$31 = 18 + 10 + 2 + 1 = \text{تعداد الکترون Ga}$$

${}_{31}\text{Ga}$ دارای ۳۱ الکترون است.

توجه: در نوشتن آرایش الکترونی عنصرهایی که زیرلایه ۳d آن‌ها الکترون می‌گیرد، نماد زیرلایه ۳d را قبل از ۴s بنویسیم. البته ابتدا از ۴s دو الکترون وارد کرده و سپس مابقی الکترون‌ها را وارد ۳d کنید. به عنوان نمونه آرایش الکترونی وانادیم و گالیوم به‌صورت زیر نوشته می‌شوند:



در جدول زیر آرایش الکترونی ۳۶ عنصر اول جدول دورهای را به دو روش گسترده و فشرده ارائه کرده‌ایم.

نماد شیمیایی	عدد اتمی	آرایش الکترونی گسترده	آرایش الکترونی فشرده
H	۱	1s ¹	-
He	۲	1s ²	-
Li	۳	1s ² 2s ¹	[He] 2s ¹
Be	۴	1s ² 2s ²	[He] 2s ²
B	۵	1s ² 2s ² 2p ¹	[He] 2s ² 2p ¹
C	۶	1s ² 2s ² 2p ²	[He] 2s ² 2p ²
N	۷	1s ² 2s ² 2p ³	[He] 2s ² 2p ³
O	۸	1s ² 2s ² 2p ⁴	[He] 2s ² 2p ⁴
F	۹	1s ² 2s ² 2p ⁵	[He] 2s ² 2p ⁵
Ne	۱۰	1s ² 2s ² 2p ⁶	[He] 2s ² 2p ⁶
Na	۱۱	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ¹	[Ne] 3s ¹
Mg	۱۲	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ²	[Ne] 3s ²
Al	۱۳	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ¹	[Ne] 3s ² 3p ¹
Si	۱۴	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ²	[Ne] 3s ² 3p ²
P	۱۵	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ³	[Ne] 3s ² 3p ³
S	۱۶	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁴	[Ne] 3s ² 3p ⁴
Cl	۱۷	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁵	[Ne] 3s ² 3p ⁵
Ar	۱۸	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶	[Ne] 3s ² 3p ⁶
K	۱۹	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ¹	[Ar] 4s ¹
Ca	۲۰	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ²	[Ar] 4s ²
Sc	۲۱	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹	[Ar] 3d ¹ 4s ²
Ti	۲۲	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ²	[Ar] 3d ² 4s ²
V	۲۳	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ³	[Ar] 3d ³ 4s ²
*Cr	۲۴	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ¹ 3d ⁵	[Ar] 3d ⁵ 4s ¹
Mn	۲۵	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ⁵	[Ar] 3d ⁵ 4s ²
Fe	۲۶	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ⁶	[Ar] 3d ⁶ 4s ²
Co	۲۷	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ⁷	[Ar] 3d ⁷ 4s ²
Ni	۲۸	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ⁸	[Ar] 3d ⁸ 4s ²
*Cu	۲۹	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ¹ 3d ¹⁰	[Ar] 3d ¹⁰ 4s ¹
Zn	۳۰	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰	[Ar] 3d ¹⁰ 4s ²
Ga	۳۱	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ¹	[Ar] 3d ¹⁰ 4s ² 4p ¹
Ge	۳۲	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ²	[Ar] 3d ¹⁰ 4s ² 4p ²
As	۳۳	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ³	[Ar] 3d ¹⁰ 4s ² 4p ³
Se	۳۴	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁴	[Ar] 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁴
Br	۳۵	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁵	[Ar] 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁵
Kr	۳۶	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶	[Ar] 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶

* آرایش الکترونی اتم‌های Cr و Cu با اصل آفا همخوانی ندارد.

الکترون‌های ظرفیتی

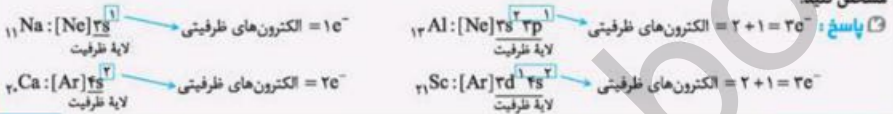
به بخشی از آرایش الکترونی یک عنصر که یک یا چند الکترون از آن، ممکن است، در واکنش‌های شیمیایی آن عنصر دخالت داشته باشند، الکترون‌های ظرفیتی گفته می‌شود.

لایه ظرفیتی: لایه‌ای است که الکترون‌های موجود در آن، رفتار اتم در واکنش‌های شیمیایی را تعیین می‌کنند. به الکترون‌های موجود در لایه ظرفیتی، الکترون‌های ظرفیتی می‌گویند.

نکته: هدف از رسم آرایش الکترونی فشرده یک اتم، تأکید بر نمایش لایه ظرفیتی اتم است. زیرا که رفتار شیمیایی و تشخیص شماره گروه و دوره یک عنصر به کمک الکترون‌های ظرفیتی قابل پیش‌بینی است.

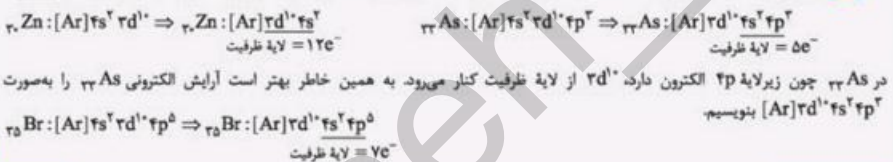
نکته: در عنصرهایی که زیرلایه d آن‌ها پر شده باشد و بعد از d¹، الکترون وارد np شده باشد، زیرلایه d جزو ظرفیت محسوب نمی‌شود. البته اگر d پر شده باشد، اما np هنوز الکترونی نگرفته باشد، در این صورت d¹ نیز جزو لایه ظرفیتی به شمار می‌رود.

مثال: پس از نوشتن آرایش الکترونی فشرده، لایه ظرفیتی و تعداد الکترون‌های ظرفیتی هر یک از اتم‌های $_{11}\text{Na}$ ، $_{13}\text{Al}$ ، $_{20}\text{Ca}$ و $_{21}\text{Sc}$ را مشخص کنید.



مثال: لایه ظرفیتی و تعداد الکترون‌های ظرفیتی عنصرهای $_{33}\text{As}$ ، $_{30}\text{Zn}$ و $_{35}\text{Br}$ را مشخص کنید.

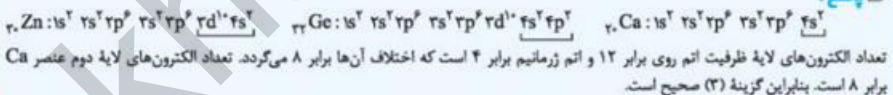
پاسخ: چون در $_{30}\text{Zn}$ الکترون وارد np نشده است، d¹⁰ جزو لایه ظرفیت محسوب می‌شود اما در $_{35}\text{Br}$ و $_{33}\text{As}$ زیرلایه d جزو لایه ظرفیتی به شمار نمی‌آید.



تست: با در نظر گرفتن اتم‌های $_{20}\text{Ca}$ ، $_{30}\text{Zn}$ ، $_{32}\text{Ge}$ کدام مطلب درست است؟

- اختلاف تعداد الکترون‌های لایه سوم عنصر $_{20}\text{Ca}$ با تعداد الکترون لایه دوم $_{32}\text{Ge}$ برابر یک است.
- عنصر روی همانند $_{30}\text{Zn}$ در دوره سوم قرار دارد.
- اختلاف تعداد الکترون‌های لایه ظرفیتی اتم‌های $_{30}\text{Zn}$ و $_{32}\text{Ge}$ برابر با تعداد الکترون‌های لایه دوم عنصر $_{20}\text{Ca}$ است.
- تعداد زیرلایه‌های $_{30}\text{Zn}$ با تعداد الکترون‌های لایه سوم عنصر $_{32}\text{Ge}$ برابر است.

پاسخ:

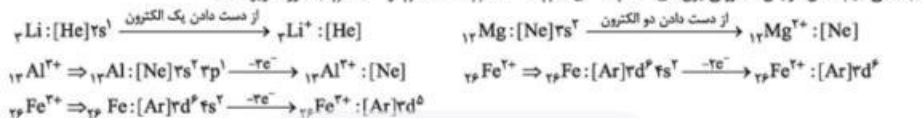


آرایش الکترونی یون‌ها: برای نوشتن آرایش الکترونی یون‌ها ابتدا آرایش الکترونی اتم خنثی آن را می‌نویسیم و سپس با توجه به بار یون به‌صورت زیر عمل می‌کنیم:

۱- اگر بار یون منفی باشد: به تعداد بارهای منفی الکترون به آرایش اتم خنثی آن می‌افزاییم. به عنوان مثال برای نوشتن آرایش الکترونی یون‌های Cl^- و O^{2-} به‌صورت زیر اقدام می‌کنیم:



۲- اگر بار یون مثبت باشد: پس از نوشتن آرایش الکترونی اتم خنثی آن یون، به تعداد بارهای مثبت یون، الکترون‌ها را از دورترین زیرلایه‌های اتم خنثی جدا می‌کنیم. مثال: آرایش الکترونی یون‌های Li^+ ، Mg^{2+} ، Al^{3+} و Fe^{2+} به‌صورت زیر است:



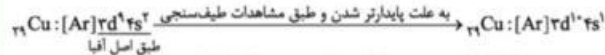
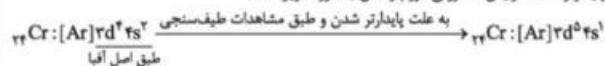
نکته: در هنگام نوشتن آرایش الکترونی کاتیون‌های گروه ۳ تا گروه ۱۲ (عنصرهای واسطه دسته d) تناوب چهارم، پس از نوشتن آرایش الکترونی اتم خنثی مربوطه، ابتدا یک یا دو الکترون (با توجه به بار کاتیون) از $4s$ برمی‌داریم، و سپس در صورتی که بار کاتیون بیشتر از $+2$ بود به تعداد لازم از الکترون‌های $3d$ برمی‌داریم. به آرایش الکترونی Fe^{2+} و Fe^{3+} در مثال قبل توجه کنید. (دسته‌بندی عنصرها کمی جلوتر آموزش داده خواهد شد).

آرایش الکترونی کروم و مس

قاعده آفایم آرایش الکترونی اتم اغلب عنصرها را پیش‌بینی می‌کند، اما برای اتم برخی عنصرها مانند کروم، مس و ... نارسایی دارد. امروزه به کمک روش‌های طیف‌سنجی پیشرفته، آرایش الکترونی چنین اتم‌هایی را با دقت تعیین می‌کنند.

برخی شیمی‌دان‌ها پس از تعیین آرایش الکترونی چنین اتم‌هایی توسط طیف‌سنجی، به توجیه این پدیده پرداخته‌اند که در ادامه آورده شده است. به آرایش الکترونی اتم‌های کروم ($24Cr$) و مس ($29Cu$) توجه کنید. این اتم‌ها برخلاف سایر عنصرها، از اصل آفایم پیروی نکرده و در زیرلایه $4s$ خود به جای $3d^5$ یک الکترون دارند!

چرا آرایش الکترونی کروم و مس از قاعده آفایم پیروی نمی‌کنند؟ پاسخ این سؤال به پایداری در آرایش الکترونی این عنصرها مربوط می‌شود. چون آرایش نیمه‌پر $3d^5$ از $3d^4$ و آرایش پر $3d^5$ از $3d^4$ پایدارتر است، آرایش الکترونی کروم و مس به‌صورت زیر است:

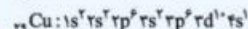


توجه: با توجه به تشابه خواص گروهی، آرایش الکترونی مولیبدن ($42Mo$) شبیه کروم و آرایش الکترونی نقره ($47Ag$) نیز شبیه مس است.



تست: اگر شمار الکترون‌های زیرلایه $4s$ اتم عنصر A، دو برابر شمار الکترون‌های این زیرلایه در اتم عنصر B و شمار الکترون‌های زیرلایه $3d$ اتم آن، برابر نصف شمار الکترون‌های این زیرلایه در اتم B باشد، A و B به ترتیب از راست به چپ کدام دو عنصر در دوره چهارم جدول تناوبی‌اند؟

(تذکره: زبان فارسی - ۹۹)



پاسخ:

گزینه (۲) صحیح است.

تعیین شماره گروه و دوره عنصرها

همان‌طور که می‌دانید جدول دورهای عنصرها دارای ۱۸ گروه و ۷ تناوب است.

گروه‌بندی جدول تناوبی (دوره‌ای): جدول دورهای عنصرها دارای ۱۸ گروه است که این گروه‌ها از سمت چپ با گروه شماره ۱ آغاز شده و به سمت راست ادامه داشته تا به گروه ۱۸ (گازهای نجیب) خاتمه یابند (شکل زیر).

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
دوره اول	۱	۲																
دوره دوم	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲								
دوره سوم	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸												
دوره چهارم	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰	۳۱	۳۲	۳۳	۳۴	۳۵	۳۶
دوره پنجم	۳۷	۳۸	۳۹	۴۰	۴۱	۴۲	۴۳	۴۴	۴۵	۴۶	۴۷	۴۸	۴۹	۵۰	۵۱	۵۲	۵۳	۵۴
دوره ششم	۵۷	۵۸	۵۹	۶۰	۶۱	۶۲	۶۳	۶۴	۶۵	۶۶	۶۷	۶۸	۶۹	۷۰	۷۱	۷۲	۷۳	۷۴
دوره هفتم	۸۷	۸۸	۸۹	۹۰	۹۱	۹۲	۹۳	۹۴	۹۵	۹۶	۹۷	۹۸	۹۹	۱۰۰	۱۰۱	۱۰۲	۱۰۳	۱۰۴

جدول دورهای عنصرها دارای ۱۸ گروه و ۷ تناوب است. در این شکل تناوب چهارم و گروه دوم جدول تناوبی مشخص شده است.

نکته: لانتانیدها و اکتینیدها دو دسته جداگانه هستند. این دو دسته ۱۴ عنصری (در مجموع ۲۸ عنصر) را در دو ردیف جداگانه و در پایین جدول قرار می‌دهند.

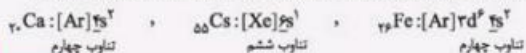
به کمک عدد اتمی و یا آرایش الکترونی یک عنصر می توان شماره گروه و تناوب آن را تعیین کرد.

تعیین شماره تناوب عنصر: بزرگترین ضرب زیرلایه s در آرایش الکترونی یک عنصر، همان شماره تناوب عنصر است. به عبارتی:

بزرگترین n = بزرگترین ضرب زیرلایه عنصر X = شماره تناوب عنصر X

مثال: عنصرهای ${}_{20}\text{Ca}$ ، ${}_{55}\text{Cs}$ و ${}_{26}\text{Fe}$ در کدام تناوبهای جدول دوره‌ای عنصرها قرار دارند؟

پاسخ: ابتدا آرایش الکترونی فشرده این ۳ عنصر را می نویسیم. سپس بزرگترین ضرب زیرلایهها در آرایش آن‌ها را به عنوان شماره تناوب انتخاب می کنیم:

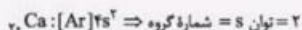


تعیین شماره گروه یک عنصر: با توجه به این که عنصر موردنظر در کدام دسته عنصرها قرار داشته باشد و آرایش الکترونی آن به کدام زیرلایه ختم شود، برای تعیین شماره گروه آن، دو حالت پیش می آید و در هر حالت شماره گروه آن را به صورت زیر مشخص می کنیم:

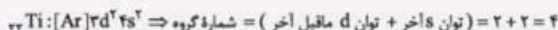
حالت ۱: اگر آرایش الکترونی اتم عنصری به d و s یا s ختم شود، شماره گروه آن عنصر برابر است با مجموع الکترونهای موجود در زیرلایههای s و d.

(مجموع توانهای d و s) = شماره گروه $\Rightarrow$ اگر آرایش الکترونی به s و یا d ختم شود، یعنی:

مثال: شماره گروه عنصرهای کلسیم (${}_{20}\text{Ca}$) و تیتانیوم (${}_{22}\text{Ti}$) را مشخص کنید.



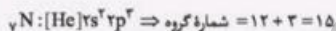
پاسخ:



حالت ۲: اگر آرایش الکترونی اتم عنصری به np^x ختم شود، شماره گروه آن عنصر برابر است با عدد ۱۰ + x به علاوه توان p. به عبارتی:

(x توان p است) $10 + x$ = شماره گروه $\Rightarrow$ اگر آرایش الکترونی به np^x ختم شود.

مثال: شماره گروه عنصرهای نیتروژن (${}_{7}\text{N}$) و ژرمانیم (${}_{32}\text{Ge}$) را مشخص کنید.



پاسخ:



اگر عدد اتمی عنصری بین ۵۷ تا ۷۰ بود، این عنصر به دسته لانتانیدها و دوره ششم و اگر عدد اتمی عنصر بین ۸۹ تا ۱۰۲ بود به دسته اکتینیدها و دوره هفتم اختصاص دارد. هر دو دسته لانتانیدها و اکتینیدها به گروه سوم تعلق دارند.

تعریف:

عنصرهای دسته s به عنصرهایی گفته می شود که در آن‌ها، آخرین الکترون وارد زیرلایه s شده باشد.

عنصرهای دسته p به عنصرهایی گفته می شود که در آن‌ها، آخرین الکترون وارد زیرلایه p شده باشد.

عنصرهای دسته d به عنصرهایی گفته می شود که در آن‌ها، آخرین الکترون وارد زیرلایه d شده باشد.

عنصرهای دسته f به عنصرهایی گفته می شود که در آن‌ها، آخرین الکترون وارد زیرلایه f شده باشد.

مثال: عنصرهای اورانیوم (${}_{92}\text{U}$) و سرب (${}_{82}\text{Pb}$) به کدام دوره‌ها و گروه‌های جدول دوره‌ای تعلق دارند؟

پاسخ: چون عدد اتمی اورانیوم بین ۸۹ تا ۱۰۲ است، این عنصر به دوره هفتم و دسته اکتینیدها تعلق دارد. از طرفی عدد اتمی سرب هم در محدوده ۵۷ تا ۷۰ است پس سرب به دوره ششم و دسته لانتانیدها اختصاص دارد. هر دو عنصر به گروه سوم تعلق دارند.

نکته: با دینظر گرفتن اتمهای ${}_{24}\text{Mg}$ ، ${}_{28}\text{Ni}$ و ${}_{35}\text{Br}$ کدام مطلب درست است؟

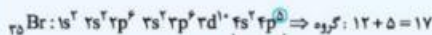
(۱) Ni و Mg هر دو عنصر عضو دسته s می باشند.

(۲) تعداد الکترون‌ها در لایه سوم هر دو عنصر Ni و Br با یکدیگر برابر است.

(۳) عنصر Br در گروه هفدهم و نیکل در دوره چهارم قرار دارد.

(۴) تعداد الکترونهای ظرفیتی در Ni چهار برابر تعداد الکترونهای لایه آخر منیزیم است.

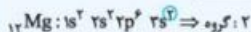
پاسخ:



Br: گروه ۱۷ - دوره ۴



Ni: گروه ۱۰ - دوره ۴ و جزو دسته d است.



Mg: گروه ۲ - دوره ۳ و جزو دسته s است.

بنابراین گزینه (۳) صحیح است.

روش سریع تعیین دوره و گروه عنصرها با استفاده از عدد اتمی گازهای نجیب (ویژه تکنوری ها)

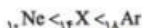
برای یافتن سریع شماره دوره و گروه عنصرها لازم است، عدد اتمی و شماره دوره گازهای نجیب را به خاطر بسپاریم.

مراحل روش سریع تعیین دوره عنصرها

(۱) عدد اتمی عنصر مربوطه را بین عدد اتمی دو گاز نجیب قبلی و بعدی آن قرار می دهیم.

(۲) شماره دوره عنصر موردنظر با دوره گاز نجیب بعد از آن یکسان است.

گاز نجیب	دوره
He	۱
Ne	۲
Ar	۳
Kr	۴
Xe	۵
Rn	۶

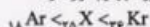


$\rightarrow$ دوره سوم = دوره Ar = دوره X

مثال: عنصرهای شماره ۲۵ و ۴۵ در کدام دوره های جدول تناوبی قرار دارند؟

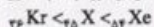
پاسخ:

عنصر شماره ۲۵ بین دو گاز نجیب ${}_{18}\text{Ar}$ و ${}_{36}\text{Kr}$ قرار دارد. پس با کریپتون (${}_{36}\text{Kr}$) هم دوره است. یعنی در دوره چهارم قرار دارد.



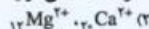
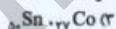
$\rightarrow$ شماره دوره = ۴

عنصر شماره ۴۵ نیز بین دو گاز نجیب ${}_{36}\text{Kr}$ و ${}_{54}\text{Xe}$ قرار دارد و چون ${}_{54}\text{Xe}$ در دوره پنجم است پس عنصر شماره ۴۵ نیز در دوره پنجم جدول



$\rightarrow$ دوره پنجم

تست: در کدام گزینه دو ذره داده شده در حالت خنثی در یک دوره قرار دارند؟



پاسخ: عنصرهای ${}_{31}\text{Ga}$ و ${}_{19}\text{K}$ هر دو در دوره چهارم (۳۶ - ۱۹) قرار دارند. دلیل گزینه های نادرست:

${}_{20}\text{Ca}$ در دوره چهارم ولی ${}_{12}\text{Mg}$ در دوره سوم (۱۷ - ۱۱) قرار دارد.

${}_{27}\text{Co}$ در دوره چهارم ولی ${}_{50}\text{Sn}$ در دوره پنجم (۵۴ - ۳۷) قرار دارد.

${}_{24}\text{Cr}$ در دوره چهارم ولی ${}_{16}\text{S}$ در دوره سوم قرار دارد. بنابراین گزینه (۱) پاسخ تست است.

یک شیبی

همانگونه که یک لایه اصلی از چندین لایه فرعی تشکیل شده است. هر لایه فرعی خود شامل یک یا چندین خانه یا اوربیتال می باشد. اوربیتال فضایی در اطراف هسته است که بیشترین احتمال حضور الکترون را دارد و دارای عدد کوانتومی m_l است.

لایه فرعی s دارای یک اوربیتال، لایه فرعی p دارای سه اوربیتال، لایه فرعی d دارای ۵ اوربیتال و لایه فرعی f دارای ۷ اوربیتال می باشد.

s

p

d

f

توزیع الکترون های یک تراز فرعی در اوربیتال ها طبق یک قانون خاص صورت می گیرد. مباحث مربوط به اوربیتال از سطح کتاب دهم بالاتر است و نیایستی در امتحان و یا آزمون های تستی از آن ها سؤال طراحی شود. به همین دلیل مطالب مربوط به اوربیتال ها را دیگر ادامه نمی دهیم.

روش تعیین سریع شماره گروه یک عنصر

از آن جا که گازهای نجیب در گروه ۱۸ جدول دورای قرار دارند، می توان با داشتن عدد اتمی عنصر X و مقایسه آن با عدد اتمی نزدیک ترین گاز نجیب به آن، شماره گروه X را نیز تعیین کرد. با توجه به این نکته، سه حالت پیش می آید:
حالت اول: عدد اتمی عنصر X یک یا دو واحد از عدد اتمی نزدیک ترین گاز نجیب به آن بیش تر باشد. در این صورت عنصر X به گروه اول یا دوم تعلق دارد. به عنوان مثال عدد اتمی عنصر Ca، ۲۰، دو واحد و عدد اتمی عنصر K، ۱۹، یک واحد از گاز نجیب Ar، ۱۸ بیش تر است، بنابراین Ca، به گروه دوم و K به گروه اول جدول دورای تعلق دارد.
حالت دوم: عدد اتمی عنصر X، ۱ تا ۱۵ واحد از عدد اتمی نزدیک ترین گاز نجیب بعدی به آن کم تر باشد. در این صورت شماره گروه X برابر است با ۱۸ منهای اختلاف عدد اتمی X و عدد اتمی گاز نجیب بعد از آن.

(اختلاف عددهای اتمی X و گاز نجیب بعدی) - ۱۸ = شماره گروه X

توجه: اگر عنصری در هر دو حالت دارای جواب باشد، حالت اول صحیح می باشد.
گروه ۲ → دو عدد بیش تر از گاز نجیب قبلی
گروه ۶ → عدد کم تر از گاز نجیب بعدی

مثال: شماره گروه ۷، ۲۱Sc و ۴۴Mo را تعیین کنید.

پاسخ: گاز نجیب بعد از ۷N عنصر ۱۰Ne است.

گاز نجیب بعد از ۲۱Sc عنصر ۳۶Kr است.

گاز نجیب بعد از ۴۴Mo عنصر ۵۴Xe است.

تست: عنصر واسطه ای که شمار الکترون های زیرلایه ۳d با ۴s دو آم آن برابر است، در کدام گروه جدول تناوبی جای دارد؟

(پاسخ: هیچ (۰) کشور ۴۴)

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

پاسخ: چون در تراز فرعی ۴s حداکثر دو الکترون قرار می گیرد و تا زمانی که زیرلایه ۳d پر نشده، الکترون وارد ۳d نمی شود، پس عنصر مورد نظر در لایه ظرفیت خود دارای آرایش ۳d^۲ ۴s^۲ خواهد بود.

x : ۳s^۲ ۳p^۶ ۳d^۲ ۴s^۲

این عنصر در دوره تناوب چهارم و هم چنین در گروه ۴ قرار دارد. پس پاسخ گزینه (۳) صحیح است.

تست: آرایش الکترونی عنصر واسطه ای به ۴s^۲ ختم می شود. این عنصر سومین عنصر واسطه دوره خود است. عدد اتمی آن کدام است؟

۲۵ (۴)

۲۳ (۳)

۲۰ (۲)

۲۱ (۱)

پاسخ: با توجه به این که آخرین زیرلایه این عنصر به ۴s ختم می شود، پس این عنصر در دوره چهارم قرار دارد و چون یک عنصر واسطه است، عدد اتمی عنصرهای واسطه دوره چهارم از عدد ۲۱ شروع می شود و با توجه به متن تست سومین عنصر واسطه این دوره، دارای عدد اتمی ۲۳ خواهد بود.

۲۱
سومین عنصر واسطه
۲۲
دومین عنصر واسطه
۲۳
اولین عنصر واسطه

پس گزینه (۳) صحیح است.

حالت سوم: اگر عدد اتمی عنصر X بین ۵۷ تا ۷۰ و یا بین ۸۹ تا ۱۰۲ بود یعنی به دسته لانتانیدها و اکتینیدها تعلق خواهد داشت.

دوره	عدد اتمی
لانتانیدها	۵۷-۷۰
اکتینیدها	۸۹-۱۰۲

مثال: هر یک از عنصرهای ۹۲U، ۱۰۱Md و ۸۸Ce و ۹۹Tm به کدام دوره جدول دورای تعلق دارند؟

پاسخ: ۹۹Tm و ۸۸Ce به دسته لانتانیدها تعلق داشته پس به تناوب ششم تعلق دارند.

۹۲U و ۱۰۱Md به دسته اکتینیدها تعلق داشته پس به تناوب هفتم تعلق دارند.

نکته: چند جمله، از جملات زیر درست است؟

اگر آرایش الکترونی ذره A^{2-} به $2p^6$ ختم شود:

(آ) عنصر A با عنصر P ۱۵ هم‌گروه است.

(ب) اختلاف شمار پروتون‌ها در دو عنصر A و B برابر ۲۰ است. (عنصر B، آنیون B^{-} در دوره پنجم را تولید می‌کند).

(پ) تفاوت شمار الکترون‌های ذره A^{2-} با شمار الکترون‌های عنصر هم‌دوره خود که مجموع الکترون‌های با $I = 0$ و $I = 2$ در آن برابر ۱۲ می‌باشد، برابر با دوازده است.

(ت) اگر شمار نوترون‌های عنصر A برابر ۱۶ باشد، تعداد $3/1 \times 10^{22}$ اتم آن با تعداد اتم‌های 2 gram Ca برابر است.

(ث) اختلاف شمار ذره‌های باردار اتم عنصر بالای A با شمار پروتون‌های گاز نجیب هم‌دوره ذره A برابر ۵ است.

۱ (۴) ۲ (۳) ۳ (۲) ۴ (۱)

پاسخ: (۱) گروه ۱۵ - دوره چهارم $A^{2-} \rightarrow 2p^6 \xrightarrow{-2e^-} A: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 3d^1 4s^2 4p^2$

این جمله درست است.

(ب) این جمله درست است:

عنصر B آنیون B^{-} را تولید می‌کند یعنی عنصر B در گروه ۱۷ قرار دارد و چون در دوره پنجم است یعنی عنصر B هم‌دوره گاز نجیب Xe ۵۴ است پس عدد اتمی عنصر B برابر ۵۳ (یک گروه عقب‌تر از Xe) است.

(پ) جمله درست است:

عنصر دوره چهارم (هم‌دوره A) که ۷ الکترون در زیرلایه‌های s ($I = 0$) و ۵ الکترون در زیرلایه d ($I = 2$) دارد.

$23X: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 3d^5 4s^1$ $36 - 24 = 12$

(ت) جمله درست است:

$$? \text{ mol } A = \frac{3/1 \times 10^{22}}{6.02 \times 10^{23}} = 0.05 \text{ mol } \Rightarrow 0.05 \text{ mol } Ca \times \frac{40 \text{ g}}{1 \text{ mol } Ca} = 2 \text{ g}$$

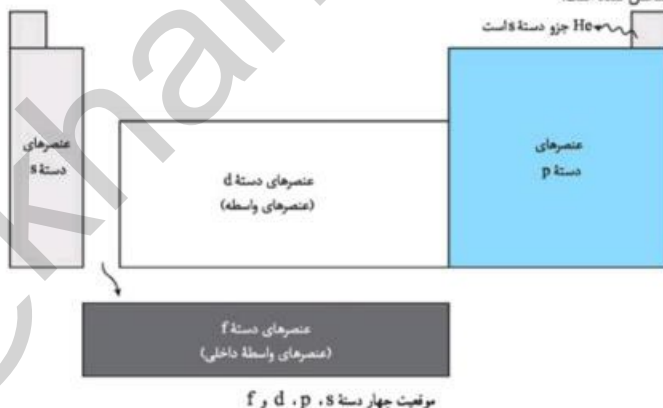
(ث) جمله نادرست است:

$6 = 36 - 30 \Rightarrow 3p^4 3s^2 \Rightarrow$ گاز نجیب هم‌دوره A، ذره باردار $20 = 30 - 10e^- \Rightarrow 10p^4 10s^2$: اتم بالای A

بنابراین گزینه (۱) صحیح است.

دسته‌بندی عناصرها

عناصرها را بر مبنای نوع زیرلایه‌ای که در حال پر شدن است به ۴ دسته تقسیم‌بندی می‌کنند. چهار دسته s، p، d و f. موقعیت این دسته‌ها در جدول تناوبی در شکل زیر مشخص شده است.



مطابق با جدول زیر تعداد عناصرهای هر دسته عبارتند از:

دسته s	دسته p	دسته d	دسته f	مجموع عناصرها
۱۴	۳۶	۴۰	۲۸	۱۱۸

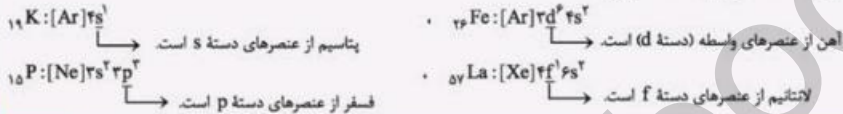


نکته

اصلی	دسته s
عنصر	دسته p
فرعی (واسطه)	دسته d (واسطه خارجی)
	دسته f (واسطه داخلی)

مثال: هر یک از عنصرهای پتاسیم (۱۹ K)، آهن (۲۶ Fe)، فسفر (۱۵ P) و لانتانیم (۵۷ La) به کدام دسته عنصرها اختصاص دارند؟

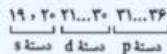
پاسخ: آرایش الکترونی فشرده عنصرها را می‌نویسیم. سپس به آخرین زیرلایه‌ای که الکترون گرفته، توجه می‌کنیم؛ نام آخرین زیرلایه‌ای که الکترون پذیرفته است همان نام دسته عنصر مربوطه است.



تست: با توجه به این‌که عدد اتمی کلسیم برابر ۲۰ است، عدد اتمی عنصر اصلی هم‌دوره بعد از آن، کدام است؟

پاسخ: عنصر کلسیم در دوره چهارم قرار دارد.

عنصرهای دوره چهارم در سه دسته قرار می‌گیرند.



پس اولین عنصر اصلی (غیرواسطه) پس از کلسیم با عدد اتمی ۲۰، عنصری با عدد اتمی ۳۱ خواهد بود. پس گزینه (۳) صحیح است.

تست: اگر در یون تک‌اتمی M^{3+} ، ۷۵ تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها برابر ۱۲ باشد، عدد اتمی عنصر M برابر است و در تناوب و در گروه جدول تناوبی جای دارد.

پاسخ: ۳۳ (۱) چهارم، ۱۵ (۲) چهارم، ۱۴ (۳) پنجم، ۲۵ (۴) پنجم، ۱۴

$$Z = \frac{A - \Delta x + q}{2} \Rightarrow Z = \frac{75 - 12 + 3}{2} = \frac{66}{2} = 33$$

به روش قبلی به‌صورت زیر می‌توان عدد اتمی را محاسبه نمود.

$n - Z = 9$
 $n + Z = 75$
 $2n = 84 \Rightarrow n = 42 \Rightarrow Z = 33$

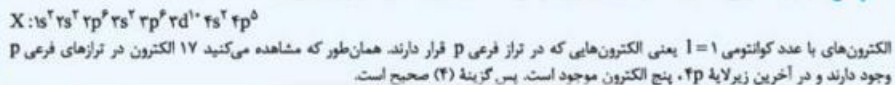


توجه: اگر بار گونه منفی بود، شمار الکترون‌ها، بالاتر از شمار پروتون‌ها خواهد بود.

دوره چهارم و گروه ۱۵، پس گزینه (۱) صحیح است.

تست: عنصری که در دوره چهارم و گروه ۱۷ جدول تناوبی جای دارد، به ترتیب از راست به چپ چند الکترون با عدد کوانتومی $l = 1$ دارد و چند الکترون در آخرین زیرلایه اشغال‌شده آن جای دارد؟

پاسخ: آرایش الکترونی عنصری که در دوره چهارم و در گروه ۱۷ جای دارد، به‌صورت زیر رسم می‌شود:



تست: اگر آرایش الکترونی A^{2-} و D^{2+} هر یک به $3p^6$ پایان یابد، کدام گزینه درست است؟

- (۱) اتم D به دوره چهارم و اتم A به دوره سوم تعلق دارد.
- (۲) اتم A به گروه چهارم و اتم D به گروه دوم تعلق دارد.
- (۳) اتم D عنصر واسطه و اتم A عنصر اصلی است.
- (۴) تفاوت شمار الکترون‌های A و D برابر ۱۲ است.



(۳) پاسخ: گروه دوم، دوره چهارم



گروه ۱۶، دوره سوم

- گزینه ۲ $\Leftarrow$ نادرست: A به گروه ۱۶ و اتم D به گروه دوم تعلق دارد.
- گزینه ۳ $\Leftarrow$ نادرست: اتم D و A هر دو عنصر اصلی هستند.
- گزینه ۴ $\Leftarrow$ نادرست: تفاوت شمار الکترون‌های A و D برابر ۱۶ و ۲۰ است.
- پس گزینه (۱) صحیح است.

$$20 - 16 = 4$$

نکته: یون پایدار عنصرهای گروه اول (M^+)، گروه دوم (M^{2+}) و گروه سیزدهم به صورت (M^{+3}) است.

در حالی که یون پایدار عنصرهای گروه شانزدهم (X^{2-})، گروه شانزدهم (X^{2-}) و گروه هفدهم به صورت (X^{-}) است.

تست: آرایش الکترونی کاتیون X^{2+} به $3d^5$ ختم می‌شود. با توجه به آن چند مورد از مطالب زیر درست‌اند؟

- (ا) عدد اتمی X برابر ۲۷ است.
- (ب) اتم X دارای ۱۶ الکترون با $l = 1$ و شش الکترون با $l = 2$ است.
- (پ) عنصر X دارای یک نوع اکسید است.
- (ت) تفاوت تعداد الکترون‌های یون پایدار ${}_{33}As$ با تعداد الکترون‌های این کاتیون برابر سیزده است.

(ث) اختلاف تعداد الکترون‌های با $l = 2$ در یون X^{2+} با تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت اتم ${}_{22}Cr$ برابر تعداد نوترون‌های 1_1H است.

- (۱) ۳ (۲) ۴ (۳) ۲ (۴) ۱

(۳) پاسخ: (۱) یون X^{2+} با اتم X سه الکترون اختلاف دارد یعنی یون X^{2+} با گرفتن سه الکترون به اتم X تبدیل می‌شود.



پس این عبارت نادرست است.

(ب) اتم X دارای ۶ الکترون در زیر لایه $3d$ (با $l = 2$) و دوازده الکترون در زیر لایه p (با $l = 1$) است. (نادرست)

(پ) عنصر X همان آهن است که دارای دو نوع اکسید با فرمول‌های FeO و Fe_2O_3 است. (نادرست)

(ت) جمله درست است. ${}_{33}As^{3-} \Rightarrow {}_{33}As^{2-}$ یون پایدار

$${}_{22}X^{2+} \Rightarrow 23 - 26 = 13 \Rightarrow 23 \text{ الکترون دارد}$$

(ث) جمله درست است.



بنابراین گزینه (۳) پاسخ تست است.

قسمت ششم

عنصرها و پیوندهای شیمیایی

فصل

۱

ساختمان اتم و رفتار آن

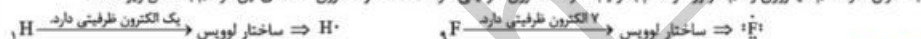
قبلاً آموختیم که الکترون‌های لایه آخر هر عنصر را الکترون‌های ظرفیتی می‌گویند و همین الکترون‌های ظرفیتی هستند که در واکنش‌های شیمیایی از جمله تشکیل پیوند با سایر اتم‌ها، شرکت می‌کنند.

گیلبرت نیوتن لوویس شیمی‌فیزیکدان آمریکایی برای نمایش لایه ظرفیت اتم‌ها، (توضیح و پیش‌بینی رفتار اتم‌ها) مدلی به نام مدل الکترون - نقطه‌ای اتم ارائه نمود.

آیا می‌دانید؟ لوویس علاوه بر ارائه مدل الکترون - نقطه‌ای، بنیان‌گذار نظریه تشکیل پیوند شیمیایی و نظریه الکترونی اسید- باز نیز بود. او همچنین واژه فوتون را برای ذره‌های سازنده نور پیشنهاد کرد.

ساختمان الکترون - نقطه‌ای (ساختمان لوویس): ساختاری که برای نمایش ظرفیت اتم‌ها، در اطراف نماد شیمیایی هر عنصر، الکترون‌های ظرفیتی آن‌ها را به شکل نقطه قرار می‌دهند. ساختمان الکترون - نقطه‌ای را ساختمان لوویس نیز می‌گویند.

به عنوان نمونه اتم هیدروژن و اتم فلورین هر کدام به ترتیب ۱ و ۷ الکترون ظرفیتی دارند که ساختمان الکترون - نقطه‌ای این دو اتم به شکل زیر است:



نکته: برای رسم ساختمان الکترون - نقطه‌ای یک اتم، پس از تعیین تعداد الکترون‌های ظرفیتی، نقطه‌هایی در چهار طرف نماد شیمیایی اتم قرار می‌دهیم. نقطه‌گذاری بهتر است از یک طرف نماد آغاز شود و در ادامه در هر چهار طرف اتم یک نقطه قرار دهیم و در صورتی که تعداد الکترون‌های ظرفیتی بیش از ۴ تا بوده، به همان ترتیب نقطه‌ها را جفت می‌کنیم تا آخر.

مثال: ساختمان الکترون - نقطه‌ای اتم‌های 1H ، 2He ، 3Li ، 4Be ، 5B ، 6C ، 7N ، 8O و 9F را رسم کنید.

پاسخ: الکترون‌های ظرفیتی این عنصرها به ترتیب ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶ و ۷ الکترون است. بنابراین:



نکته: آرایش الکترون - نقطه‌ای اتم هلیوم را به صورت 1He می‌نویسیم نه $1\text{He} \cdot$ ، زیرا 1He یک گاز نجیب است و الکترون‌های آن جفت هستند.

روش رسم ساختمان لوویس اتم‌ها

برای رسم ساختمان لوویس یک اتم به دو روش می‌توان عمل کرد:

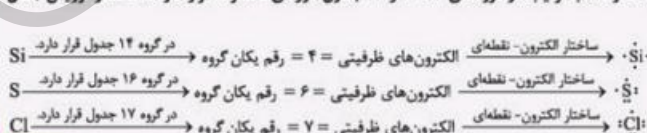
(۱) به کمک شماره گروه عنصر: اگر بدانیم چه عنصری در چه گروهی از جدول تناوبی قرار دارد، به راحتی الکترون‌های ظرفیتی آن قابل تشخیص است (به جز عنصرهای واسطه) زیرا:

رقم یکان شماره گروه اتم = تعداد الکترون‌های ظرفیتی یک اتم

به عنوان نمونه، فسفر (P) در گروه پانزدهم جدول قرار دارد. رقم یکان عدد ۱۵ می‌شود ۵، بنابراین فسفر دارای پنج الکترون ظرفیتی (۵ نقطه) در ساختمان لوویس) است؛ به همین راحتی!



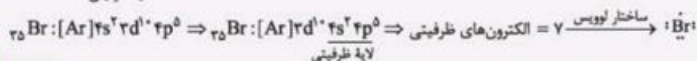
مثال: با توجه به این‌که عنصرهای S، Cl و Si به ترتیب در گروه‌های ۱۶، ۱۷ و ۱۸ جدول دورهای عنصرها قرار دارند، ساختمان لوویس (مدل الکترون - نقطه‌ای) آن‌ها را رسم کنید.



پاسخ:

۲) به کمک عدد اتمی و آرایش الکترونی عنصر؛ روش علمی رسم ساختار لوویس یک اتم، نوشتن آرایش الکترونی فشرده و تعیین تعداد الکترون‌های ظرفیتی آن است. با داشتن تعداد الکترون‌های ظرفیتی به رسم ساختار لوویس اتم می‌پردازیم.

مثال: با نوشتن آرایش الکترونی، ساختار الکترون - نقطه‌ای اتم‌های $_{13}\text{Al}$ و $_{35}\text{Br}$ را رسم کنید.
پاسخ: ابتدا آرایش الکترونی هر اتم را می‌نویسیم تا تعداد الکترون‌های ظرفیتی آن مشخص گردد:



یک فنان شیمی

آشنایی با جدولک لوویس!

از آن‌جا که در اغلب امتحان‌ها، از جمله امتحان‌های دبیرستان، کنکورهای سراسری و حتی المپیادهای شیمی، بیش‌تر، از تعدادی اتم تکراری (اتم‌های معلوم الحال) برای رسم ساختارهای الکترون - نقطه‌ای سؤال مطرح می‌شود، بنا به ذوق مؤلف و به عنوان هدیه به شما عزیزان، جدولک لوویس را طراحی و معرفی می‌کنیم. توصیه می‌شود شماره گروه عنصرهای این جدولک را به خاطر بسپارید. (شکل زیر)

شماره گروه	۱	۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
رقم یکان شماره گروه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
ساختار لوویس	H•	•Be•	•B•	•C•	•N•	•O•	•F•	
عنصرهای پر کاربرد در امتحانات	Li•	•Mg•	•Al•	•Si•	•P•	•S•	•Cl•	•Xe•
	Na•	•Ca•			•As•	•Se•	•Br•	
	K•	•Ba•					•I•	

جدولک لوویس

مثال: به کمک جدولک لوویس، ساختار الکترون - نقطه‌ای هر یک از اتم‌های زیر را رسم کنید و تعداد جفت‌الکترون‌ها و تک‌الکترون‌های هر یک را مشخص کنید.

- پاسخ:** فسفر ($_{15}\text{P}$) در گروه ۱۵ قرار دارد. $\cdot\ddot{\text{P}}\cdot$ (۱ جفت‌الکترون و ۳ تک‌الکترون)
 اکسیژن ($_{8}\text{O}$) در گروه ۱۶ قرار دارد. $\cdot\ddot{\text{O}}\cdot$ (۲ جفت‌الکترون و ۲ تک‌الکترون)
 منیزیم ($_{12}\text{Mg}$) در گروه ۲ قرار دارد. $\cdot\text{Mg}\cdot$ (۲ تک‌الکترون)
 ید ($_{53}\text{I}$) در گروه ۱۷ قرار دارد. $\cdot\ddot{\text{I}}\cdot$ (۳ جفت‌الکترون و یک تک‌الکترون)
 بریلم ($_{6}\text{Be}$) در گروه ۲ قرار دارد. $\cdot\text{Be}\cdot$ (۲ تک‌الکترون)
 زنون ($_{54}\text{Xe}$) در گروه ۱۸ قرار دارد. $\cdot\ddot{\text{Xe}}\cdot$ (۴ جفت‌الکترون)

نکته: از مقایسه ساختار الکترون - نقطه‌ای عنصرهای متعلق به یک گروه از جدول دوره‌ای عناصر، می‌توان نتیجه گرفت که اتم‌های مربوط به عنصرهای یک گروه از جدول تناوبی، ساختار الکترون - نقطه‌ای مشابهی دارند. به عنوان نمونه F ، Cl و Br هر سه در گروه ۱۷ قرار دارند، بنابراین ساختار لوویس آن‌ها مشابه است. دقت کنید:



تست: تعداد تک‌الکترون‌ها در لایه ظرفیت کدام عنصر برابر با اتم اکسیژن ($_{8}\text{O}$) است؟

- ۱) $_{9}\text{F}$ ۲) $_{6}\text{B}$ ۳) $_{16}\text{S}$ ۴) $_{17}\text{Cl}$

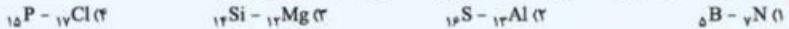
پاسخ: S و O هم‌گروه هستند، بنابراین ساختار لوویس و تعداد تک‌الکترون‌های آن‌ها یکسان است، بنابراین گزینه (۳) صحیح است.

تست: ساختار الکترون - نقطه‌ای کدام دو عنصر شبیه هم است؟

- ۱) $_{11}\text{Na}$, $_{12}\text{Mg}$ ۲) $_{6}\text{B}$, $_{7}\text{C}$ ۳) $_{14}\text{Si}$, $_{15}\text{P}$ ۴) $_{8}\text{O}$, $_{15}\text{P}$

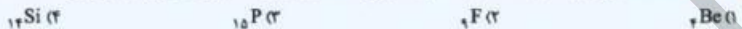
پاسخ: C و Si هم‌گروه بوده و ساختار الکترون - نقطه‌ای مشابه دارند، پس گزینه (۳) صحیح است.

تست: در ساختار الکترون - نقطه‌ای کدام دو عنصر زیر، ۴ الکترون تک (منفرد) وجود دارد؟



پاسخ: ۱ و ۲. هر کدام سه الکترون تک (منفرد) دارند، پس گزینه (۱) صحیح است.

تست: تعداد الکترون‌های منفرد (تک) در ساختار الکترون - نقطه‌ای اتم در کدام گزینه پیش‌تر از سایر گزینه‌ها است؟



پاسخ: Si در گروه ۱۴ قرار دارد و ۴ الکترون تک دارد ($Si: \uparrow\downarrow\uparrow\downarrow$)، پس گزینه (۴) صحیح است.

ارایش الکترونی پایدار

تجربه نشان داده است که عنصرهای گروه ۱۸ جدول دوری عناصری که به گازهای نجیب یا بی‌اثر شهرت یافته‌اند، در طبیعت به‌صورت تک‌اتمی (یک اتم مجزا) یافت می‌شوند.

تک‌اتمی بودن گازهای نجیب بیانگر این است که گازهای نجیب تمایلی برای انجام واکنش شیمیایی و ایجاد ترکیب با عنصرهای دیگر از خود نشان نمی‌دهند. از طرفی سایر اتم‌ها در طبیعت اغلب به‌صورت ترکیب با عنصرهای دیگر یا با خودشان مشاهده شده‌اند، به عبارتی اتم‌های غیر از گازهای نجیب، اغلب علاقه‌مند به ایجاد پیوند با اتم‌های خودی یا با سایر اتم‌ها هستند و با انجام واکنش‌های شیمیایی به‌صورت ترکیب یا مولکول درمی‌آیند.

این‌که اتم اکسیژن و اتم سایر عناصر نمی‌توانند مانند گازهای نجیب به‌صورت تک (اتمی) در طبیعت ماندگار باشند، به معنای ناپایداری شیمیایی آن‌ها است. **پایداری شیمیایی یک اتم:** پایداری یک اتم از نظر شیمیایی به معنای تک بودن اتم آن و عدم ترکیب با اتم‌های دیگر است. مانند گازهای نجیب که در طبیعت به‌صورت تک‌اتمی یافت می‌شوند. به عبارتی اتم‌های پایدار میل به انجام واکنش‌های شیمیایی ندارند و واکنش‌پذیری شیمیایی بسیار اندکی دارند. **ناپایداری شیمیایی اتم:** ناپایدار بودن یک اتم از نظر شیمیایی به معنای یافت نشدن آن به‌صورت تک‌اتمی ماندگار است. اتم‌های ناپایدار واکنش‌پذیری شیمیایی زیادی دارند و برای رسیدن به پایداری با ایجاد پیوند با سایر اتم‌ها به شکل مولکول یا ترکیب درمی‌آیند.

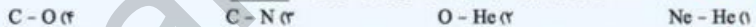
توجه: رفتار شیمیایی هر اتم به تعداد الکترون‌های ظرفیت آن بستگی دارد. به طوری که می‌توان از دست دادن، گرفتن یا به اشتراک گذاشتن الکترون و دستیابی به آرایش الکترونی گازهای نجیب را مبنای رفتار آن‌ها دانست. از دست دادن، گرفتن یا به اشتراک گذاشتن الکترون نشانه‌ای از رفتار شیمیایی اتم است.

مثال: کدام یک از اتم‌های زیر در طبیعت از لحاظ شیمیایی پایدار و کدام یک ناپایدار هستند؟

«سدیم، کلسیم، رادون، تکنسیم، آرگون، آهن»

پاسخ: اتم‌های هلیوم، رادون و آرگون پایدارند، چون جزو گازهای نجیب هستند. اما اتم‌های سدیم، کلسیم، رادون، تکنسیم و آهن ناپایدار هستند.

تست: کدام جفت عنصر زیر در طبیعت به‌صورت دواتمی یا مولکول یافت نمی‌شوند؟



پاسخ: Ne و He جزو گازهای نجیب بوده و در طبیعت به‌صورت تک‌اتمی یافت می‌شوند و به علت پایداری با هیچ اتمی پیوند نمی‌دهند و مولکول تشکیل نمی‌دهند، بنابراین گزینه (۱) پاسخ تست است.

علت پایداری گازهای نجیب

به ساختار الکترون - نقطه‌ای گازهای نجیب دقت کنید:
چه شباهتی در ساختار الکترون - نقطه‌ای گازهای نجیب مشاهده می‌کنید؟
بدیهی است که شما باید جفت بودن الکترون‌های ظرفیتی، هشت‌تایی بودن الکترون‌های ظرفیتی گازهای نجیب (به‌جز He) و تشابه آشکار آرایش الکترونی این اتم‌ها را تشخیص داده باشید.

شیمیدان‌ها پایداری گازهای نجیب از لحاظ شیمیایی را به هشت‌تایی بودن (کامل بودن) لایه ظرفیت این اتم‌ها نسبت داده‌اند. گازهای نجیب (به‌جز He که دواتمی است)، دارای ۴ جفت الکترون در لایه ظرفیت خود هستند و هیچ الکترون منفردی (تک) در لایه ظرفیت این اتم‌ها مشاهده نمی‌شود. بنابراین راز پایداری گازهای نجیب را باید به همین هشت‌تایی (لوکت) بودن لایه ظرفیت آن‌ها نسبت داد.

توجه: اگر لایه ظرفیت اتمی دارای ۸ الکترون (۴ جفت) باشد، آن اتم پایدار و چنانچه اتمی دارای تک الکترون در لایه ظرفیت خود باشد، آن اتم ناپایدار است.

مثال: آیا اتم‌های سدیم (Na) و هیدروژن (H) در طبیعت به‌صورت آزاد تک‌اتمی وجود دارند؟ چرا؟

پاسخ: خیر، زیرا در لایه ظرفیت هر یک از اتم‌های این عناصر یک تک الکترون وجود دارد. به عبارت دیگر لایه ظرفیت Na و H هشت‌تایی (۴ جفت الکترون) نیست. ساختار لوویس این دو اتم: $Na \cdot$ و $H \cdot$

❖ قاعده اوکت (هشت‌تایی)

آرایش الکترونی پایدار گازهای نجیب دلیل خوبی برای توجیه پایداری این عنصرهاست. همچنین تلاش سایر عنصرها برای دستیابی به آرایش الکترونی پایدار گازهای نجیب نیز ابزار خوبی برای توجیه واکنش‌پذیری شیمیایی آن عنصرهاست.

واکنش‌پذیری شیمیایی: تمایل یک عنصر برای شرکت در واکنش‌های شیمیایی را واکنش‌پذیری شیمیایی (فعالیت شیمیایی) می‌گویند. تمام عنصرها به‌جز گازهای نجیب، تمایل دارند به هر روش ممکن به آرایش الکترونی گازهای نجیب دست یابند.

قاعده اوکت: تمایل اتم‌ها برای رسیدن به آرایش الکترونی گازهای نجیب را قاعده اوکت (هشت‌تایی) می‌گویند.

نکته: اتم‌ها به دو شیوه زیر می‌توانند به آرایش هشت‌تایی گازهای نجیب برسند:

۱- مبادله الکترون: گرفتن یا از دست دادن الکترون

۲- اشتراک الکترون: به اشتراک گذاشتن همه یا تعدادی از الکترون‌های ظرفیتی خود با سایر اتم‌ها

نکته: معمولاً اتم‌ها حداکثر ۳ الکترون از ظرفیت خود را می‌توانند با اتم‌های دیگر مبادله کنند. به عبارتی اغلب اتم‌ها حداکثر ۳ الکترون می‌توانند از دست بدهند یا از اتم‌های دیگر دریافت کنند.

مثال: از اتم‌های سدیم (Na) و کربن (C) در واکنش‌های شیمیایی، کدامیک تمایل به مبادله الکترون با سایر اتم‌ها و کدامیک تمایل به اشتراک الکترون با سایر اتم‌ها دارند؟ چرا؟

پاسخ: ساختار الکترون - نقطه‌ای دو اتم را رسم می‌کنیم: $\cdot\dot{\text{C}}\cdot$ ، $\text{Na}\cdot$

سدیم (Na) یک الکترون ظرفیتی دارد و در واکنش‌های شیمیایی برای رسیدن به آرایش هشت‌تایی گاز نجیب، با از دست دادن آن به آرایش گاز نئون (Ne) می‌رسد. بنابراین آن را از دست می‌دهد. اما اتم کربن ۴ الکترون ظرفیتی دارد که برای رسیدن به آرایش هشت‌تایی نمی‌تواند ۴ الکترون را از دست بدهد و همچنین نمی‌تواند ۴ الکترون را کسب کند. بنابراین C با اشتراک الکترون به آرایش هشت‌تایی می‌رسد.

❖ تبدیل اتم‌ها به یون‌ها

در نکته بالا یاد کردیم که برای رسیدن به آرایش هشت‌تایی، اتم‌ها به دو شیوه عمل می‌کنند: مبادله الکترون یا اشتراک الکترون. این‌که یک اتم کدام شیوه (مبادله الکترون یا اشتراک الکترون) را برای رسیدن به آرایش هشت‌تایی انتخاب کند، اختیاری نیست و در این راه، اتم‌ها با محدودیت مواجه‌اند.

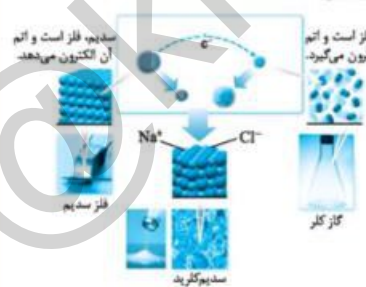
قاعده کلی: اگر اتمی در لایه ظرفیت خود، حداکثر ۳ تک‌الکترون داشته باشد، می‌تواند با مبادله الکترون (از دست دادن حداکثر ۳ الکترون و یا کسب حداکثر ۳ الکترون) به آرایش الکترونی گاز نجیب نزدیک به خود برسد. البته به شرطی که اتم مقابل تمایل به مبادله الکترون داشته باشد. مانند اتم‌های گروه‌های ۱، ۲ و ۳ و وقتی که در شرایط مناسب در مجاورت اتم‌های گروه‌های ۱۵، ۱۶ و ۱۷ جدول دوره‌ای عنصرها قرار گیرند می‌تواند با همدیگر به مبادله الکترون بپردازند.

نکته: اتم‌های گروه‌های ۱، ۲ و ۳ اگر در شرایط واکنش کنار یکی از اتم‌های گروه‌های ۱۵، ۱۶ و ۱۷ قرار گیرند، احتمال مبادله الکترون برای رسیدن به آرایش الکترونی گازهای نجیب در آن‌ها بالاست. مانند:

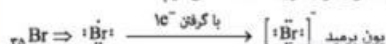


در این مثال، اتم سدیم یک الکترون لایه ظرفیت خود را به اتم کلر منتقل کرده است و به یون مثبت (کاتیون) سدیم (Na^+) تبدیل شده است. در عوض اتم کلر هم با دریافت یک الکترون از اتم سدیم، به یون منفی (آنیون) کلرید (Cl^-) تبدیل شده است.

طبیعی است این یون‌ها، به محض تشکیل، با هم جاذبه برقرار کرده و یک پیوند به نام پیوند یونی بین آن‌ها به وجود می‌آید. پیوندی که سبب تشکیل ترکیب سدیم کلرید می‌شود.



نکته: ساختار الکترون - نقطه‌ای آتیون‌ها را درون گروه قرار می‌دهیم و بار یون را به عنوان توان گروه استفاده می‌کنیم.



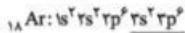
به آرایش الکترونی اتم‌های پتاسیم ($_{19}\text{K}$) و کلر ($_{17}\text{Cl}$) دقت کنید.



همان‌طور که می‌بینید هیچ یک از این دو اتم آرایش پایداری ندارند (آرایش پایدار یعنی رسیدن به آرایش گاز نجیب). پتاسیم یک الکترون مازاد، بر آرایش الکترونی پایدار گاز آرگون دارد و اتم کلر نیز یک الکترون کمتر از آرایش الکترونی گاز آرگون دارد.

حال به نظر شما هر یک از اتم‌های پتاسیم و کلر چگونه می‌توانند به آرایش پایدار گاز آرگون برسند؟

بی‌تردید پاسخ در مبادله یک الکترون بین این دو اتم خواهد بود. کافی است پتاسیم یک الکترون مازاد خود را به اتم کلر بدهد و به این شیوه هر دو اتم به آرایش گاز نجیب آرگون خواهند رسید:

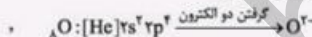
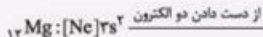


اگر آرایش یون‌های پتاسیم و کلرید را بنویسیم، مشاهده می‌کنیم هر دو به آرایش گاز نجیب آرگون رسیده‌اند:



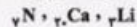
مثال: اگر در شرایط مناسب واکنش، دو اتم منیزیم و اکسیژن با هم برخورد داشته باشند، از چه طریقی به آرایش هشت‌تایی می‌رسند؟

پاسخ: آرایش الکترونی هر دو اتم را می‌نویسیم:

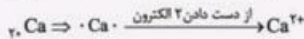
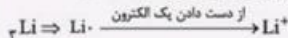


Mg با از دست دادن $2e^-$ و اکسیژن با کسب آن دو الکترون به آرایش پایدار هشت‌تایی می‌رسد.

مثال: با رسم ساختار الکترون - نقطه‌ای اتم‌ها، مشخص کنید هر یک از اتم‌های زیر چگونه به آرایش الکترونی هشت‌تایی می‌رسند و هر یک چه یونی ایجاد می‌کنند؟



پاسخ: لیتیم با از دست دادن یک الکترون به آرایش گاز نجیب هلیوم ($_{2}\text{He}$) می‌رسد. هر چند هلیوم آرایش هشت‌تایی ندارد اما آرایش پایداری از هشت‌تایی دارد. (چون لایه اول ظرفیت دو الکترون را دارد و Li^+ مانند He هم تنها یک لایه دارد پس آرایش پایداری را خواهد داشت.)



تست: یون X^{2+} دارای آرایش الکترونی $[\text{Ar}] 3d^1 4s^2 4p^6$ است. کدام عبارت نادرست است؟

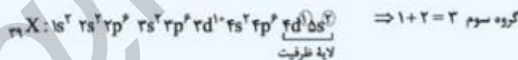
(۱) در لایه ظرفیت عنصر X سه الکترون وجود دارد.

(۲) عنصر X با عنصر $_{13}\text{Al}$ هم‌گروه است.

(۳) در آرایش الکترونی عنصر X تعداد ۱۰ زیرلایه وجود دارد.

(۴) آخرین الکترون به هنگام رسم آرایش الکترونی در زیرلایه $l = 2$ وارد می‌شود.

پاسخ: یون X^{2+} دارای ۲۶ الکترون است. (پس از آن که ۳ الکترون از دست داده است) نتیجه آن‌که عنصر X دارای ۲۹ الکترون می‌باشد. (و عدد اتمی آن نیز $Z = 29$ است)



این عنصر جزو دسته d بوده و آخرین الکترون پس از پر شدن تراز فرعی ۵s، در تراز فرعی 4d قرار می‌گیرد. ($l = 2$)

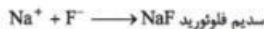
این عنصر در گروه سوم قرار دارد، در حالی‌که $_{13}\text{Al}$ در گروه سیزدهم قرار دارد.



بنابراین گزینه (۲) پاسخ تست است.

پیوند یونی: به پیوند شیمیایی که بین یون‌های مثبت و منفی به‌وجود می‌آید، پیوند یونی می‌گویند. یعنی به دلیل وجود بارهای الکتریکی ناهمگام نیروی

جاذبه بسیار قوی برقرار می‌شود. مانند:



ترکیب یونی: به ترکیبی که از تجمع بارهای + و - (یون‌های مثبت و منفی) تشکیل شده است، ترکیب یونی می‌گویند. مانند NaF که از پیوند بین یون مثبت Na^+ و یون منفی F^- به‌وجود آمده است.

در ساختار ترکیب‌های یونی، مولکول وجود ندارد و در منابع علمی برای آن‌ها واژه مولکول به کار نمی‌رود. مثلاً استفاده از واژه مولکول سدیم کلرید نادرست است بلکه باید گفت: ترکیب سدیم کلرید.

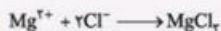
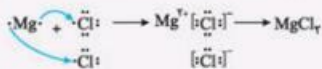
بلور هر ترکیب یونی شامل تعداد بسیار زیادی یون با آرایش سه بعدی منظم است. (شکل زیر)



ترکیب‌های یونی از تجمع یون‌های مثبت و منفی به‌وجود می‌آیند.

مثال: ترکیب یونی حاصل از واکنش بین منیزیم ($_{12}\text{Mg}$) و کلر ($_{17}\text{Cl}$) چیست؟ در این واکنش مبادله الکترون بین دو اتم چگونه است؟ فرمول ترکیب یونی حاصل را بنویسید.

پاسخ: $_{12}\text{Mg}$ دو الکترون نسبت به گاز نجیب $_{10}\text{Ne}$ بیش‌تر دارد. آن‌ها را از دست می‌دهد و به یون Mg^{2+} تبدیل می‌شود. هم‌چنین دو اتم کلر هر کدام با کسب یک الکترون از Mg به یون‌های کلرید Cl^- تبدیل می‌شوند. جاذبه بین این یون‌ها منجر به تشکیل ترکیب یونی منیزیم کلرید می‌شود:



خلاصه فرایند بالا را می‌توان به‌صورت مقابل نوشت:

تست: کدام موارد از مطالب زیر درست است؟

(آ) در یک ترکیب یونی مقدار کل بارهای مثبت و منفی برابر است.

(ب) همواره در ترکیب‌های یونی، تعداد کاتیون‌ها با تعداد آنیون‌ها برابرند.

(پ) در ترکیب یونی AB، یون‌های A^+ و B^- آرایش الکترونی یکسانی دارند.

(ت) برای تشکیل یک مول آلومینیم اکسید، شش مول الکترون مبادله می‌شود.

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

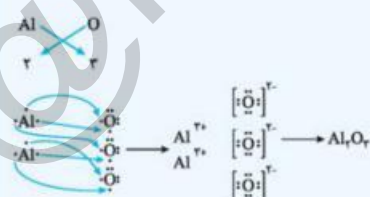
پاسخ: در یک ترکیب یونی مجموع بارهای مثبت با مجموع بارهای منفی برابر است. به همین دلیل ترکیب‌های یونی از لحاظ بار الکتریکی خنثی هستند. این خنثی بودن، ممکن است با تعداد کاتیون و آنیون برابر و یا با تعداد آنیون و کاتیون‌های نابرابر رخ دهد. پس جمله (ب) نادرست می‌باشد.

در تشکیل ترکیب‌های یونی ممکن است اتم فلز با از دست دادن الکترون به آرایش گاز

نجیبی برسد که با آرایش گاز نجیب مربوط به آنیون یکسان نباشد. پس جمله (پ) هم

نادرست است. با توجه به آرایش Al و O مشاهده می‌کنید که Al با ۳ الکترون و O با

۲ الکترون به آرایش گاز نجیب می‌رسند.



پس برای تشکیل یک مول Al_2O_3 شش مول الکترون مبادله می‌شود.

بنابراین گزینه (۲) صحیح است.

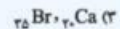
جمع‌بندی: اتم‌ها برای رسیدن به آرایش الکترونی نزدیک‌ترین گاز نجیب خود تلاش می‌کنند.

اتم عنصرهای فلزی دسته S و P به خصوصی گروه‌های ۱، ۲ جدول تناوبی و آلومینیم به‌ترتیب با از دست دادن ۱، ۲ و ۳ الکترون به آرایش الکترونی گاز نجیب قبل از خود می‌رسند و یون‌های مثبت (کاتیون) تشکیل می‌دهند.

اتم‌های برخی عنصرهای نافلزی به ویژه گروه‌های ۱۶، ۱۷ و نیترژن به‌ترتیب با گرفتن ۱، ۲ و ۳ الکترون به آرایش الکترونی گاز نجیب بعد از خود می‌رسند و یون‌هایی منفی (آنیون) تشکیل می‌دهند.



تست: کدام یک از جفت‌اتم‌های زیر، به‌ترتیب (از راست به چپ) با از دست دادن ۲ الکترون و با کسب یک الکترون به آرایش هشت‌تایی می‌رسند؟



پاسخ: Br^- آرایش کریپتون (${}^{36}_{36}\text{Kr}$) = با کسب $1e^-$ $\rightarrow {}^{35}_{79}\text{Br}$ ، Ca^{2+} آرایش آرگون (${}^{18}_{18}\text{Ar}$) = از دست دادن $2e^-$ $\rightarrow {}^{20}_{20}\text{Ca}$ پس گزینه (۳) صحیح است.

تکلیف: کاتیون یا آنیون‌هایی نظیر I^- ، O^{2-} ، Ca^{2+} ، Al^{3+} و ... را که از یک اتم تشکیل شده‌اند، یون تک‌اایی می‌گویند.

نام یون‌های مثبت تک‌اایی (که آرایش گاز نجیب دارند) همانند نام فلز اولیه است. اما در نام یون‌های منفی تک‌اایی پسوند «ید» به نام یا ریشه عنصر نافلز سازنده یون افزوده می‌شود. مثال:



نام‌گذاری آنیون تک‌اایی $\Rightarrow$ نام نافلز (ریشه نام) + ید

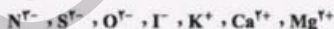
مثال: یون‌های حاصل از هر یک از اتم‌های زیر، در راه رسیدن به آرایش هشت‌تایی را مشخص کنید. نام هر یون را بنویسید.



پاسخ: اگر آرایش الکترونی اتم‌ها را بنویسیم، مشخص خواهد شد که چه پونی تولید می‌کنند:



مثال: نام هریک از یون‌های مقابل را بنویسید.



پاسخ: Mg^{2+} (یون منیزیم)، Ca^{2+} (یون کلسیم)، K^+ (یون پتاسیم)، I^- (یون یدید)، O^{2-} (یون اکسید)، S^{2-} (یون سولفید)، N^{3-} (یون نیتريد)

فرمول نویسی ترکیب‌های یونی دو تایی

توجه: برای فرمول‌نویسی ترکیب‌های یونی لازم است نام و بار یون‌های زیر را به خاطر بسپارید.

نام یون	نماد شیمیایی یون	بار یون (ظرفیت)	نام یون	نماد شیمیایی یون	بار یون (ظرفیت)	نام یون	نماد شیمیایی یون	بار یون (ظرفیت)
لیتیم	Li^+	۱+	متنیزیم	Mg^{2+}	۲+	فلوئورید	F^-	۱-
سدیم	Na^+	۱+	کلسیم	Ca^{2+}	۲+	کلرید	Cl^-	۱-
پتاسیم	K^+	۱+	استرانسیم	Sr^{2+}	۲+	برمید	Br^-	۱-
روبییدیم	Rb^+	۱+	باریم	Ba^{2+}	۲+	یدید	I^-	۱-
سزیم	Cs^+	۱+	روی	Zn^{2+}	۲+	هیدرید	H^-	۱-
نقره	Ag^+	۱+	جیوه (II)	Hg^{2+}	۲+	اکسید	O^{2-}	۲-
مس (I)	Cu^+	۱+	کادمیم	Cd^{2+}	۲+	سولفید	S^{2-}	۲-
			مس (II)	Cu^{2+}	۲+	نیتريد	N^{3-}	۳-
			آلومینیم	Al^{3+}	۳+	فسفید	P^{3-}	۳-
			اسکاندیم	Sc^{3+}	۳+			

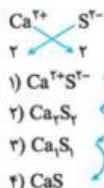
نام و نماد شیمیایی یون‌های تک‌اتمی بر کاربرد

توجه: اتم فلزهایی مانند مس دو نوع ظرفیت دارند (۱ و ۲)، به همین دلیل در نامگذاری آن‌ها برای مشخص شدن ظرفیت، از اعداد یونانی استفاده می‌شود.

شماره	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
اعداد یونانی	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X

روش فرمول‌نویسی ترکیب‌های یونی دو تایی

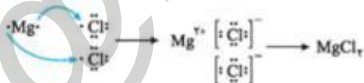
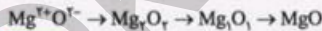
برای فرمول‌نویسی یک ترکیب یونی به‌صورت زیر عمل می‌کنیم: (مثال: فرمول‌نویسی ترکیب یونی کلسیم سولفید)



- نماد کاتیون را در سمت چپ و نماد آنیون را در سمت راست فرمول قرار می‌دهیم.
- اندازه بار یون را به‌صورت زیربند یون دیگر تعویض می‌کنیم.
- بار یون‌ها را در صورت امکان ساده می‌کنیم.
- از نوشتن عدد (۱) خودداری می‌کنیم.

مثال: فرمول شیمیایی متنیزیم کلرید، آلومینیم اکسید و متنیزیم اکسید را بنویسید.

پاسخ: مراحل فرمول‌نویسی را اجرا می‌کنیم:



به روش دیگر فرمول‌نویسی به کمک مدل الکترون - نقطه‌ای توجه کنید:

نام‌گذاری ترکیب‌های یونی

برای نام‌گذاری ترکیب‌های یونی، ابتدا نام کاتیون و سپس نام آنیون را (البته بدون ذکر کلمه یون) می‌نویسیم. به عبارتی همان‌طور که از سمت چپ به راست، فرمول شیمیایی ترکیب نوشته شده است، به همان صورت نیز ابتدا نام کاتیون و سپس نام آنیون را می‌نویسیم.

مانند: MgBr_2 که نام آن متنیزیم برمید یا CaO که نام آن کلسیم اکسید است.

نام‌گذاری ترکیب‌های یونی $\rightarrow$ نام کاتیون + نام آنیون

مثال: نام هر یک از ترکیب‌های یونی مقابل را بنویسید.

پاسخ: به ترتیب از راست به چپ: کلسیم فلئورید، لیتیم کلرید، سدیم اکسید، منیزیم نیتريد، آلومینیم فلئورید و آلومینیم اکسید.

تکلیف: به ترکیب‌هایی نظیر CaF_2 ، AlF_3 ، NaCl و ... که فقط از دو نوع عنصر تشکیل شده‌اند، ترکیب دوتایی گفته می‌شود. توجه شود که در این ترکیب‌ها دو نوع عنصر وجود دارد که ممکن است تعداد هر یک از آن‌ها یک یا بیش‌تر از یک اتم باشد و تعداد کل اتم‌های یک ترکیب دوتایی بیش از ۲ اتم باشد. مانند AlF_3 که از دو نوع عنصر تشکیل شده ولی در مجموع دارای ۴ اتم است.

مثال: هر یک از ترکیب‌های زیر چندتایی هستند؟ و از چند اتم ساخته شده‌اند؟

$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ، $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ ، Na_2SO_4 ، Al_2O_3 ، Na_2O_2 ، KI

پاسخ:

ترکیب	KI	Na_2O_2	Al_2O_3	Na_2SO_4	$(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
چندتایی	دوتایی (I-K)	دوتایی (O-Na)	دوتایی (O-Al)	سه‌تایی (O-S, Na)	چهارتایی (O-P, H-N)	سه‌تایی (O, Cr, K)
چند اتم	۲ اتم	۴ اتم	۵ اتم	۷ اتم	۲۰ اتم	۱۱ اتم

تکلیف: ترکیباتی که بیش از دو نوع عنصر دارند، به ترکیبات چندتایی معروف هستند.

تست: در کدام گزینه نام نوشته‌شده در برابر فرمول شیمیایی آن نادرست است؟

۱) Cs_2N : سزیم نیتريد AlF_3 : آلومینیم فلئورید MgI_2 : منیزیم یدید K_2O : کلسیم اکسید

پاسخ: نام صحیح ترکیب (K_2O) ، پتاسیم اکسید است. بنابراین گزینه (۴) پاسخ تست است.

تست: کدام فرمول شیمیایی برای ترکیب داده‌شده، درست نیست؟

۱) نقره کلرید: AgCl ۲) آلومینیم نیتريد: AlN ۳) باریم اکسید: Ba_2O ۴) سدیم سولفید: Na_2S

پاسخ: فرمول شیمیایی درست باریم اکسید BaO است $\text{Ba}^{2+}\text{O}^{2-} \Rightarrow \text{Ba}_2\text{O}_2 \Rightarrow \text{BaO}$ ، پس گزینه (۳) پاسخ تست است.

تبدیل اتم‌ها به مولکول‌ها

در برخی اتم‌ها برای رسیدن به آرایش هشت‌تایی گاز نجیب تبادل الکترون رخ نمی‌دهد. به عبارتی یون‌های مثبت و منفی تشکیل نمی‌شود. در این‌گونه اتم‌ها، اشتراک الکترون بین دو اتم انجام می‌شود، یعنی دو اتم الکترون‌هایی از لایه ظرفیت خود را به اشتراک می‌گذارند. به طوری که الکترون‌های به اشتراک گذاشته‌شده در آرایش الکترون - نقطه‌ای، به هر دو اتم تعلق دارند.

پیوند کووالانسی (اشتراکی): پیوند حاصل از به اشتراک گذاشتن الکترون‌های ظرفیتی بین دو اتم را پیوند کووالانسی یا اشتراکی می‌گویند، مانند پیوند بین دو اتم فلئور که منجر به تشکیل مولکول F_2 می‌شود.



خط کوتاه (—) بین دو اتم F بیانگر پیوند کووالانسی است و معادل دو الکترون مشترک بین دو اتم است.

توجه: مدل فضاپرکن space filling model روشی برای نمایش سه‌بعدی مولکول‌ها می‌باشد که در آن اتم‌ها به‌صورت گره‌ای شکل نمایش داده می‌شود. شکل، اندازه اتم‌ها و پیوندهای بین آن‌ها در این روش، نسبت به مدل‌های دیگر واقعی‌تر است، اما نمایش تعداد و وضعیت قرارگیری پیوندها در این مدل امکان‌پذیر نیست.

مثال: گاز کلر، خاصیت رنگ‌بری و گندزدایی دارد و از مولکول‌های دواتمی کلر (Cl_2) تشکیل شده است. به کمک رسم آرایش

الکترون - نقطه‌ای، چگونگی تشکیل این مولکول و مدل فضاپرکن آن را نشان دهید.

پاسخ:



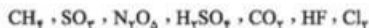
نکته: در تشکیل پیوند کووالانسی ممکن است یک اتم، یک یا چندین الکترون به اشتراک بگذارد. تعداد الکترون‌های به اشتراک گذاشته شده یک اتم اغلب به تعداد الکترون‌های منفرد (تک) آن اتم بستگی دارد. به عنوان نمونه، فلوئور ($\cdot\ddot{\text{F}}\cdot$) یک الکترون منفرد دارد، پس یک الکترون به اشتراک می‌گذارد. در حالی که اکسیژن ($\cdot\ddot{\text{O}}\cdot$) که دو الکترون منفرد دارد، می‌تواند ۲ الکترون به اشتراک بگذارد و ۴ پیوند برقرار کند. (پیوند دوگانه)

مثال: هر یک از اتم‌های S، N، Br، B، H معمولاً چند پیوند کووالانسی می‌توانند تشکیل دهند؟

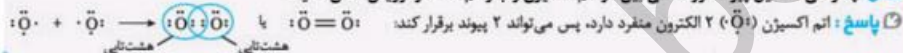
پاسخ:

ساختمان الکترون - نقطه‌ای	$\cdot\ddot{\text{S}}\cdot$	$\cdot\ddot{\text{N}}\cdot$	$\cdot\ddot{\text{Br}}\cdot$	$\cdot\text{B}\cdot$	$\text{H}\cdot$
تعداد الکترون‌های منفرد	۲	۳	۱	۳	۱
تعداد پیوندهای کووالانسی	۲	۳	۱	۳	۱

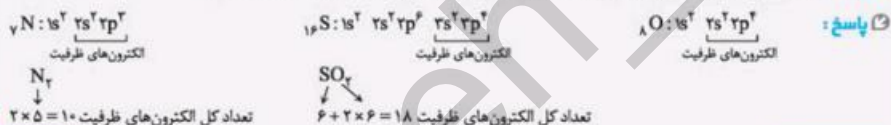
نکته: پیوندهای کووالانسی معمولاً بین نافلزها تشکیل می‌شود و منجر به تشکیل مولکول‌ها می‌شود. به عنوان مثال پیوندهای موجود در مولکول‌های روبه‌رو همه از نوع کووالانسی است؛ زیرا از نافلزها تشکیل شده‌اند:



مثال: چگونگی تشکیل پیوند کووالانسی بین دو اتم اکسیژن را با رسم ساختار لوویس نشان دهید.



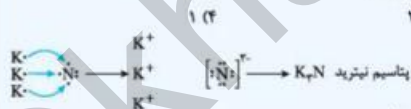
مثال: تعداد الکترون‌های ظرفیت را در N_2 و SO_2 محاسبه کنید. (عدد اتمی: N = 7, S = 16, O = 8)



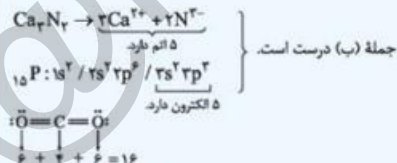
تست: تعداد جمله‌های نادرست را مشخص کنید.

- برای تشکیل هر مول پتاسیم نیتريد ۳ مول الکترون مبادله می‌شود.
- تعداد اتم‌ها در هر واحد از کلسیم نیتريد برابر تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت P است.
- تعداد الکترون‌های ظرفیتی در مولکول CO_2 برابر ۱۶ است.
- در مولکول O_2 هر یک از اتم‌ها به آرایش هشت‌تایی رسیده‌اند.
- تعداد اتم‌ها در هر واحد از منیزیم اکسيد پيش تر از هر واحد پتاسيم اكسيد است.

پاسخ:



در تشکیل هر مول پتاسیم نیتريد سه مول الکترون مبادله می‌شود. جمله (۱) درست است.

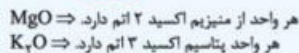


جمله (ب) درست است.

جمله (ت) درست است.

جمله (ث) نادرست است.

بنابراین گزینه (۴) پاسخ تست است.



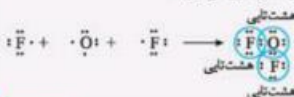
نکته: دو خط بین دو اتم اکسیژن (=) به معنای دو پیوند است که به آن پیوند دوگانه گفته می‌شود. هر پیوند دوگانه نمایندهٔ چهار الکترون پیوندی است.

مثال: چگونگی تشکیل پیوند کووالانسی در مولکول‌های N_2 و OF_2 و مدل فضاپرکن آن‌ها را رسم کنید.

پاسخ: دو اتم N را طوری در مقابل همدیگر قرار می‌دهیم که الکترون‌های منفرد در برابر هم قرار گیرند و جفت شوند:



برای نوشتن فرمول OF_2 ، چون O، ۲ الکترون منفرد دارد، اتم O در مرکز مولکول و اتم‌های F در اطراف آن قرار می‌گیرند:



نکته: با تشکیل پیوند کووالانسی بین دو یا چند اتم، واحدهایی جدا از هم تشکیل می‌شود که مولکول گفته می‌شود. NH_3 ، CH_4 ، H_2 ، O_2 ، F_2 و HCl نمونه‌هایی از مولکول‌ها هستند.



ترکیب‌های مولکولی: به ترکیب‌های شیمیایی که در ساختار خود مولکول دارند، ترکیب‌های مولکولی گفته می‌شود.

فرمول مولکولی: به فرمول شیمیایی یک مولکول گفته می‌شود که افزون بر عنصرهای سازنده، تعداد دقیق اتم‌های موجود در ساختار یک مولکول را نیز نشان می‌دهد.

مثال: فرمول مولکولی اتان C_2H_6 است. این مولکول از چند عنصر و چند اتم تشکیل شده است؟ جرم مولی آن را محاسبه کنید.

$$(C = 12, H = 1; g.mol^{-1})$$

پاسخ: C_2H_6 نشان می‌دهد که اتان از دو عنصر (دو نوع عنصر) کربن و هیدروژن تشکیل شده است. همچنین C_2H_6 از ۸ اتم $(2C + 6H)$ ساخته شده است. بنابراین اتان از ۲ عنصر و ۸ اتم به‌وجود آمده است.

جرم مولی یک ترکیب از مجموع جرم مولی اتم‌های سازندهٔ آن به‌دست می‌آید:

$$C_2H_6 \text{ جرم مولی} = 2C + 6H = 2(12) + 6(1) = 30 g/mol$$

نکته: جرم مولی یک ماده با مجموع جرم مولی اتم‌های سازندهٔ آن برابر است. برای مثال، جرم مولی آب (H_2O) برابر است با:

$$H_2O = 2H + O = (2 \times 1 + 16) = 18 g.mol^{-1}$$

مثال: فرمول مولکولی کربن دی‌اکسید، CO_2 است.

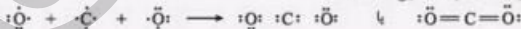
آ) این مولکول از چند عنصر و از چند اتم تشکیل شده است؟

ب) آرایش الکترون - نقطه‌ای آن را رسم کنید.^۱

پ) مدل فضاپرکن آن را رسم کنید.

ت) جرم مولی آن را محاسبه کنید. $(C = 12, O = 16; g.mol^{-1})$

پاسخ: ۱) CO_2 از ۲ عنصر (کربن و اکسیژن) و از ۳ اتم $(1C + 2O)$ تشکیل شده است.



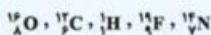
ب)

پ) مدل فضاپرکن کربن دی‌اکسید

ت)

$$CO_2 \text{ جرم مولی} = C + 2O = 12 + 2(16) = 44 g/mol$$

۱- با چگونگی رسم آرایش الکترون - نقطه‌ای مولکول‌ها به‌طور کامل، در فصل دوم این کتاب آشنا خواهید شد.



تست: با در نظر گرفتن مولکول‌های CH_4 ، NH_3 و OF_2 کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) مجموع پیوندهای کووالانسی در CH_4 و NH_3 از مجموع تعداد جفت الکترون‌های ناپیوندی OF_2 کم‌تر است.
- (۲) تعداد عناصر موجود در مولکول CH_4 با تعداد پیوندهای کووالانسی OF_2 برابر است.
- (۳) مجموع جرم مولی CH_4 و NH_3 بیش‌تر از جرم مولی OF_2 است.
- (۴) اگر به جای هیدروژن‌های متان، اتم فلورین جایگزین شود، جرم مولی آن برابر 88 g.mol^{-1} است.

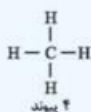
پاسخ:

$$\text{CH}_4 \text{ جرم مولی } 12 + 4 \times 1 = 16 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$\text{NH}_3 \text{ جرم مولی } 14 + 3 \times 1 = 17 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$\text{OF}_2 \text{ جرم مولی } 16 + 2 \times 19 = 54 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$16 + 17 = 33 < 54$$



بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱):

در CH_4 و NH_3 مجموعاً هفت پیوند کووالانسی و در OF_2 تعداد هشت جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد.

گزینه (۲): در CH_4 دو عنصر C و H وجود دارد و در مولکول OF_2 هم تعداد دو پیوند کووالانسی وجود دارد.

$$\text{CF}_4 \text{ جرم مولی } 12 + 4 \times 19 = 88 \text{ g.mol}^{-1}$$

گزینه (۴):

پس گزینه (۳) پاسخ تست است.

تست: با توجه به عبارت‌های داده‌شده، چند جمله نادرست می‌باشند؟

- (آ) تعداد الکترون‌های ظرفیت در H_2O و NH_3 برابر است.
- (ب) برای هر واحد فرمولی از ترکیب‌های یونی همانند ترکیب‌های مولکولی می‌توان واژه مولکول را به کار برد.
- (پ) برای تشکیل هر مول منیزیم سولفید دو مول الکترون مبادله می‌شود.
- (ت) در آرایش الکترون نقطه‌ای آمونیاک سه پیوند کووالانسی و دو جفت‌الکترون ناپیوندی دیده می‌شوند.

(۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۱

پاسخ: (جمله (۱) درست است).

$$\text{NH}_3 \text{ ظرفیت: } 5 + 3(1) = 8$$

$$\text{H}_2\text{O} \text{ ظرفیت: } 6 + 2(1) = 8$$

ترکیب یونی شامل تعداد بسیار زیادی یون با آرایش منظم است که در ساختار آن‌ها مولکول مجزا وجود ندارد، از این رو در متون علمی برای آن‌ها واژه مولکول را به کار نمی‌برند. (جمله (ب) نادرست است).

در تشکیل منیزیم سولفید ۲ مول الکترون مبادله می‌شود.



(جمله (پ) درست است).



آمونیاک دارای فرمول مولکولی NH_3 است که با توجه به ساختار الکترون - نقطه‌ای آن مشاهده می‌شود که

سه پیوند کووالانسی و یک جفت‌الکترون ناپیوندی دارد. (جمله (ت) نادرست است).

بنابراین گزینه (۱) پاسخ تست است.

شیمی دهم
Chemistry 10

۲

فصل



رَدپای گازها در زندگی



۶۸



فصل

۲

قسمت اول

زمین و لایه‌های گازی اطراف آن

اگر از فاصله دور، کره زمین را نگاه کنیم، همانند گوی فیروزهای درون هاله‌ای از گازها با شکوه فراوان در چرخش است. این هاله، هواکره یا همان اتمسفر زمین است که سرشار از هوای پاک بوده و گرمای خورشید را در خود نگه می‌دارد؛ ساکنان این سیاره را از پرتوهای خطرناک کیهانی محافظت کرده و آب را در سرتاسر آن توزیع می‌کند. با چرخش زمین به دور خود زندگی دوام می‌یابد.

توجه: تداوم زندگی سالم و پایدار در این سیاره زیبا به رفتار منطقی ما با ساکنان آن بستگی دارد. رفتار ما باید هماهنگ و سازگار با طبیعت بوده و نظم آن را برهم نزنند. به‌طور مثال افزایش مقدار گاز کربن دی‌اکسید، باعث افزایش دمای کره زمین و برهم خوردن نظم موجود در آن می‌شود.

ردپا: میزان اثرگذاری هریک از انسان‌ها روی کره زمین و هواکره، ردپا نام دارد.

علم شیمی کمک می‌کند تا با بررسی خواص، رفتار و برهم‌کنش گازهای این پوشش آبی‌رنگ، راه‌های تداوم زندگی سالم را طوری طراحی کنیم که ردپایی سنگین روی این سیاره زیبا برجای نگذاریم.

توجه: هوا کره به رنگ آبی دیده می‌شود که علت آن پراکنده شدن نور خورشید در لایه‌های هواکره است. همان‌طور که در فصل اول آموختید، هنگام عبور نور خورشید از میان مولکول‌های آب موجود در هواکره، به هفت رنگ تجزیه می‌شود. از این نورها سه نور آبی، نیلی و بنفش به ترتیب دارای انحراف و پخش بیش‌تری هستند، در واقع نور بنفش بیش‌ترین انحراف را دارد ولی چشم انسان نسبت به نور آبی حساس‌تر است.

یک فنجان شیمی



لایه‌های هواکره

- ۱- نزدیک‌ترین لایه به زمین است.
- ۱- تروپوسفر
- ۲- بیش‌ترین جرم هواکره را دارد.
- ۳- استراتوسفر
- ۳- ارتفاع آن حدود ۱۱km است.
- ۴- تا ارتفاع حدود ۵۰km از سطح دریا ادامه دارد.
- ۴- ارتفاع آن به طول و عرض جغرافیایی و تغییر فصل‌ها بستگی دارد.
- ۵- بخار آب بسیار کمی دارد چون همه ابرها (به‌جز ابرهای استراتوسفری قطبی) در تروپوسفر قرار دارند.
- ۵- با افزایش ارتفاع، دما افزایش می‌یابد.
- ۶- قسمت بسیار زیادی از گاز اوزون در این لایه قرار دارد.
- ۶- ارتفاع این لایه تا حدود ۷۵km می‌رسد.
- ۷- با افزایش ارتفاع، دما کاهش می‌یابد، تا به -۸۷°C برسد که سردترین نقطه کره زمین است.
- ۷- جزر و مد دریا تحت تأثیر این لایه است.
- ۸- شهاب‌سنگ‌ها در این لایه بخار می‌شوند.
- ۸- ارتفاع آن تا حدود ۵۰۰km است.
- ۹- با افزایش ارتفاع، دما افزایش می‌یابد.
- ۹- شاتل‌ها و ایستگاه‌های فضایی بین‌المللی، در این لایه قرار دارند.
- ۱۰- شفق‌های قطبی، عمدتاً در این لایه رخ می‌دهند.
- ۱۰- پرتوهای پرانرژی خورشیدی باعث شکسته شدن پیوندها و تبدیل اتم و مولکول‌ها به یون می‌شود.
- ۱۱- ارتفاع آن تا ۱۰۰۰۰km می‌رسد.
- ۱۱- اگزوسفر
- ۱۲- هوا بسیار رقیق است و تفاوتی با خلأ ندارد.
- ۱۲- بسیاری از ماهواره‌ها در این لایه قرار دارند.
- ۱۳- اجزای اصلی آن، هیدروژن و هلیوم هستند.

هوا کره

در میان سیاره‌های سامانه خورشیدی، تنها زمین اتمسفری دارد که امکان زندگی روی آن را فراهم می‌کند. اتمسفر یا هواکره مخلوطی از گازهای گوناگون است که تا ارتفاع 500 km از سطح زمین امتداد دارند و ما انسان‌ها در کف اقیانوسی از مولکول‌ها و اتم‌های گازی زندگی می‌کنیم. جانیه زمین این گازها را پیرامون خود نگه داشته و انرژی گرمایی مولکول‌ها سبب می‌شود تا پیوسته در حال حرکت باشند و در سرتاسر هواکره توزیع شوند.

اغلب گازهای هوا کره نامرئی هستند و هوا قابل دیدن نیست و فقط زمانی که باد دمیده می‌شود، می‌توان آن را حس کرد.

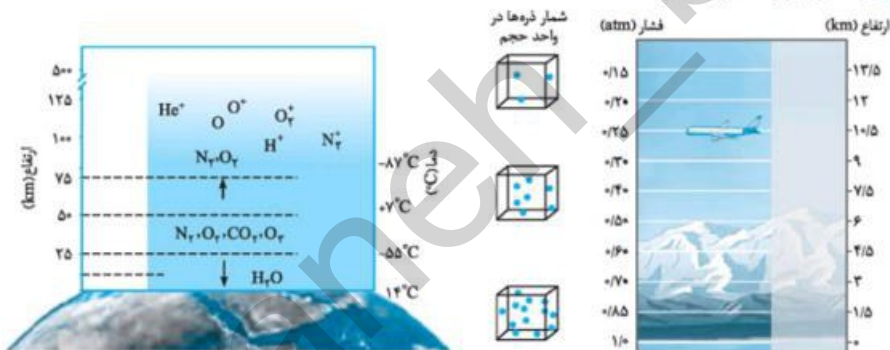
واکنش میان گازهای هوا کره

در میان گازهای هواکره واکنش‌های شیمیایی روی می‌دهد که اغلب آن‌ها برای ساکنان این سیاره سودمند است و برخی دیگر غیرمفید بوده و فرارده آن‌ها دلتخواه ساکنان سیاره خاکی نیست. به طور مثال، تولید اوزون تروپوسفری از واکنش‌های غیرمفید است که در ادامه بررسی خواهیم کرد. آیا می‌دانید؟ جرم کل هواکره در حدود 5.13×10^{15} تن و نزدیک به 1×10^{-6} برابر جرم زمین است.

اگر زمین را به سبب تشبیه کنیم، ضخامت هواکره نسبت به زمین به نازکی پوست سیب می‌ماند.

تغییرات دما و فشار در هوا کره

یک شکل مهم و نکات مربوط به آن:



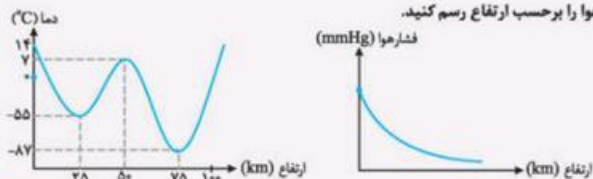
- (1) با توجه به شکل، تغییرات دما در یک محدوده تدریجی بوده و در محدوده دیگر تکرار می‌شود. پس می‌توان نتیجه گرفت که هواکره لایه‌لایه است.
- (2) در لایه اول - تروپوسفر (ارتفاع تا حدود 12 km)، حدود ۹۹ درصد بخار آب موجود در اتمسفر در آن قرار دارد. (هر چند که گازهای CO_2 ، N_2 ، O_2 و O_3 نیز وجود دارند) تغییرات آب و هوا نتیجه برهم کنش میان زمین، هواکره، آب و خورشید است. تغییرات آب و هوا در فاصله ۱۰-۱۲ کیلومتری از سطح زمین در لایه تروپوسفر رخ می‌دهد. با افزایش ارتفاع در این لایه، دمای هوا کاهش می‌یابد و همچنین با کاهش تعداد ذرات موجود در هوا، هوا رقیق شده و فشار هوا کاهش می‌یابد.
- (3) در لایه دوم - استراتوسفر (ارتفاع تا حدود 50 km)، عمده گازهای موجود O_2 ، CO_2 ، O_3 و N_2 می‌باشند. یک علت برای افزایش دما در این ارتفاع واکنش اوزون با پرتوهای خورشیدی است. در لایه استراتوسفر با افزایش ارتفاع و با کاهش تعداد ذره‌ها در واحد حجم، فشار هوا کاهش یافته و هوا رقیق‌تر می‌شود.
- (4) در لایه سوم - مئوسفر (تا ارتفاع 75 km) دمای هوا مجدداً کاهش یافته و فشار هوا نیز کاهش می‌یابد و عمده گازهای موجود، N_2 ، O_2 ، CO_2 و O_3 می‌باشند.
- (5) در لایه چهارم - ترموسفر (تا ارتفاع 500 km)، به علت برخورد پرتوهای الکترومغناطیسی پرتوانی با مولکول‌ها و اتم‌ها، باعث شکستن پیوندها و تبدیل آن‌ها به یون می‌شوند. در این لایه، گازهای O_2 و N_2 و اتم O و یون‌های He^+ ، O^+ ، O_2^+ ، N^+ و H^+ یافت می‌شوند.

نکته: با افزایش ارتفاع، دما در لایه‌های اول و سوم کاهش و در لایه‌های دوم و چهارم افزایش می‌یابد.

۱- چون لایه‌های هواکره کاملاً از هم جدا نیستند به این علت عددها حدودی نوشته می‌شود.

مثال: نمودارهای تغییرات تقریبی دما و فشار هوا را برحسب ارتفاع رسم کنید.

پاسخ:



نکته: در لایه چهارم، تا ارتفاع حدود از سطح زمین، گازهای و اتم و یون‌های یافت می‌شود.



پاسخ: در لایه ترموسفر (تا ارتفاع 500 km) گازهای N_2, O_2 و اتم O و یون‌های $H^+, N_2^+, O_2^+, O^+, He^+$ یافت می‌شوند. بنابراین گزینه (۴) صحیح است.

به سوی پمپ خلا



نکته: فشار گاز، ناشی از برخورد مولکول‌های آن با دیواره ظرف است. هواکره نیز به دلیل داشتن گازهای گوناگون، فشار دارد و این فشار در همه جهات و به میزان یکسان بر بدن ما وارد می‌شود. به طور مثال در شکل (ا) فشار هوای درون و بیرون این قوطی حلبی برابر است. اگر هوای درون قوطی را تخلیه کنیم، در تمام جهتها جمع می‌شود و این نشان می‌دهد که فشار هوا در همه جهتها بر قوطی وارد می‌شود.

جدول رابطه

رابطه دما برحسب درجه سلسیوس و دما برحسب کلوین $T_K = T_{°C} + 273$

رابطه دما برحسب کلوین و دما برحسب فارنهایت $T_F = \left(\frac{9}{5}\right)T_K - 273$

رابطه دما برحسب فارنهایت و دما برحسب درجه سلسیوس $T_F = \frac{9}{5}T_{°C} + 32$

مثال: جدول زیر را کامل کنید.

b	25	a	°	درجه سلسیوس
e	298	d	c	کلوین
459	h	212/4	f	فارنهایت

$$a \Rightarrow T_F = \frac{9}{5}T_{°C} + 32 \Rightarrow 212/4 = \frac{9}{5}T_{°C} + 32 \Rightarrow T_{°C} = 100^\circ C$$

پاسخ:

$$b \Rightarrow T_F = \frac{9}{5}T_{°C} + 32 \Rightarrow 459 = \frac{9}{5}T_{°C} + 32 \Rightarrow T_{°C} = 232^\circ C$$

$$c \Rightarrow T_K = T_{°C} + 273 \Rightarrow T_K = 0 + 273 \Rightarrow T_K = 273 K$$

$$d \Rightarrow T_K = T_{°C} + 273 \Rightarrow T_K = 100 + 273 \Rightarrow T_K = 373 K$$

$$e \Rightarrow T_K = T_{°C} + 273 \Rightarrow T_K = 232 + 273 \Rightarrow T_K = 505 K$$

$$f \Rightarrow T_F = \frac{9}{5}T_{°C} + 32 \Rightarrow T_F = \frac{9}{5}(0) + 32 \Rightarrow T_F = 32/4 F$$

$$h \Rightarrow T_F = \frac{9}{5}T_{°C} + 32 \Rightarrow T_F = \frac{9}{5}(25) + 32 \Rightarrow T_F = 77/4 F$$

مثال: در لایه تروپوسفر با افزایش ارتفاع به ازای هر کیلومتر، دما در حدود 6°C افت می‌کند و در انتهای لایه به حدود -55°C می‌رسد. اگر میانگین دما در سطح زمین در حدود 14°C در نظر گرفته شود، آن‌گاه ارتفاع تقریبی لایه تروپوسفر چند کیلومتر خواهد بود؟

پاسخ: روش اول: از 14°C تا -55°C ، دما 69°C کاهش می‌یابد. پس:

$$69^{\circ}\text{C} \times \frac{1\text{km}}{6^{\circ}\text{C}} = 11.5\text{km}$$

روش دوم: اگر آهنگ تغییر دما مقداری ثابت باشد:

$$T_1 + (\Delta T \times h) = T_2$$

T_1 : میانگین دما در پایین‌ترین سطح لایه / ΔT : میزان تغییر دما (اگر دما افزایش یابد، علامت آن مثبت و اگر کاهش یابد، علامت آن منفی خواهد بود). h : ارتفاع لایه / T_2 : میانگین دما در بالاترین سطح لایه

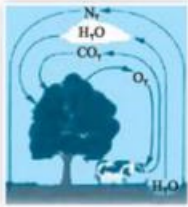
$$T_1 + (\Delta T \times h) = T_2 \Rightarrow 14 + (-6) \times h = -55 \Rightarrow h = 11.5\text{km}$$

نکته: در یک لایه فرضی از هواکره، اگر ارتفاع لایه 30km و دما در پایین‌ترین قسمت آن -60°C و بالاترین قسمت آن 30°C باشد، به ازای هر 100 متر افزایش ارتفاع، دما چند درجه تغییر می‌کند؟

پاسخ:

$$T_1 + (\Delta T \times h) = T_2 \Rightarrow -60 + \Delta T \times 30 = 30 \Rightarrow \Delta T = 3^{\circ}\text{C}/\text{km}$$

پس به ازای 100 متر، تغییر دما برابر 0.3°C خواهد بود. بنابراین گزینه (۴) صحیح است.



- هوا محلول ارزشمند**
- ۱- بسته‌بندی مواد خوراکی
 - ۲- پر کردن تابر خوراکی
 - ۳- در صنعت سرماسازی برای انجماد مواد غذایی
 - ۴- برای نگهداری نمونه‌های بیولوژیک در پزشکی
- علاوه بر نیتروژن، اکسیژن و کربن دی‌اکسید از جمله گازهای هواکره هستند که در زندگی روزانه نقش حیاتی دارند. زندگی جانداران گوناگون در زیست‌کره با گازهای موجود در هوا، گره خورده است. گیاهان با بهره‌گیری از نورخورشید و مصرف کربن دی‌اکسید هواکره، اکسیژن مورد نیاز جانداران را تولید می‌کنند. جانداران ذره‌بینی، گاز نیتروژن هواکره را برای مصرف گیاهان در خاک تثبیت می‌کنند.

گازهای هواکره

نزدیک‌ترین لایه به زمین، تروپوسفر است که 75 درصد جرم هواکره را دارد و پس از آن هوا رقیق و رقیق‌تر می‌شود. رطوبت هوا متغیر بوده و میانگین بخار آب در هواکره حدود یک درصد است ولی از جایی به جای دیگر، روزی به روز دیگر و حتی ساعتی به ساعت دیگر تغییر می‌کند. گازهای تشکیل‌دهنده هوای خشک و پاک در لایه تروپوسفر عبارتند از:

نام گاز	درصد حجمی گاز در هوا	نام گاز	درصد حجمی گاز در هوا
نئون	0.0018	نیتروژن	78.079
هلیوم	0.0005	اکسیژن	20.952
کربن‌دئوکسید	0.0004	آرگون	0.934
زنون و دیگر گازها	ناچیز	کربن دی‌اکسید	0.0385

توجه: گازهای عمده هواکره در مرتبه اول نیتروژن و در مرتبه دوم اکسیژن است و گاز آرگون در مرتبه سوم قرار دارد. پس هوا منبعی غنی برای تهیه این گازها می‌باشد. در صنعت این گازها را از تقطیر هوای مایع تهیه می‌کنند.

توجه: از بین گازهای سازنده هواکره، عنصرهای N_2 و O_2 دوامتی، عنصرهای Ar ، Ne ، He ، Kr و Xe تک‌اتمی و فقط CO_2 به‌صورت ترکیب می‌باشد.

توجه: بررسی‌های دانشمندان برای هوای به دام افتاده درون بلورهای یخ در یخچال‌های قطبی و نیز سنگ‌های آتشفشانی نشان می‌دهد که از 200 میلیون سال پیش تاکنون، نسبت گازهای سازنده هواکره تقریباً ثابت است.

تقطیر جز، به جز، هوای مایع

- قبل از عمل تقطیر جزء به جزء ضمن مایع شدن هوا موارد (۱) تا (۶) اتفاق می‌افتد.
- (۱) هوا را از سالی‌هایی عبور می‌دهند تا گرد و غبار آن گرفته شود.
 - (۲) با استفاده از افزایش فشار، دمای هوا را پیوسته کاهش می‌دهند.
 - (۳) در دمای صفر درجه سلسیوس، رطوبت هوا به‌صورت یخ از آن جدا می‌شود. چون در فشار بالا هوا نسبت به بخار آب اشباع می‌شود و بخار آب به‌صورت بلور یخ جدا می‌شود.

- (۴) در دمای $^{\circ}\text{C} -78$ ، گاز کربن دی اکسید هوا نیز مستقیماً به حالت جامد درمی آید و از مخلوط گازی جدا می شود.
 (۵) در دمای $^{\circ}\text{C} -183$ ، اکسیژن، در دمای $^{\circ}\text{C} -186$ ، آرگون و در دمای $^{\circ}\text{C} -196$ ، نیتروژن به صورت مایع درمی آیند.
 (۶) در دمای $^{\circ}\text{C} -200$ ، محلول بسیار سردی از چند مایع به دست می آید که به آن **هوای مایع** می گویند.
 (۷) در پایان با عبور دادن هوای مایع از یک ستون تقطیر و گرم کردن تدریجی، گازهای سازنده آن جداسازی شده و در ظرف های جدا ذخیره می شوند.
توجه: در فرایند تقطیر هوای مایع، جداسازی اکسیژن و آرگون از هم صد در صد امکان پذیر نیست، زیرا نقطه جوش آن ها به هم نزدیک است.



توجه: هلیوم که نقطه جوش خیلی پایین تری از دمای $^{\circ}\text{C} -200$ دارد به همان حالت گازی باقی می ماند و از هوای مایع جدا می شود.

آیا می دانید؟ اتببق وسیله ساده ای است که جابربن حیان به منظور تقطیر مواد ملراحی کرد. این ظرف برای گرم کردن مخلوط ها و نیز جمع آوری و هدایت بخارهای حاصل به کار می رفت.



آیا می دانید؟ هنگام ریختن هوای مایع درون یک بالن، مخلوط شروع به جوشیدن می کند که علت آن انتقال گرمای بالن به هوای مایع و رسیدن به نقطه جوش برخی از اجزای موجود در آن است.

مثال: جدول زیر نقطه جوش اجزای سازنده هوای مایع را نشان می دهد. با توجه به آن به پرسش ها پاسخ دهید.

ماده	نیتروژن	اکسیژن	آرگون	هلیوم
دمای جوش ($^{\circ}\text{C}$)	-196	-183	-186	-269

- (آ) اجزای سازنده هوای مایع را به چه روشی از یکدیگر جدا می کنند؟
 (ب) کدام گاز هنگام گرم کردن هوای مایع زودتر جدا می شود؟ چرا؟
 (ت) چرا تهیه اکسیژن صددرصد خالص، از تقطیر هوای مایع دشوار است؟
پاسخ: (ا) با استفاده از ستون تقطیر جزء به جزء
 (ب) گاز اکسیژن (O_2)، زیرا در بین اجزای هوای مایع، نقطه جوش بالاتری دارد.
 (پ) نیتروژن، زیرا کمترین دمای جوش را در هوای مایع دارد.
 (ت) هلیوم، چون دمای جوش آن کمتر از $^{\circ}\text{C} -200$ است و جزو اجزای هوای مایع نمی باشد.
 (ث) زیرا دمای جوش اکسیژن و آرگون اختلاف زیادی ندارند.

تست: در سرد کردن هوا تا $^{\circ}\text{C} -200$ ، گازهای و به صورت جامد و گازهای و به صورت مایع درمی آیند.



پاسخ: در دمای صفر درجه رطوبت هوا به صورت یخ جدا می شود و در دمای $^{\circ}\text{C} -78$ گاز CO_2 به صورت جامد می شود. گازهای O_2 و به صورت مایع درمی آیند. بنابراین گزینه (۱) صحیح است.

کار آرگون

گازی بی رنگ، بی بو و غیرسمی است. واژه آرگون به معنای تنبل است، زیرا واکنش پذیری ناچیزی دارد. این گاز در پتروشیمی شیراز از تقطیر جزء به جزء هوای مایع با خلوص بسیار زیاد تهیه می شود. آرگون به عنوان محیط بی اثر در جوشکاری، برش فلزها و همچنین در ساخت لامپ های رشته ای به کار می رود.
توجه: مقدار گازهای نجیب مانند هلیوم، آرگون، کریپتون و زنون در هوا کم است. از این رو، به گازهای کمیاب نیز معروف هستند.

مثال: متن زیر را کامل کنید.

آرگون واکنش پذیری دارد و در پتروشیمی شیراز از با خلوص تهیه می شود. به عنوان محیط در جوشکاری و برش فلزها و ساخت به کار می رود.

پاسخ: ناچیزی - تقطیر جزء به جزء هوای مایع - بسیار زیاد - بی اثر - لامپ های رشته ای

گاز هلیوم

هلیوم به عنوان سبک‌ترین گاز نجیب، بی‌رنگ و بی‌بو است.



هلیوم در کره زمین به مقدار خیلی کم یافت می‌شود که مقدار ناچیزی از آن در هوا و مقدار بیش‌تری در لایه‌های زیرین پوسته زمین وجود دارد.

تهیه هلیوم

گاز هلیوم از واکنش‌های هسته‌ای در ژرفای زمین تولید شده و پس از نفوذ به لایه‌های زمین، وارد میدان‌های گازی می‌شود. به طوری‌که حدود ۷ درصد حجمی از مخلوط گاز طبیعی را تشکیل می‌دهد. مقدار هلیوم در میدان‌های گازی گوناگون، متفاوت است.

(آ) به‌دست آوردن هلیوم از گاز طبیعی: منابع زیرزمینی به دلیل سرشار بودن از هلیوم (نسبت به هواکره) در مقیاس صنعتی، برای تهیه آن مناسب‌تر و مقرون به‌صرفه‌تر هستند. البته این روش به دلالت و فناوری پیشرفته‌ای نیاز دارد که متخصصان کشورمان موفق به جداسازی و تهیه آن نشده‌اند و هلیوم از دیگر کشورها وارد می‌شود.

(ب) به‌دست آوردن هلیوم از هوای مایع: هلیوم را می‌توان از تقطیر هوای مایع نیز تهیه کرد. به دلیل پایین‌تر بودن دمای جوش هلیوم نسبت به سایر گازهای موجود در برج تقطیر، این گاز زودتر از بقیه گازها خارج می‌شود و در دمای -200°C نیز به‌صورت گازی است.

(توجه) هلیوم موجود در گاز طبیعی به همراه سایر فراورده‌های سوختن، بدون مصرف وارد هواکره می‌شود که امید است با گسترش علوم پایه و فنی مهندسی با کمک متخصصان ایرانی بتوانیم از منابع خدادادی و ثروت ملی بهره مناسب ببریم.

آیا می‌دانید؟ مجموع ذخایر هلیوم در جهان ۴۰ میلیارد مترمکعب برآورد می‌شود. بیش‌تر این ذخایر در آمریکا، الجزایر، روسیه، ایران و قطر یافت می‌شود. سالانه ۱۷۵ میلیون مترمکعب هلیوم در جهان تولید می‌شود. ایران پس از روسیه دومین ذخایر گاز طبیعی جهان را دارد.

مثال: در مورد هلیوم به سؤالات زیر پاسخ دهید.

(آ) کاربرد (سه مورد) (ب) در تقطیر هوای مایع با دمای -200°C (پ) منابع

(ت) منبع مناسب برای تولید صنعتی (ث) روش‌های تهیه

(پاسخ: ۱) جوشکاری - کپسول غواصی - خنک کردن قطعات الکترونیکی در دستگاه‌های تصویربرداری مانند MRI

(ب) در هوای مایع با دمای -200°C ، به‌صورت گاز می‌ماند و از بقیه اجزای موجود در هوای مایع جدا می‌شود. یعنی در -200°C در هوای مایع وجود ندارد.

(پ) هواکره - لایه‌های زیرین پوسته زمین

(ت) منابع زیرزمینی، چون مقدار هلیوم در آن بیش‌تر از هواکره است.

(ث) ۱) تقطیر جزء به جزء هوای مایع ۲) تقطیر جزء به جزء گاز طبیعی

نکته: چند مورد از جمله‌های زیر نادرست است؟

(آ) یکی از منابع تهیه گاز هلیوم، جداسازی آن از گاز طبیعی است. (ب) بیش‌تر حجم گاز طبیعی را هلیوم تشکیل می‌دهد.

(پ) از هلیوم برای خنک کردن دستگاه‌های تصویربرداری MRI استفاده می‌شود. (ت) مهم‌ترین کاربرد هلیوم استفاده در کپسول غواصی است.

(ث) استخراج و جداسازی هلیوم از طریق هوای مایع از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه‌تر است.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

(پاسخ: جمله‌های ۱) و ۲) درست است. شکل درست عبارت‌های نادرست:

(ب) تنها ۷ درصد از حجم گاز طبیعی را هلیوم تشکیل می‌دهد.

(ت) مهم‌ترین کاربرد هلیوم استفاده در خنک‌سازی دستگاه‌های تصویربرداری مثل MRI است.

(ث) استخراج هلیوم از گازهای طبیعی از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه‌تر است.

بنابراین گزینه (۳) جواب این تست است.

فصل

۲

قسمت دوم

اکسیژن، گازی واکنش‌پذیر در هواکره

زندگی در روی کره زمین به وجود اکسیژن در آن، گره خورده است.

در ساختار مولکول‌های آب (H_2O)

اکسیژن در آب‌کره

به صورت ترکیب با دیگر عناصرها مانند $CaCO_3$

اکسیژن در سنگ‌کره

در ساختار همهٔ مولکول‌های زیستی مانند کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و پروتئین‌ها

اکسیژن در زیست‌کره

به طور عمده به شکل مولکول‌های دو اتمی (O_2)

اکسیژن در هواکره

نوجه ۱: مقدار اکسیژن در لایه‌های گوناگون هواکره با هم تفاوت دارد و در هواکره به صورت مولکول‌های سماتمی یا چنداتمی SO_2 ، NO_2 ، O_3 و ... نیز یافت می‌شود.

علت این‌که کوهنوردان هنگام صعود به قله‌های بلند، از کپسول اکسیژن استفاده می‌کنند، این است که با افزایش ارتفاع، فشار گاز اکسیژن کاهش می‌یابد. بخش قابل توجهی از واکنش‌های شیمیایی که روزانه پیرامون ما رخ می‌دهد به دلیل وجود گاز اکسیژن در هوا است. فساد مواد غذایی، پوسیدن چوب، فرسایش سنگ و خاک، رنگ زدن وسایل آهنی، سوختن ... از جمله واکنش‌هایی هستند که اکسیژن هوا در انجام شدن آن‌ها نقش اساسی دارد. اکسیژن به علت داشتن واکنش‌پذیری زیاد با اغلب عناصرها و ترکیب‌ها واکنش می‌دهد.

نکته ۱: اکسیژن به طور عمده به شکل مولکول‌های دواتمی (O_2) در هواکره وجود دارد. هر چند مقدار این گاز در لایه‌های گوناگون هواکره با هم تفاوت دارد.

با افزایش ارتفاع، فشار هوا کم می‌شود؛ پس نمودار تقریبی فشار گاز اکسیژن برحسب ارتفاع از سطح زمین به صورت مقابل خواهد بود:



نوجه ۲: اگرچه در هواکره با افزایش ارتفاع، غلظت یا فشار گاز اکسیژن کاهش می‌یابد ولی درصد حجمی آن تغییر چندانی نمی‌کند (زیرا غلظت و فشار همه گازها کاهش می‌یابد).

مثال: اکسیژن در سنگ‌کره و زیست‌کره چگونه یافت می‌شود؟

پاسخ: اکسیژن در سنگ‌کره به صورت ترکیب با دیگر عناصرها (مانند $CaCO_3$) و در زیست‌کره در ساختار همهٔ مولکول‌های زیستی مانند کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و پروتئین‌ها یافت می‌شود.

تست: اکسیژن در ساختار مولکول‌های یافت می‌شود و با افزایش ارتفاع مقدار آن، در هواکره می‌یابد.

(۲) همهٔ - زیستی - کاهش

(۱) بیش‌تر - زیستی - کاهش

(۴) بیش‌تر - غیرزیستی - افزایش

(۳) همهٔ - غیرزیستی - افزایش

پاسخ: گزینه (۲) صحیح است.

واکنش فلزها با اکسیژن

اغلب فلزها در طبیعت به شکل ترکیب یافت می‌شوند که بخش قابل توجهی از آن‌ها به شکل اکسید هستند. به طور مثال؛ آلومینیم در طبیعت به صورت ترکیب یوکسیت Al_2O_3 آلومینیم اکسید، به همراه ناخالصی و سیلیسیم به شکل سیلیس (SiO_2) در طبیعت یافت می‌شود. علاوه بر فلزهایی مانند طلا و پلاتین که به حالت آزاد در طبیعت یافت می‌شوند، فلزهایی نیز وجود دارند که می‌توانند یک نوع اکسید (مانند فلزهای گروه اول و دوم جدول دورهای) یا چند نوع اکسید (برخی فلزات واسطه مانند آهن که اکسیدهای FeO و Fe_2O_3 را تولید می‌کند) در طبیعت داشته باشند.

نکته: بعضی از فلزها که واکنش‌پذیری خیلی کمی دارند در طبیعت به شکل خالص و بدون ترکیب با اکسیژن یافت می‌شوند، مانند طلا، پلاتین و پالادیم.

فرمول نویسی

یون‌های تک اتمی

یون‌هایی که از یک اتم تشکیل شده‌اند، مثال: Cl^- ، Mg^{2+} ، N^{3-}

کاتیون

برای نام‌گذاری ابتدا کلمه یون و سپس نام فلز را می‌نویسیم.

یون آلومینیم $\Rightarrow Al^{3+}$ ، یون منیزیم $\Rightarrow Mg^{2+}$

دقت کنید که اندازه بار یون، اگر بیش از یک باشد، علامت بار را جلوی تعداد بار می‌نویسیم (یعنی نوشتن نماد یون منیزیم به صورت Mg^{+2} اشتباه است).

انیون

برای نام‌گذاری ابتدا کلمه یون و سپس نام اتم نافلز یا ریشه نام و در آخر پسوند «ید» اضافه می‌کنیم.

یون نیتريد $\Rightarrow N^{3-}$ ، یون کلريد $\Rightarrow Cl^-$

یون عنصرهای واسطه

بیشتر عنصرهای واسطه می‌توانند یون‌هایی با بارهای متفاوت داشته باشند که برای مشخص کردن بار (ظرفیت) یون از اعداد رومی استفاده می‌کنیم.

جدول اعداد رومی به صورت زیر است:

عدد رومی	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
معادل فارسی	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸

مثال: $Fe^{2+} \Rightarrow$ یون آهن (II)

$Fe^{3+} \Rightarrow$ یون آهن (III)

نکته: عناصر واسطه‌ای که یک نوع یون ایجاد می‌کنند و برای نوشتن نام آن‌ها نیازی به استفاده از اعداد رومی نیست:

فلز واسطه	اسکاندیم	یتریم	روی	نقره	کادمیم
یون	Sc^{3+}	Y^{3+}	Zn^{2+}	Ag^+	Cd^{2+}

دقت کنید از عناصر اصلی هم عنصرهایی وجود دارند که بیش از یک نوع یون تولید می‌کنند.

مثال: هیدروژن: H^- (یون هیدرید) و H^+ (یون هیدروژن) قلع: Sn^{4+} (قلع (IV)) و Sn^{2+} (قلع (II))

سرب: Pb^{4+} (سرب (IV)) و Pb^{2+} (سرب (II))

در جدول زیر یون‌های تک اتمی را می‌بینید:

یون 1^+	یون 2^+	یون 3^+	یون 3^-	یون 2^-	یون 1^-
یون لیتیم Li^+	یون منیزیم Mg^{2+}	یون آلومینیم Al^{3+}	یون نیتريد N^{3-}	یون اکسید O^{2-}	یون فلورید F^-
یون سدیم Na^+	یون کلسیم Ca^{2+}	یون اسکاندیم Sc^{3+}	یون فسفید P^{3-}	یون سولفید S^{2-}	یون کلريد Cl^-
یون پتاسیم K^+	یون استرانسیم Sr^{2+}				یون برمید Br^-
یون سزیم Cs^+	یون باریم Ba^{2+}				یون یدید I^-
یون هیدروژن H^+	یون روی Zn^{2+}				یون هیدرید H^-
یون نقره Ag^+	یون کادمیم Cd^{2+}				

2. جدول زیر یون‌های تک‌ایمی که چند یون تولید می‌کنند، آورده شده است.

نام یون	فرمول یون	نام یون	فرمول یون	نام یون	فرمول یون	نام یون	فرمول یون
منگنز (III)	Mn^{2+}	مس (I)	Cu^{+}	قلع (II)	Sn^{2+}	سرب (I)	Pb^{+}
منگنز (III)	Mn^{2+}	مس (II)	Cu^{2+}	قلع (IV)	Sn^{4+}	سرب (II)	Pb^{2+}
نیکل (II)	Ni^{2+}	آهن (II)	Fe^{2+}	سرب (IV)	Pb^{4+}		
نیکل (III)	Ni^{3+}	آهن (III)	Fe^{3+}				
جیوه (I)	Hg_2^{2+}	کبالت (II)	Co^{2+}				
جیوه (II)	Hg^{2+}	کبالت (III)	Co^{3+}				
		کروم (II)	Cr^{2+}				
		کروم (III)	Cr^{3+}				

یون Hg_2^{2+} ، یون جیوه (I) نامیده شده است. زیرا از دو یون Hg^{+} تشکیل شده است که با هم پیوند کووالانسی دارند (البته Hg_2^{2+} یون چندانی محسوب می‌شود که در این جا آن را بیان کرده‌ایم!)

مثال: نام هر یون یا نماد هر یون را بنویسید.

- (الف) Cu^{2+} : (ب) یون کبالت (III) : (پ) Zn^{2+} : (ت) یون هیدرید
 (ث) Fe^{2+} : (ج) یون سولفید : (چ) O^{2-} : (ح) یون نیتريد
 (خ) K^{+} : (د) یون کلسیم : (پ) یون روی : (ت) H^{-}
 (پاسخ: ا) یون مس (III) : (پ) Co^{3+} : (ج) S^{2-} : (ح) N^{3-}
 (ث) یون آهن (II) : (د) Ca^{2+} : (ج) یون اکسید : (خ) یون پتاسیم

یون‌های چند اتمی

از دو یا چند اتم تشکیل شده‌اند که اتم‌ها با پیوند کووالانسی به هم متصل می‌باشند.

2. چگونگی رسم ساختار (ساختار لوویس) در قسمت بعدی آشنا خواهید شد.

3. بار یون، به کل یون تعلق دارد. به این علت یون را داخل کروشه قرار داده و بار یون را بیرون کروشه و بالای سمت راست آن می‌نویسیم. در جدول زیر برخی از یون‌های چنداتی یک ظرفیتی را مشاهده می‌کنید.

نام یون	فرمول یون	نام یون	فرمول یون	نام یون	فرمول یون
هیپوکلریت	ClO^{-}	دی‌هیدروژن هیپوفسیت	$H_2PO_4^{-}$	نیترات	NO_3^{-}
کلریت	ClO_2^{-}	دی‌هیدروژن فسفیت	$H_2PO_3^{-}$	نیتريت	NO_2^{-}
کلرات	ClO_3^{-}	دی‌هیدروژن فسفات	$H_2PO_4^{-}$	نیترونوم	NO_3^{+}
پرکلرات	ClO_4^{-}	هیدروژن سولفات (بی‌سولفات)	HSO_4^{-}	آمونوم	NH_4^{+}
هیپوبرمیت	BrO^{-}	هیدروژن سولفیت (بی‌سولفیت)	HSO_3^{-}	آزید	N_3^{-}
برمیت	BrO_2^{-}	پرمنگنات	MnO_4^{-}	سیانید	CN^{-}
برمات	BrO_3^{-}	هیدروژن منگنات	$HMnO_4^{-}$	هیدروژن سولفید	HS^{-}
پربرمات	BrO_4^{-}	هیدرونوم	H_2O^{+}	هیدروکسید	OH^{-}
		هیدروژن کربنات (بی‌کربنات)			HCO_3^{-}

1. قلع و سرب استثنائاً می‌توانند یون با 4 بار مثبت داشته باشند. (البته بر مبنای کتاب درسی نیاز به توضیح بیشتری نیست)

در جدول زیر برخی از یون‌های چند اتمی - دو ظرفیتی را مشاهده می‌کنید.

یون‌های چند اتمی - دو ظرفیتی					
نام یون	فرمول یون	نام یون	فرمول یون	نام یون	فرمول یون
کاربید (استیلید)	C_2^{2-}	کربنات	CO_3^{2-}	کرومات	CrO_4^{2-}
هیدروژن فسفات	HPO_4^{2-}	هیدروژن فسفیت	HPO_3^{2-}	دی کرومات	$Cr_2O_7^{2-}$
اکسالات	$C_2O_4^{2-}$	سولفات	SO_4^{2-}		
منگنات	MnO_4^{2-}	سولفیت	SO_3^{2-}		

یون‌های چند اتمی - سه ظرفیتی	
نام یون	فرمول یون
فسفات	PO_4^{3-}
آرسنات	AsO_4^{3-}

مثال: نام هر یون یا نماد هر یون را بنویسید.

_____ (آ) : یون سولفات	_____ (ب) OH^-	_____ (پ) : یون نیتريت	_____ (ت) PO_4^{3-}
_____ (ث) : یون سیانید	_____ (ج) N_3^-	_____ (چ) : یون آمونیوم	_____ (ح) SO_3^{2-}
_____ (خ) : یون هیدروژن سولفات	_____ (د) MnO_4^{2-}	_____ (پ) NO_3^-	_____ (ت) یون فسفات
_____ (پاسخ: ۱) SO_4^{2-}	_____ (ب) یون هیدروکسید	_____ (ج) NH_4^+	_____ (ح) یون سولفیت
_____ (ث) CN^-	_____ (ج) یون آزید		
_____ (خ) HSO_4^-	_____ (د) یون پرمنگنات		

یادآوری - ترکیب یونی

ترکیب‌هایی هستند که از یون‌های مثبت و منفی تشکیل شده‌اند، که معمولاً بین فلز و نافلز برقرار می‌شود. فلز با از دست دادن الکترون به کاتیون تبدیل می‌شود و نافلز با گرفتن الکترون به آنیون تبدیل می‌شود. بین آنیون و کاتیون جاذبه‌ای برقرار می‌شود که به نام پیوند یونی معروف است و به ترکیب حاصل، ترکیب یونی می‌گویند. به طور کلی به نکات زیر در مورد ترکیب‌های یونی توجه کنید:

Al (الومینیم) با F (فلور) و O (اکسیژن) ترکیب یونی می‌دهد و با سایر آنیون‌ها ترکیب یونی تولید نمی‌کند، بلکه ترکیب کووالانسی می‌دهد مانند: $AlCl_3$

فلز با آنیون‌های چند اتمی ترکیب یونی تولید می‌کند.

ترکیب‌های دارای یون آمونیوم (NH_4^+) ترکیب یونی هستند.

هیدروژن با فلزها (هیدرید فلز) ترکیب یونی ایجاد می‌کند.

مثال: ترکیب‌های یونی را شناسایی کنید.

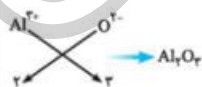
$AlCl_3 \cdot BeF_2 \cdot CuSO_4 \cdot NH_4Cl \cdot NaF \cdot HCl \cdot H_2SO_4 \cdot Al_2O_3$

پاسخ: $CuSO_4 - NH_4Cl - NaF - Al_2O_3$ ترکیب‌های یونی هستند.

$(Cu^{2+}, SO_4^{2-}) (NH_4^+, Cl^-) (Na^+, F^-) (2Al^{3+}, 3O^{2-})$

فرمول‌نویسی ترکیب‌های یونی

- نماد شیمیایی کاتیون را سمت چپ و آنیون را سمت راست می‌نویسیم.
- ظرفیت کاتیون و آنیون (بار الکتریکی) را بدون در نظر گرفتن علامت بار الکتریکی به عنوان زیروند مبادله می‌کنیم.
- چنانچه ظرفیت کاتیون و آنیون قابل ساده شدن باشند ساده کرده و از نوشتن زیروند یک (1) خودداری می‌کنیم.



۱. این قسمت تکراری است و به خاطر اهمیت فرمول‌نویسی، دوباره تکرار شده است.

نامگذاری ترکیب‌های یونان

۱) در صورتی که آنیون تک اتمی باشد:

نام کاتیون + نام آنیون

آلومینیم اکسید $\Rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$ ، کلسیم یدید $\Rightarrow \text{CaI}_2$ ، سدیم کلرید $\Rightarrow \text{NaCl}$: مثال

توجه: به ترکیب‌هایی که از دو عنصر تشکیل شده باشند، ترکیب‌های دوتایی می‌گویند (مانند مثال فوق).

۲) در صورتی که آنیون چند اتمی باشد:

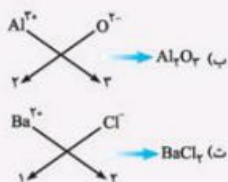
نام کاتیون + نام آنیون

\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 : مثال

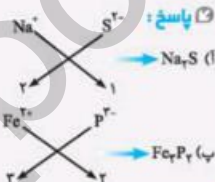
توجه: برای نامگذاری یون‌هایی که بارهای متفاوت دارند از عدد‌های رومی که در داخل پرانتز قرار می‌گیرند، استفاده می‌کنیم.

مثال: فرمول شیمیایی هر یک از ترکیبات یونی زیر را بنویسید.

(پ) آهن (II) فسفید (ت) باریم کلرید



(ب) آلومینیم اکسید



پاسخ: ۱

تست: در کدام یک از گزینه‌های زیر نامگذاری درست است؟

۲) CuO مس (I) اکسید

۱) CaCl_2 کلسیم (II) کلرید

۴) AlF_3 آلومینیم (III) فلورید

۳) Fe_2O_3 آهن (III) اکسید

پاسخ: ۱) کلسیم کلرید - گزینه (۲)، مس (II) اکسید - گزینه (۳)، آهن (III) اکسید و گزینه (۴) آلومینیم فلورید است. پس گزینه (۳) صحیح است.

مثال: نام ترکیب‌های زیر را بنویسید.

(ت) K_3PO_4

(پ) CaCl_2

(ب) K_2O

(ا) NaBr

(ج) $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$

(ج) $\text{Fe}(\text{OH})_3$

(ث) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

(ت) پتاسیم فسفات

(پ) کلسیم کلرید

(ب) پتاسیم اکسید

۱) سدیم برمید

(ج) آلومینیم نیترات

(ج) آهن (III) هیدروکسید

(ث) آمونیوم سولفات

مثال: جدول زیر را کامل کنید.

نام ترکیب	نماد کاتیون	نماد آنیون	فرمول شیمیایی
۱ آلومینیم سولفات			
۲			Na_3PO_4
۳	Mn^{2+}	Cl^-	
۴ آهن (III) نیتريت			
۵			$\text{Al}(\text{HCO}_3)_3$
۶	Cu^{2+}	S^{2-}	
۷ منگنز (II) کلرید			
۸			Ca_3N_2

پاسخ: ۱

۲) سدیم فسفات - PO_4^{3-} - Na^+

۱) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ - SO_4^{2-} - Al^{3+}

۴) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ - NO_3^- - Fe^{3+}

۳) منگنز (II) کلرید - MnCl_2

۶) مس (II) سولفید - CuS
۸) کلسیم نیترید - $\text{Ca}^{2+} - \text{N}^{3-}$

۵) آلومینیم هیدروژن کربنات - $\text{HCO}_3^- - \text{Al}^{3+}$
۷) $\text{MnCl}_4 - \text{Cl}^- - \text{Mn}^{2+}$

(گزینه ۸۰)

تست: نام کدام یون درست نوشته شده است؟

۲) SO_4^{2-} (سولفیت) - $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ (اکسالات)
۴) N^{3-} (نیتریت) - NO_3^- (نیترید)

۱) S^{2-} (سولفید) - MnO_4^{2-} (پرمنگنات)
۳) ClO^- (کلرید) - ClO_3^- (کلرات)

پاسخ: گزینه (۲) صحیح است.

تست: برای نام‌گذاری کدام یون از عدد رومی استفاده می‌کنیم؟

۳) یون مس
۴) یون آلومینیم

۱) یون کلسیم
۲) یون روی

پاسخ: کلسیم و آلومینیم همیشه یک نوع یون تولید می‌کنند و روی با وجود آن‌که عنصر واسطه است ولی یک نوع یون تولید می‌کند. بنابراین گزینه (۳) صحیح است که دو نوع یون (Cu^{2+} و Cu^{+}) تولید می‌کند.

تست: در کدام گزینه ترکیب یونی وجود ندارد؟

۲) $\text{BF}_3 - \text{NH}_4\text{Cl} - \text{CO}_2$
۴) $\text{ZnO} - \text{NaOH} - \text{CH}_3\text{OH}$

۱) $\text{NF}_3 - \text{CCl}_4 - \text{SiO}_2$
۳) $\text{CuO} - \text{CH}_3\text{Cl} - \text{MnO}_2$

پاسخ: بررسی گزینه‌ها:

۲) NH_4Cl ترکیب یونی می‌باشد، زیرا از دو یون آمونیوم (کاتیون) و کلرید (آنیون) تشکیل شده است.

۳) CuO و MnO_2 ترکیب یونی هستند.

۴) ZnO و NaOH ترکیب یونی هستند.

بنابراین گزینه (۱) صحیح است.

(گزینه ۹۰)

تست: فرمول شیمیایی کدام ترکیب نادرست است؟

۲) سدیم فسفید: Na_3P
۴) منیزیم پرکلرات: $\text{Mg}(\text{ClO}_4)_2$

۱) آمونیوم هیدروژن فسفات: $(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4$

۳) کبالت (II) سولفید: CoS

پاسخ: آمونیوم دی‌هیدروژن فسفات، بنابراین گزینه (۱) پاسخ تست است.

واکنش اکسایش با نافلزها

اکسیدهای نافلزی دسته دیگری از ترکیب‌هایی هستند که جزء خانواده ترکیب‌های مولکولی می‌باشند و از ترکیب دو نافلز حاصل می‌شوند. برای نام‌گذاری این ترکیب‌های مولکولی دوتایی به‌صورت زیر عمل می‌کنیم:

تعداد و نام عنصر سمت چپ + تعداد و نام عنصر سمت راست + پسوند «ید»

توجه: اگر تعداد عنصر سمت چپ یک باشد، از نوشتن «مونو» صرف‌نظر می‌کنیم.

جدول زیر اعداد یونانی و معادل فارسی آن‌ها را نشان می‌دهد.

تعداد یونانی	مونو	دی	تری	تترا	پنتا	هگزا	هپتا	اوکتا	نونا	دکا
معادل فارسی	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰

مثال: ترکیب‌های زیر را نام‌گذاری کنید.

۱) CS_2 (ب) CO (ب) N_2O_5 (پ) SF_6 (ت)
کربن مونوکسید (ب) دی‌نیتروژن تتراکسید (پ) گوگرد هگزاfluorید (ت)

فصل

۲

قسمت سوم

ساختار لوویس

رسم ساختار لوویس

برای نشان دادن چگونگی اتصال اتم‌ها به یکدیگر و تشکیل مولکول یا یون‌ها از مدل الکترون - نقطه‌ای (ساختار لوویس) استفاده می‌شود. در این مدل، هیدروژن به آرایش دوتایی و سایر اتم‌ها به آرایش هشت‌تایی پایدار می‌رسند.

برای رسم ساختار لوویس به ترتیب زیر عمل می‌کنیم:

(۱) شمار الکترون‌های لایه ظرفیت اتم‌ها را مشخص می‌کنیم.

(۲) اولین اتم از سمت چپ در فرمول مولکولی (به جز H) را به عنوان اتم مرکزی انتخاب نموده و هر کدام از دیگر اتم‌ها (اتم‌های جانبی) را با یک پیوند کووالانسی به اتم مرکزی وصل می‌کنیم.

(۳) شمار الکترون‌های به کار رفته در پیوندهای کووالانسی را از شمار کل الکترون‌های لایه ظرفیت کم نموده، سپس به شمار الکترون‌های باقی‌مانده، ابتدا به اتم‌های جانبی و در مرحله بعد به اتم مرکزی الکترون اضافه می‌کنیم تا به آرایش هشت‌تایی برسند، در این صورت اتم‌های جانبی هم به آرایش هشت‌تایی پایدار خواهند رسید.

(۴) در برخی موارد، اتم مرکزی به آرایش هشت‌تایی نمی‌رسد که با حذف یک جفت الکترون از اتم جانبی یک پیوند دوگانه یا در صورت نیاز دو پیوند دوگانه یا یک پیوند سه‌گانه را رسم می‌کنیم. هنگامی که اتم‌های یکسانی به اتم مرکزی متصل‌اند، نمایش پیوند دوگانه بر پیوند سه‌گانه مقدم است.

مثال: ساختار لوویس را برای مولکول‌های زیر رسم کنید.

۱) $F_2 \rightarrow$ ابتدا الکترون‌های لایه ظرفیت را محاسبه می‌کنیم:

سپس اتم‌ها را به هم وصل می‌کنیم:

از ۱۴ الکترون، دو الکترون در پیوند کووالانسی استفاده شده است، پس ۱۲ الکترون باقی‌مانده را به اتم‌های اطراف می‌دهیم تا هر کدام به آرایش هشت‌تایی برسند:

همه ۱۴ الکترون مصرف شد و هر دو اتم به آرایش هشت‌تایی رسیدند و ساختار F_2 دارای یک پیوند کووالانسی (یک جفت الکترون پیوندی) و شش جفت الکترون ناپیوندی است.

۲) $HCl \rightarrow$ مجموع الکترون‌های لایه ظرفیت $1+7=8$

دو الکترون برای تشکیل پیوند کووالانسی در $H-Cl$ مصرف می‌گردد و شش الکترون باقی می‌ماند که با قرار دادن بر روی اتم کلر آن را به آرایش هشت‌تایی می‌رسانیم.

پس ۸ الکترون ساختار را رسم کردیم و در آن هیدروژن به آرایش دوتایی و کلر به هشت‌تایی رسید.

۳) $O_2 \rightarrow$ مجموع الکترون‌های لایه ظرفیت $2 \times 6 = 12$

با مصرف ۲ الکترون، $O-O$ تشکیل می‌شود.

۱۰ الکترون باقی می‌ماند که اتم‌های اکسیژن را به هشت‌تایی می‌رسانیم.

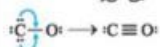
چون یکی از اتم‌های اکسیژن هشت‌تایی نشده است پس با حذف ۱ جفت الکترون (از اتم اکسیژنی که الکترون‌های بیش‌تری دارد) یک پیوند دوگانه برقرار می‌کنیم تا هم ۱۰ الکترون مصرف شود و هم هر دو اتم اکسیژن به هشت‌تایی برسند.

۱- در واقع جفت الکترون حذف نمی‌شود بلکه از حالت جفت الکترون ناپیوندی به جفت الکترون پیوندی تبدیل می‌شود.



۴) $CO \rightarrow$ مجموع الکترون‌های لایه ظرفیت $= 4 + 6 = 10$

با مصرف ۲ الکترون به صورت $C \equiv O$ ، ۸ الکترون باقی می‌ماند که در اطراف اتم‌ها قرار می‌دهیم: $\ddot{O} \equiv C:$. اتم اکسیژن برای هشت‌تایی شدن نیاز به چهار الکترون دیگر دارد که با حذف دو جفت الکترون از اطراف اتم کربن و تشکیل پیوند سه‌گانه، همه ۸ الکترون مصرف شده و هر دو اتم به آرایش هشت‌تایی می‌رسند.



۵) $CH_2O \rightarrow$ مجموع الکترون‌های لایه ظرفیت $= 4 + 2(1) + 6 = 12$



کربن را در مرکز قرار داده و بقیه اتم‌ها را با پیوند کووالانسی یک‌گانه به اتم مرکزی وصل می‌کنیم.

شش الکترون مصرف شده و ۶ الکترون باقی می‌ماند و چون اتم‌های H به دو تایی رسیده‌اند پس هر شش الکترون را در اطراف اکسیژن قرار می‌دهیم تا به آرایش هشت‌تایی برسد.

برای اینکه کربن هم به آرایش هشت‌تایی برسد، یک جفت الکترون از اتم اکسیژن حذف کرده و یک پیوند دوگانه بین اکسیژن و کربن برقرار می‌کنیم تا هر دو به آرایش هشتایی برسند.

نکته: مثال‌های بعدی را توضیح نمی‌دهیم فقط مراحل را می‌نویسیم مگر این‌که نیاز به توضیح داشته باشد.

۶) CO_2 ۱) $4 + 2(6) = 16$

۲) $O=C=O$

۳) $16 - 4 = 12$ الکترون‌های باقی‌مانده
۴) $\ddot{O} \equiv C \equiv \ddot{O}$



۷) HCN ۱) $1 + 4 + 5 = 10$

۲) $H-C \equiv N$

۳) $10 - 2 = 8$ الکترون‌های باقی‌مانده
۴) $H-C \equiv N:$



۸) $CHCl_3$ ۱) $4 + 1 + 3(7) = 26$

۲) $\begin{array}{c} Cl \\ | \\ H-C-Cl \\ | \\ Cl \end{array}$

۳) $26 - 8 = 18$ الکترون‌های باقی‌مانده



۹) H_2O ۱) $2(1) + 6 = 8$

۲) $\begin{array}{c} H-O \\ | \\ H \end{array}$

۳) $8 - 4 = 4$ الکترون‌های باقی‌مانده



۱۰) PH_3 ۱) $5 + 3(1) = 8$

۲) $\begin{array}{c} H-P-H \\ | \\ H \end{array}$

۳) $8 - 6 = 2$ الکترون‌های باقی‌مانده



۱۱) H_2S ۱) $2(1) + 6 = 8$

۲) $\begin{array}{c} H-S \\ | \\ H \end{array}$

۳) $8 - 4 = 4$ الکترون‌های باقی‌مانده



۱۲) SO_2 ۱) $6 + 2(6) = 18$

۲) $O=S=O$

۳) $18 - 4 = 14$ الکترون‌های باقی‌مانده
۴) $\ddot{O}=\ddot{S}=\ddot{O}$



S به آرایش هشت‌تایی نرسیده است.

۱۳) O_2 ۱) $2(6) = 12$

۲) $O=O=O$

۳) $12 - 4 = 8$ الکترون‌های باقی‌مانده
۴) $\ddot{O}=\ddot{O}=\ddot{O}$

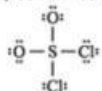


O مرکزی به آرایش هشت‌تایی نرسیده است.

۱۴) SO_2Cl_2 ۱) $6 + 2(6) + 2(7) = 32$

۲) $\begin{array}{c} O \\ | \\ O-S-Cl \\ | \\ Cl \end{array}$

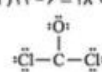
۳) $32 - 8 = 24$ الکترون‌های باقی‌مانده



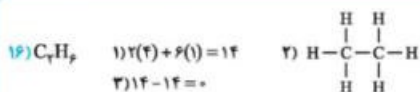
۱۵) $COCl_2$ ۱) $4 + 6 + 2(7) = 24$

۲) $\begin{array}{c} O \\ | \\ Cl-C-Cl \\ || \\ O \end{array}$

۳) $24 - 6 = 18$ الکترون‌های باقی‌مانده
۴) $\ddot{O}=\ddot{C}(\ddot{Cl})_2$



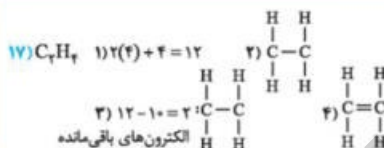
نکته: کربن نمی‌تواند پیوند دوگانه برقرار کند، به این علت بین اکسیژن و کربن پیوند دوگانه برقرار کردیم.



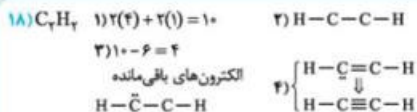
۳) $14 - 14 = 0$

الکترون‌های باقی‌مانده

پس تمام الکترون‌ها پیوندی هستند و جفت الکترون ناپیوندی وجود ندارد.



الکترون‌های باقی‌مانده

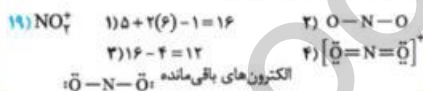


۳) $10 - 6 = 4$

الکترون‌های باقی‌مانده



توجه: در رسم یون‌ها به تعداد بار مثبت از الکترون کم و به تعداد بار منفی به الکترون‌ها اضافه می‌کنیم.

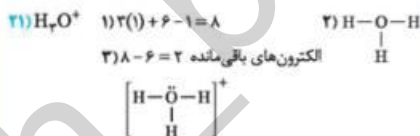


۳) $16 - 4 = 12$

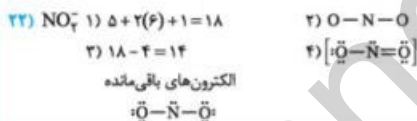
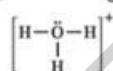
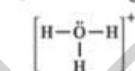
الکترون‌های باقی‌مانده



توجه: چون بار یون مربوط به همه اتم‌ها است پس یون را داخل کروشه قرار داده و بار یون را در بیرون و بالای آن می‌نویسیم.

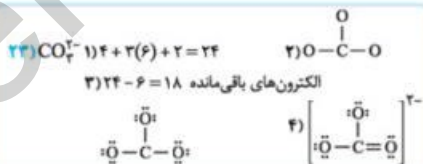


۳) $8 - 6 = 2$



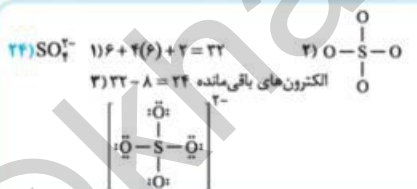
۳) $18 - 4 = 14$

الکترون‌های باقی‌مانده



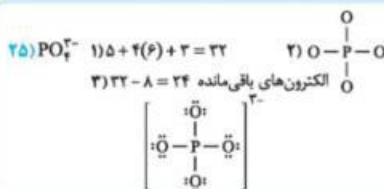
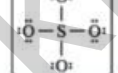
۳) $24 - 6 = 18$

الکترون‌های باقی‌مانده



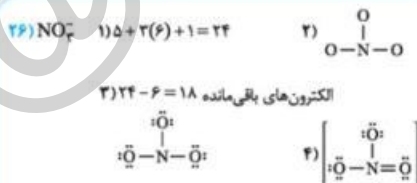
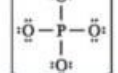
۳) $22 - 8 = 14$

الکترون‌های باقی‌مانده



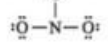
۳) $22 - 8 = 14$

الکترون‌های باقی‌مانده

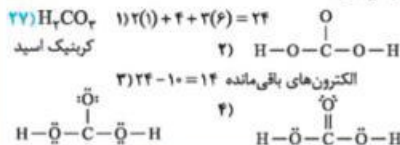


۳) $24 - 6 = 18$

الکترون‌های باقی‌مانده



توجه: برای رسم ساختار لوویس اسیدها، H ها را به اتم‌های اکسیژن متصل می‌کنیم.



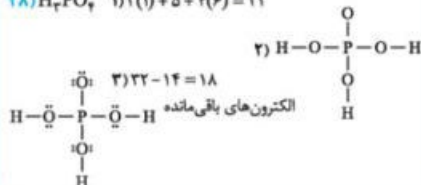
کربنیک اسید

۳) $24 - 10 = 14$

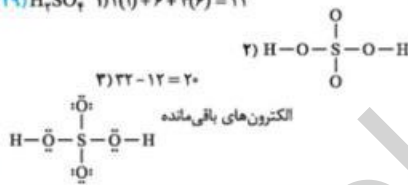
الکترون‌های باقی‌مانده



۲۸) H_3PO_4 ۱) $3(1) + 5 + 4(6) = 32$



۲۹) H_2SO_4 ۱) $2(1) + 6 + 4(6) = 32$

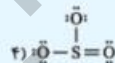
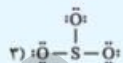
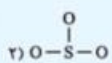
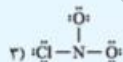
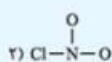


نکته: مولکول NO_2Cl همانند مولکول دارای پیوند اشتراکی است و پیوند در میان آن‌ها از نوع دوگانه است.

(پایه شاره از کشور ۸۹)



پاسخ: ۳



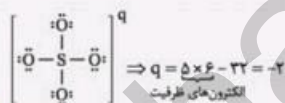
بنابراین گزینه (۱) صحیح می‌باشد.

نکته: برای محاسبه بار یون‌ها از رابطه زیر استفاده می‌کنیم.

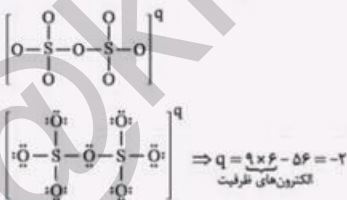
تعداد الکترون‌ها بعد از هشت‌تایی شدن اتم - مجموع الکترون‌های ظرفیت اتم‌ها = بار یون

مثال: بار یون SO_4^{2-} را محاسبه کنید.

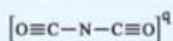
پاسخ: ۳



مثال: بار یون مقابل را محاسبه کنید.



پاسخ: اتم‌ها را به آرایش هشت‌تایی می‌رسانیم:



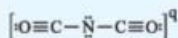
نکته: با توجه به ترکیب مقابل، کدام گزینه درست است؟

(۱) اختلاف تعداد جفت الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی برابر ۳ است.
(۲) $q = -1$ است.

(۳) بار الکتریکی این ترکیب مشابه بار الکتریکی $[O=N=O]^q$ است.

(۴) بار الکتریکی این ترکیب مشابه بار الکتریکی $[O=N-O]^q$ است.

پاسخ: ۳



$$q = 25 - 24 + 1 = +1 \Rightarrow (6 + 4 + 5 + 4 + 6) - (24) = q$$

$$[O=N=O]^q \Rightarrow (6 + 5 + 6) - (16) = q' \Rightarrow q' = +1$$

بنابراین گزینه (۳) درست است.

بررسی دیگر گزینه‌ها:

گزینه (۱): نادرست

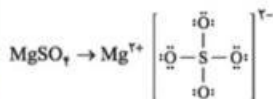
گزینه (۲): نادرست است زیرا $q = +1$

گزینه (۴): نادرست

$$[O=\ddot{N}-\ddot{O}]^q \Rightarrow (6 + 5 + 6) - (18) = -1 \Rightarrow q^* = -1$$

نکته: در ترکیب‌هایی یونی که آنیون یا کاتیون آن‌ها چندانی باشد، هم پیوند یونی و هم پیوند کووالانسی خواهند داشت.

مثال:



نکته: ترکیب‌هایی وجود دارند که اتم مرکزی آن‌ها هشت‌تایی نشده باشد. ولی بررسی آن‌ها خارج از مبحث کتاب بوده و فقط چند تا مثال حل می‌کنیم.



قسمت چهارم

فصل

۲

اکسیدها در فراورده‌های سوختن

با توجه به این که اکسیژن با اغلب عناصرها و مواد واکنش می‌دهد، شیمی‌دان‌ها از این ویژگی برای تهیه بسیاری از مواد بهره می‌گیرند. به طور مثال، واکنش سوختن برخی عناصرهای فلزی و نافلزی را در شرایط مناسب با اکسیژن بررسی می‌کنیم.

واکنش سوختن

واکنش سوختن، یک واکنش شیمیایی است که در آن یک ماده به سرعت با اکسیژن (O_2) واکنش می‌دهد و بخشی از انرژی شیمیایی آن به صورت گرما و نور آزاد می‌شود. مانند سوختن سوخت فسیلی بنزین:



۱- سوختن گوگرد:

واکنش اول برای تهیه سولفوریک اسید در صنعت است.



۲- سوختن منیزیم:

ضمن آزاد کردن انرژی، نور خیره‌کننده سفیدرنگی تولید می‌کند.



۳- سوختن سدیم:



۴- سوختن کربن آهن:



۵- سوختن زغال سنگ: زغال سنگ در حضور اکسیژن می‌سوزد و افزون بر تولید گازهای CO_2 ، SO_2 و بخار آب، مقدار زیادی انرژی آزاد می‌کند.

نور و گرما + کربن دی‌اکسید + گوگرد دی‌اکسید + بخار آب → اکسیژن + زغال سنگ

یک فلزات شیمی

به واکنش آرام مواد با اکسیژن که با تولید انرژی همراه است، واکنش اکسایش می‌گویند، مثلاً فلز منیزیم در حضور نور و شعله (حرارت) با گاز اکسیژن واکنش سوختن انجام می‌دهد و ضمن آزاد کردن انرژی، نور خیره‌کننده سفیدرنگ هم تولید می‌کند.



MgO، منیزیم اکسید، پودر سفیدرنگ است.

لذا فلز منیزیم در دمای اتاق با اکسیژن به آرامی واکنش داده و منیزیم اکسید تولید می‌کند؛ به این واکنش اکسایش می‌گویند.



۶- سوختن در پاپان واکنش سوختن و واکنش اکسایش فلز منیزیم، گرمای یکسانی آزاد می‌شود و نوع فراورده هر دو یکسان است.

مثال: (آ) دو قطعه کوچک از آهن و سدیم را برش می‌دهیم به طوری که سطح براق هر دو آشکار گردد. سطح براق فلز سدیم، پس از چند دقیقه تیره می‌شود ولی آهن همچنان سطح براق خود را حفظ می‌کند. در مورد این پدیده و واکنش انجام یافته توضیح دهید.

(ب) در مرحله بعد، اگر آهن و سدیم را تا 97°C حرارت دهیم، سدیم به حالت مذاب درمی‌آید ولی آهن فقط داغ می‌شود. با وارد کردن هر دو فلز در اکسیژن خالص، چه پدیده‌ای رخ می‌دهد؟ معادله واکنش انجام یافته را بنویسید.

پاسخ: (ا) سطح براق فلز سدیم با اکسیژن، واکنش داده و اکسید فلز سدیم تولید می‌شود که رنگ تیره دارد، ولی آهن با اکسیژن در این مدت کوتاه چند دقیقه، واکنش نمی‌دهد.

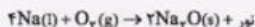


(در مدت کوتاه) واکنش رخ نمی‌دهد.



اما طی چند ماه، سطح فلز آهن نیز تیره می‌شود و اکسید فلز آهن تشکیل می‌گردد. در هر صورت، این واکنش از نوع اکسایش است و نشان می‌دهد که فلز سدیم واکنش پذیرتر از فلز آهن است، زیرا سرعت تیره شدن فلز سدیم خیلی بیش تر از آهن است.

(ب) مذاب سدیم (Na(l)) در اکسیژن خالص (O₂(g)) به شدت واکنش داده، نور و گرما تولید می‌شود.



ولی آهن داغ در اکسیژن خالص نمی‌سوزد و واکنش نمی‌دهد. (آهن وقتی به صورت پودر یا تیزه درآید، می‌تواند در اکسیژن خالص بسوزد.)

سوختن کامل

در سوختن سوخت‌های فسیلی، اگر مقدار اکسیژن در دسترس کافی باشد، رنگ آبی شعله نشان می‌دهد که سوختن کامل بوده و فرآورده‌های کربن دی‌اکسید، بخار آب و انرژی (گرما و نور) تولید می‌شوند.

انرژی + بخار آب + کربن دی‌اکسید → اکسیژن کافی + هیدروکربن



سوختن ناقص

در سوختن سوخت‌های فسیلی اگر مقدار اکسیژن در دسترس کافی نباشد، شعله با رنگ زرد تولید شده و علاوه بر دیگر فرآورده‌ها، گاز کربن مونوکسید نیز تولید می‌شود.

کربن مونوکسید - CO

(۱) گازی بی‌رنگ، بی‌بو و بسیار سستی است.

(۲) چگالی آن کمتر از هوا است.

(۳) قابلیت انتشار آن در همه فضای محیط بسیار زیاد است.

(۴) میل ترکیبی آن با هموگلوبین خون بیش از ۲۰۰ برابر اکسیژن است.

(۵) پس از اتصال به هموگلوبین، از رسیدن اکسیژن به بافت‌های بدن جلوگیری می‌کند.

(۶) باعث مسمومیت شده و سامانه عصبی را فلج می‌کند.

(۷) و در نهایت باعث مرگ می‌شود.

(۸) کربن مونوکسید ناپایدار بوده و در حضور اکسیژن در شرایط مناسب دوباره می‌سوزد و به CO₂ تبدیل می‌شود.



(۹) دارای یک پیوند سه‌گانه (C≡O) است.

آیا می‌دانید؟ سالانه حدود ۱۰۰۰ نفر بر اثر نداشتن اطلاعات کافی و رعایت نکردن نکات ایمنی بر اثر گاز گرفتگی جان خود را در ایران از دست می‌دهند.

نکته: دستگاه حسگر کربن مونوکسید نسبت به افزایش غلظت گاز CO حساس بوده و با توجه به مقدار گاز CO در زمان‌های متفاوت اعلام خطر می‌کند. به طور مثال اگر غلظت گاز برابر با ۱۰۰ ppm^۱ باشد، در فاصله زمانی بین ۳ تا ۴۰ دقیقه اعلام خطر می‌کند و اگر غلظت گاز CO به ۳۰۰ ppm برسد این دستگاه باید در کمتر از ۳ دقیقه اعلام خطر کند.

تست: در چه تعداد از واکنش‌های زیر، گاز کربن دی‌اکسید در بین فرآورده‌ها وجود دارد؟

• سوختن چربی‌ها • سوختن زغال‌سنگ • سوختن گاز CO • سوختن در وسیله گازسوز با شعله کاملاً زرد

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

پاسخ: در وسایل گازسوز به هنگام سوختن گاز شهری در صورتی که شعله زردرنگ ایجاد شود، معنای آن این است که سوختن ناقص انجام می‌گیرد و علاوه بر گاز CO₂، گاز CO نیز تولید می‌شود. بنابراین گزینه (۴) صحیح است.

۱- واحد (پیکای) ppm که نوعی واحد برای غلظت است، در فصل سوم، به طور کامل توضیح داده خواهد شد.

قسمت پنجم

رفتار اکسیدهای فلزی و نافلزی

فصل

۲

توجه: pH: میزان اسیدی و بازی بودن محلول‌ها را به وسیله نوعی مقیاس به نام pH می‌سنجند که در دمای اتاق گستره‌ای از صفر تا ۱۴ را دربرمی‌گیرد.

توجه: کاغذ پی‌اچ (pH) و دیگر شناساگرهای اسید و باز (مانند تورنسل، متیل سرخ و ...) دسته‌ای از ترکیب‌های رنگی محلول در آب هستند که در محیط‌های اسیدی یا بازی یا خنثی رنگ‌های متفاوتی دارند. به طور مثال کاغذ pH در محیط اسیدی قرمز رنگ، در محیط خنثی سبزرنگ و در محیط بازی آبی رنگ می‌شود.

محدوده pH:

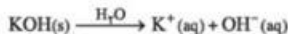
$$pH < 7 \Rightarrow \text{مواد اسیدی} \quad pH = 7 \Rightarrow \text{مواد خنثی} \quad pH > 7 \Rightarrow \text{مواد بازی}$$

نکته: هر چه pH یک محلول به صفر نزدیک‌تر باشد، محلول اسیدی‌تر و هر چه pH به ۱۴ نزدیک‌تر باشد، محلول بازی‌تر خواهد بود.

- | | | | |
|--|--------------------------------------|--|---------------------------------------|
| <p>۱- ترش مزه‌اند.</p> <p>۲- دارای یک یا چند اتم هیدروژن (H اسیدی) هستند.</p> <p>۳- کاغذ تورنسل (لیموس) را به رنگ قرمز درمی‌آورند.</p> <p>۴- محلول آن‌ها در آب pH کمتر از ۷ دارند.</p> | <p>ویژگی‌های
عمومی
بازها</p> | <p>۱- تلخ مزه‌اند.</p> <p>۲- دارای یک یا چند گروه هیدروکسید (OH) هستند.</p> <p>۳- کاغذ تورنسل (لیموس) را به رنگ آبی درمی‌آورند.</p> <p>۴- محلول آن‌ها در آب pH بیش از ۷ دارند.</p> | <p>ویژگی‌های
عمومی
اسیدها</p> |
|--|--------------------------------------|--|---------------------------------------|

اکسیدهای فلزی یا اکسیدهای بازی

باز به ماده‌ای می‌گویند که هنگام حل شدن در آب، یون $OH^-(aq)$ آزاد یا تولید کرده باشد.^۱



پس KOH یک باز است، زیرا بر اثر حل شدن در آب، یون هیدروکسید ($OH^-(aq)$) آزاد کرده است. اغلب اکسیدهای فلزی انحلال‌پذیر در آب مانند CaO ، Na_2O ، K_2O و ... اگر چه یون هیدروکسید ندارند؛ ولی بر اثر حل شدن در آب با آن واکنش داده و یون هیدروکسید تولید می‌کنند، پس اکسیدهای فلزی را اکسید بازی نیز می‌گویند.

یک مثال کاربردی: برخی کشاورزان کلسیم اکسید (آهک: CaO) را به صورت کنترل شده و به عنوان اکسید فلزی (اکسید بازی) برای افزایش بهره‌وری در کشاورزی به خاک می‌افزایند. زیرا افزودن این نوع مواد به خاک سبب می‌شود تا مقدار و نوع مواد معدنی در دسترس گیاه تغییر کند. از کلسیم اکسید همچنین برای کنترل میزان اسیدی بودن آب دریاچه‌ها استفاده می‌شود.

نکته: اسید و باز همدیگر را خنثی می‌کنند، به این علت آب دریاچه‌هایی که اسیدی شده‌اند را می‌توان با پاشیدن گرد آهک (اکسید بازی) خنثی نمود تا pH آن برای زندگی آبزیان مناسب شود.

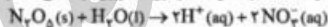
توجه: زندگی آبزیان به میزان اسیدی بودن آب وابسته است و بسیاری از ماهی‌ها توان ادامه زندگی را در گستره pH از ۵ تا ۹ دارند.

اکسیدهای نافلزی



اسید به ماده‌ای می‌گویند که هنگام حل شدن در آب، یون ($H^+(aq)$) آزاد یا تولید کرده باشد. مثال: $HCl(g)$ یک اسید است، زیرا بر اثر حل شدن در آب یون هیدروژن ($H^+(aq)$) ایجاد کرده است.

اغلب اکسیدهای نافلزی مانند CO_2 ، SO_2 و NO_2 ، اگر چه H اسیدی ندارند ولی هنگام حل شدن در آب با آن واکنش داده و یون هیدروژن تولید می‌کنند و به آن‌ها اکسیدهای اسیدی می‌گویند. مثال:



مثال: با افزایش مقدار کربن دی‌اکسید در هوا، بخش زیادی از آن در دریاها و اقیانوس‌ها حل می‌شود و به این ترتیب خاصیت اسیدی آب افزایش می‌یابد.



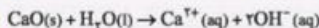
کربنیک اسید (گروهی از کیه‌تنان) با افزایش مقدار کربن دی‌اکسید محلول در آب از بین می‌رود، این است که کربن دی‌اکسید با آب واکنش داده و کربنیک اسید تولید می‌کند و این اسید می‌تواند پوسته آهکی کیه‌تنان را در خود حل کرده و از بین ببرد.

توجه: اکسیدهای فلزی و نافلزی به دلیل تنوع رفتار، کاربردهای فراوان دارند.

۱- سوات آرنیوس طی پژوهش‌هایی بر روی رسانایی الکتریکی و برکفکات ترکیب‌های محلول در آب به مدلی برای اسید و بازها دست یافت (مدل اسید و باز آرنیوس).



مثال: با توجه به شکل داده شده، اگر کاغذ pH را به محلول فراورده واکنش آغشته کنیم، چه رنگی خواهد شد؟ چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟
پاسخ: آهک با آب واکنش داده و کلسیم هیدروکسید تولید می‌کند که به علت وجود یون OH^- ، محلول حاصل بازی می‌باشد و کاغذ pH در محیط بازی آبی رنگ می‌شود.

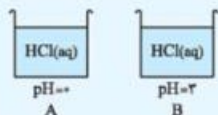


مثال: با توجه به شکل، کاغذ pH در محلول داخل لیوان چه رنگی می‌شود؟ چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟
پاسخ: آب گازدار یا آب کربناته، آبی است که در آن کربن دی‌اکسید تحت فشار حل شده باشد و یکی از مواد اولیه برای ساخت نوشابه‌های گازدار است. مطلق واکنش زیر:



اگر گاز CO_2 در آب حل شود مقدار کمی کربنیک اسید تولید می‌شود که کاغذ pH را قرمز می‌کند. کربنیک اسید خاصیت اسیدی ضعیفی دارد.

توجه: علامت $\rightleftharpoons$ یک واکنش برگشت‌پذیر را نشان می‌دهد و به این معنا است که فراورده هم می‌تواند واکنش‌دهنده را تولید کند.



تست: با توجه به شکل‌های مقابل، کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) در هر دو محلول A و B کاغذ تورنسل به رنگ قرمز درمی‌آید.
 - (۲) غلظت $[\text{H}^+]_A$ بیش‌تر از غلظت $[\text{H}^+]_B$ است.
 - (۳) خصلت اسیدی محلول B بیش‌تر از محلول A است.
 - (۴) واکنش فلز منیزیم در محلول A سریع‌تر از محلول B است.
- پاسخ:** هر چه pH محلول اسید کمتر باشد، خصلت اسیدی آن بیش‌تر است و غلظت $[\text{H}^+]$ در آن زیاده‌تر خواهد بود. بنابراین گزینه (۳) پاسخ تست است.

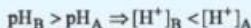
بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱): هر دو محلول خاصیت اسیدی داشته و کاغذ تورنسل را به رنگ قرمز درمی‌آورند.

گزینه (۲):

گزینه (۴): فلز منیزیم با اسید قوی‌تر سریع‌تر واکنش می‌دهد.

هر چه خصلت اسیدی بیش‌تر باشد، شدت واکنش بیش‌تر خواهد بود.



(ورژن آشنایی)

تست: بر اثر انحلال یک مول از کدام ماده در آب، ۲ مول یون تولید می‌شود؟

- | | | | |
|---------------------------|-----------------------------------|--|----------------------------|
| $\text{HCl(g)} \quad (۴)$ | $\text{K}_2\text{O(s)} \quad (۳)$ | $\text{N}_2\text{O}_5(\text{g}) \quad (۲)$ | $\text{NaOH(s)} \quad (۱)$ |
|---------------------------|-----------------------------------|--|----------------------------|
- پاسخ:** سدیم هیدروکسید در ساختار خود OH دارد. پس هنگام واکنش با آب آن را آزاد می‌کند.

(۲) $\text{N}_2\text{O}_5 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} 2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{NO}_3^-(\text{aq})$ (۴ مول یون تولید می‌کند)

(۳) $\text{K}_2\text{O} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} 2\text{K}^+(\text{aq}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$ (۴ مول یون تولید می‌کند)

(۴) $\text{HCl} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{H}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ (۲ مول یون تولید می‌کند)

(۱) $\text{NaOH(s)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$ (۲ مول یون آزاد می‌کند)

N_2O_5 در ساختار خود H^+ ندارد، ولی هنگام حل شدن در آب آن را تولید می‌کند.

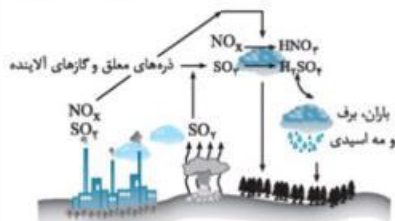
K_2O در ساختار خود OH^- ندارد، ولی هنگام حل شدن در آب آن را تولید می‌کند.

HCl در ساختار خود H^+ ندارد، چون ترکیب یونی نیست و H و Cl با پیوند کووالانسی به هم متصل هستند و هنگام حل شدن در آب آن را تولید می‌کند. بنابراین گزینه (۴) صحیح است.

پوند با زندگی

«آن چه به بالا می‌رود، سرانجام باید پایین بیاید»

آلاینده‌هایی که از سوختن سوخت‌های فسیلی وارد هوا می‌شوند و بالا می‌روند، سرانجام باید به زمین برگردند. این آلاینده‌ها به طور عمده، شامل اکسیدهای اسیدی NO_2 و SO_2 هستند که هنگام بارش در آب حل می‌شوند و به صورت محلولی که خاصیت اسیدی چشم‌گیری دارد به زمین فرو می‌ریزند، در این حالت می‌گوییم باران اسیدی باریده است.



- ۱- احتراق زغال سنگ
- ۲- پالایش نفت یا تصفیه گاز طبیعی
- ۳- نیروگاهها و خودروها

توجه: منابع تولید گاز SO_2

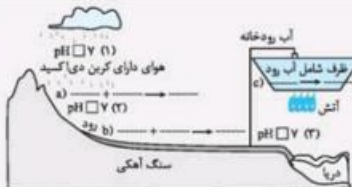
توجه: SO_2 در هوا ابتدا با اکسیژن واکنش داده و به SO_3 تبدیل می شود. سپس با آب، H_2SO_4 تولید می کند.



- ۱- به بافت جانداران آسیب می زند.
- ۲- بر روی دستگاه تنفس و چشمها آثار مخرب دارد.
- ۳- گاهی خاصیت اسیدی باعث خشک شدن و ترک خوردن پوست بدن می شود.
- ۴- با تغییر pH آب، زندگی آبزیان را به خطر می اندازد.
- ۵- آثار جبران ناپذیری در جنگل ها، باغ های میوه و زندگی آبزیان دارد.

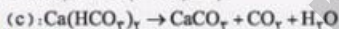
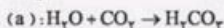
تأثیرهای باران اسیدی

مثال: در این شکل با توجه به عبور باران از هوای دارای



کربن دی اکسید و جاری شدن آن روی بستر آهکی:
(آ) pH آب هر قسمت را روی شکل با عدد ۷ مقایسه کنید. (سه مورد)
(ب) واکنش های a، b و c را با توجه به محل وقوع آن ها با نوشتن فرمول مواد در جاهای خالی کامل کنید. (سه واکنش) (نمره ۳)

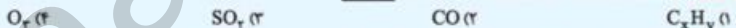
(۱): $pH = 7$ (۲): $pH < 7$ (۳): $pH > 7$



پاسخ: (۱)

(ب)

تست: کدام گاز از طریق آگزوز خودروها وارد هوا کره نمی شود؟



پاسخ: گازهای C_xH_y ، CO ، CO_2 ، NO ، NO_2 و SO_2 از طریق آگزوز خودروها وارد هوا کره می شوند. پس گزینه (۴) صحیح است.

مثال: با توجه به تصویر، به پرسش های زیر پاسخ دهید.

(آ) حدود pH را در مناطق a، b و c مشخص کنید.

(ب) در محدوده d چه نوع گازهایی بیش تر وجود دارند؟

پاسخ: (۱) a) آب دریا خاصیت بازی دارد. $pH = 8/5$

(b) به هنگام تشکیل برف و باران تقریباً مواد اولیه حل شده در آب به طور کامل جدا می شود. $pH = 7$

(c) به علت وجود اکسیدهای نافلزی در هوای آلوده، آب باران اندکی خاصیت اسیدی دارد. $pH < 7$

(ب) NO_2 و SO_2



فصل

۲

قسمت ششم

واکنش‌های شیمیایی و
قانون پایستگی جرم

تغییر شیمیایی

در یک تغییر شیمیایی مانند سوختن مواد فساد مواد غذایی و... از یک یا چند ماده شیمیایی، ماده یا مواد تازه‌ای تولید می‌شود. تغییر شیمیایی می‌تواند با تغییر رنگ، مزه، بو و آزادسازی گاز، تشکیل رسوب و گاهی با ایجاد نور و صدا همراه باشد. مانند گرما دادن شکر که یک تغییر شیمیایی است و سبب تغییر رنگ آن می‌شود. **نوعه** اگر در یک تغییر، ماده‌ای ایجاد شود یا تغییر رنگ مشاهده شود، نمی‌توان به طور یقین گفت که آن تغییر از نوع شیمیایی است. برای نمونه، در فرایند تبخیر آب در دمای جوش آن، اگرچه بخار آب تولید می‌شود ولی تغییر از نوع فیزیکی است.

معادله شیمیایی

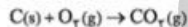
هر تغییر شیمیایی می‌تواند شامل یک یا چند واکنش شیمیایی باشد، که هر یک از آن‌ها را با یک معادله نشان می‌دهند. در یک معادله، واکنش‌دهنده‌ها در سمت چپ و فراورده‌ها در سمت راست نوشته می‌شوند.

نمایش معادله شیمیایی

(آ) معادله نوشتاری: در معادله نوشتاری فقط نام واکنش‌دهنده‌ها را در سمت چپ و نام فراورده‌ها را در سمت راست می‌نویسیم. معادله نوشتاری، اطلاعاتی در مورد حالت فیزیکی و شرایط انجام واکنش در اختیار ما قرار نمی‌دهد. کربن دی‌اکسید → اکسیژن + کربن: مثال

(ب) معادله نمادی: در این معادله، نماد واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها را می‌نویسیم. این معادله افزون بر فرمول شیمیایی و حالت فیزیکی اجزای واکنش، اطلاعاتی درباره شرایط لازم برای انجام واکنش را نیز ارائه می‌کند. **نوعه** نمادهای به کار رفته برای نمایش حالت فیزیکی مواد در معادله‌های شیمیایی در جدول مقابل آمده است:

معنا	نماد
جامد	(s)
مایع	(l)
گاز	(g)
محلول آبی	(aq)



معادله نمادی: در این معادله، نماد واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها را می‌نویسیم. این معادله افزون بر فرمول شیمیایی و حالت فیزیکی اجزای واکنش، اطلاعاتی درباره شرایط لازم برای انجام واکنش را نیز ارائه می‌کند.

نوعه معنای برخی عبارت‌ها با نمادهای مورد استفاده در معادله‌های شیمیایی در جدول زیر آمده است:

معنا	نماد
تولید می‌کند یا می‌دهد.	→
واکنش‌دهنده‌ها بر اثر گرم شدن واکنش می‌دهند.	$\xrightarrow{\Delta}$
واکنش در فشار ۲۰ اتمسفر انجام می‌شود.	$\xrightarrow{20\text{ atm}}$
واکنش در دمای ۱۲۰۰ درجه سلسیوس انجام می‌شود.	$\xrightarrow{1200^\circ\text{C}}$
برای انجام شدن واکنش، از فلز پالادیم (Pd) به عنوان کاتالیزگر استفاده می‌شود.	$\xrightarrow{\text{Pd(s)}}$

نکته نماد «Δ» بر روی فلش (→) به این معنا است که واکنش‌دهنده‌ها بر اثر گرم شدن با یکدیگر واکنش می‌دهند و از روی آن می‌توان به گرمایی یا گرماده بودن واکنش پی برد. هم‌چنین علامت‌های (→ 1200°C) و (→ 20 atm) به این معنا است که واکنش به ترتیب در دمای 1200°C و فشار ۲۰ اتمسفر انجام می‌شود و می‌توان گفت پس از انجام واکنش، دما و فشار گونه‌ها به 1200°C و 20 atm می‌رسد.

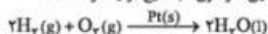
تست: کدام گزینه نادرست است؟

(۱) $\text{Pt(s)} \rightarrow$ برای انجام واکنش از فلز پلاتین به عنوان کاتالیزگر استفاده می‌شود. (۲) $\xrightarrow{15\text{ atm}}$ واکنش در فشار ۱۵ اتمسفر انجام می‌شود.

(۳) $\xrightarrow{\Delta}$ واکنش در حضور گرما انجام می‌شود. (۴) $\xrightarrow{245^\circ\text{C}}$ با انجام واکنش، دما به 245°C می‌رسد.

(۵) پاسخ: $\xrightarrow{245^\circ\text{C}}$ یعنی حداقل دمای انجام واکنش 245°C درجه سلسیوس است و این بدین معنا نیست که پس از انجام واکنش، دما 245°C می‌باشد. دما می‌تواند بالاتر از این عدد هم باشد. بنابراین گزینه (۴) پاسخ تست است.

مثال: در معادله نمادی زیر، دو مول گاز هیدروژن با یک مول گاز اکسیژن واکنش داده و در حضور کاتالیزگر پلاتین، دو مول آب مایع تولید کرده است.



نکته: یکی از ویژگی‌های مهم معادله‌های شیمیایی نهادی، این است که همه آن‌ها از قانون پایستگی جرم پیروی می‌کنند. یعنی تعداد اتم‌ها در دو طرف واکنش باید با هم برابر باشد و جرم کل مواد در واکنش ثابت بماند. یعنی معادله نهادی موازنه شده است.

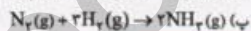
توجه: می‌دانید که واکنش‌های هسته‌ای که در بخش اول مطالعه کردید از قانون پایستگی جرم پیروی نمی‌کنند و در آن‌ها جرم به انرژی تبدیل می‌شود.

مثال: در هر مورد معادله نمادی واکنش معرفی شده را بنویسید.

(آ) ۲ مول سدیم کلرید جامد → ۱ مول گاز کلر + ۲ مول سدیم جامد

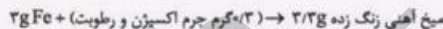
(ب) ۲ مول بخار آب + ۱ مول گاز کربن دی‌اکسید → ۲ مول گاز اکسیژن + ۱ مول گاز متان

(پ) ۲ مول گاز آمونیاک → ۳ مول گاز هیدروژن + ۱ مول گاز نیتروژن



مثال: با توجه به شکل، قانون پایستگی جرم را توضیح دهید.

پاسخ: اختلاف جرم واکنش‌دهنده و فرآورده ۳/۲ گرم است که مربوط به جرم اکسیژن و رطوبت هوا می‌باشد.



موازنة کردن واکنش‌های شیمیایی

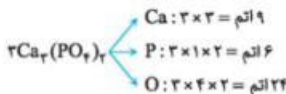
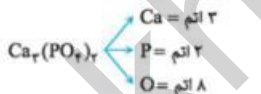
در واکنش‌های شیمیایی، اتمی از بین نمی‌رود و به وجود هم نمی‌آید، بلکه پس از انجام واکنش، اتم‌های موجود در واکنش‌دهنده‌ها، به شیوه‌های دیگری به هم متصل می‌شوند و فرآورده‌ها را به وجود می‌آورند. این ویژگی نشان می‌دهد که جرم مواد پیش از واکنش برابر با جرم مواد پس از انجام واکنش است. به عبارت بهتر، جرم مواد شرکت‌کننده در یک واکنش شیمیایی ثابت است.

نکته مهم: قبل از یادگیری موازنه به شمارش اتم‌ها در یک ترکیب دقت کنید.

در یک مولکول H_2SO_4 ، دو اتم هیدروژن، یک اتم گوگرد و چهار اتم اکسیژن وجود دارد. اگر دو مولکول ($2\text{H}_2\text{SO}_4$) داشته باشیم، در این صورت شریب دو در اندیس تمام اتم‌ها ضرب می‌شود.



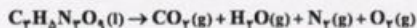
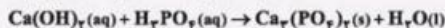
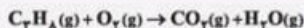
اگر مجموعه‌ای از اتم‌ها در داخل پرانتز باشند، اندیس پرانتز و شریب ترکیب در اندیس اتم‌های داخل پرانتز ضرب می‌شود.

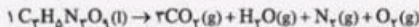
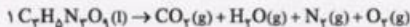
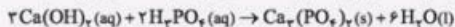
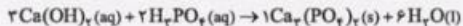
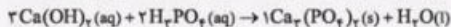
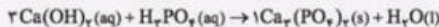
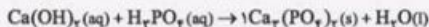
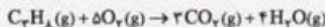
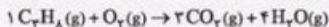
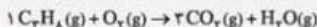
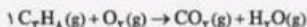


روش‌های موازنه کردن واکنش شیمیایی

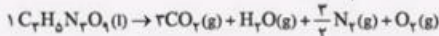
(آ) **روش وارسی:** در این روش که برای واکنش‌های ساده به کار می‌رود، معمولاً به ترکیبی که دارای بیش‌ترین تعداد اتم است، شریب یک می‌دهیم. سپس با توجه به شمار اتم‌های این ترکیب، شریابی را به مواد دیگر می‌دهیم تا شمار اتم‌های هر عنصر در دو طرف معادله برابر شوند. در موازنه نباید زیروندهای موجود در فرمول شیمیایی را تغییر دهیم. همچنین در معادله موازنه‌شده، شریب کسری قابل قبول نیست و شریاب موازنه به کنار رفته به موازنه، باید کوچک‌ترین عدد صحیح باشد.

مثال: معادله واکنش‌های زیر را موازنه کنید.

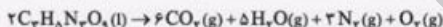
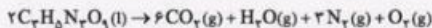




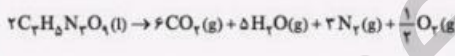
موازنة N: در طرف اول ۳ اتم N و در طرف دوم ۲ اتم N داریم، پس به N_2 باید ضرب $\frac{3}{2}$ بدهیم:



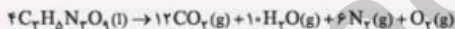
یادتان باشد هر زمان به ضریب کسری رسیدید، باید تمام ترکیب‌های موازنه‌شده را در مخرج کسر ضرب کنید چون در موازنه، ضرایب باید کوچک‌ترین عدد صحیح (غیرکسری) باشند.



موازنة O: در سمت چپ (واکنش‌دهنده‌ها)، ۸ اتم O وجود دارد در حالی‌که در سمت راست (فرآورده‌ها)، در ترکیب‌های موازنه‌شده ۱۷ اتم O وجود دارد، پس به O_2 ضریب $\frac{1}{9}$ می‌دهیم تا اکسیژن موازنه شود.



برای از بین بردن ضریب کسری $\frac{1}{9}$ ، باید کل واکنش را در ۹ ضرب کنیم:



معادله موازنه‌شده:

ب) روش دوم موازنه کردن:

۱) از ترکیبی شروع می‌کنیم که تعداد اتم بیش‌تری دارد.

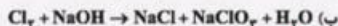
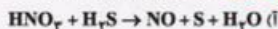
۲) در آن ترکیب از اتمی شروع می‌کنیم که:

ا) در هر سمت واکنش فقط در ساختار یک ماده حضور داشته باشد.

ب) تا حد امکان در ساختار ماده تک‌عنصری شرکت نداشته باشد (مانند O_2 ، F_2 و ...، مگر این‌که شرط اول را نداشته باشد).

۳) با اتمی ادامه می‌دهیم که شمار آن در یک طرف معادله شیمیایی مشخص باشد.

مثال: معادله‌های زیر را موازنه کنید.



پاسخ: ا) از HNO_3 و از N موازنه را شروع می‌کنیم:

با O موازنه را ادامه می‌دهیم:

و H موازنه می‌کنیم:

کسر را از بین می‌بریم:

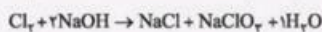
و در نهایت S موازنه می‌کنیم:

نتیجه: معادله موازنه‌شده فوق را می‌توان به دو روش بیان کرد:

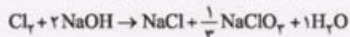
۱) ۲ مول نیتریک اسید با ۳ مول هیدروژن سولفید واکنش می‌دهد و ۲ مول نیترژن مونوکسید، ۳ مول گوگرد و ۴ مول آب تولید می‌کند.

۲) ۲ مولکول نیتریک اسید با ۳ مولکول هیدروژن سولفید واکنش می‌دهد و ۲ مولکول نیترژن مونوکسید و ۳ اتم گوگرد و ۴ مولکول آب تولید می‌کند.

ب) ترکیب پیچیده، NaClO_4 است. در ابتدا باید بدانید که از Na نمی‌توانیم شروع کنیم، چون در طرف دوم در ساختار دو ماده این عنصر وجود دارد و عنصرهای Cl و O وضعیتی شبیه عنصر Na دارند، پس از H_2O و از H شروع می‌کنیم.



با اکسیژن ادامه می‌دهیم. در طرف اول دو اتم اکسیژن داریم. در حالی که در طرف دوم در آب که موازنه کردیم، یک اتم O داریم. پس به NaClO_4



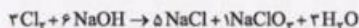
باید ضریب $\frac{1}{2}$ بدهیم تا O موازنه شود:



با ضرب کردن (موادی که ضریب گرفته‌اند) در عدد ۳ کسر را از بین می‌بریم:



Na را موازنه می‌کنیم:



و در نهایت نوبت Cl است:



تست: اگر پایستگی جرم برقرار باشد، کدام است؟

۱ (۲)

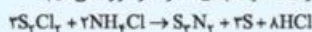
۱ (۳)

۲ (۲)

۲ (۱)

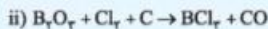
پاسخ: معادله موازنه‌شده به صورت زیر است:

ابتدا از ترکیب NH_4Cl و از اتم H موازنه را شروع می‌کنیم. سپس اتم Cl را موازنه می‌نماییم و در ادامه کار، اتم‌های S و N را موازنه می‌کنیم.



پس گزینه (۱) صحیح است.

تست: با توجه به واکنش‌های مقابل، چند مورد از معالاب داده‌شده درست است؟



(۱) مجموع ضرایب معادله واکنش (i) برابر ۲۶ است.

(ب) نسبت ضریب استوکیومتری Cl_2O_7 در واکنش (iii) به ضریب Cl_2 در واکنش (ii) برابر ۲ است.

(پ) اختلاف مجموع ضرایب فرآورده‌های واکنش‌های (iii) و (ii) برابر ۸ است.

(ت) نسبت ضریب آب در معادله واکنش (i) به ضریب اکسیژن در سوختن پروپان برابر $\frac{3}{5}$ است.

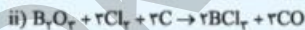
۴ (۲)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

پاسخ:



$$2 + 1 + 10 + 1 + 6 + 6 = 26$$

(۱) درست است. مجموع ضرایب واکنش (i):

$$\frac{\text{Cl}_2\text{O}_7}{\text{Cl}_2} = \frac{6}{3} = 2$$

(ب) درست است.

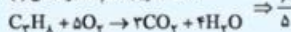
$$(ii) \text{ مجموع ضرایب فرآورده‌های واکنش } = 2 + 3 = 5 \Rightarrow 10 - 5 = 5$$

(پ) نادرست است.

$$(iii) \text{ مجموع ضرایب فرآورده‌های واکنش } = 4 + 6 = 10$$

$$(i) \text{ ضریب } \text{H}_2\text{O} : \text{واکنش } = 6$$

(ت) نادرست است.



بنابراین گزینه (۲) صحیح است.

فصل

۲

قسمت هفتم

چه بر سر هواکره می‌آوریم؟

چه بر سر هواکره می‌آوریم؟



در سده گذشته و با انقلاب صنعتی و تغییر سبک زندگی انسان‌ها، مصرف بی‌رویه سوخت‌های فسیلی بالا رفته و حجم انبوهی از کربن دی‌اکسید وارد هواکره شده است.

نکته در اثر سوزاندن سوخت‌های فسیلی آلزون بر کربن دی‌اکسید، آلپندهای CO ، SO_2 ، NO ، NO_2 و C_xH_y وارد هواکره می‌شوند.

سبک زندگی انسان، نوع وسایلی که استفاده می‌کند و رفتارهایی که در شرایط مختلف محیطی انجام می‌دهد، بر روی هواکره تأثیر می‌گذارد.

ردپا: میزان اثرگذاری سبک زندگی هر یک از انسان‌ها بر روی کره زمین و هواکره می‌باشد.

نکته هرچه مقدار کربن دی‌اکسید وارد شده به طبیعت زیادتر باشد، ردپای ایجادشده سنگین‌تر و اثر آن ماندگارتر است و زمان لازم برای تعدیل این اثر به وسیله پدیده‌های طبیعی، طولانی‌تر خواهد بود.

مثال: هنگامی که از ششوار استفاده می‌کنیم به دلیل مصرف انرژی الکتریکی، مقداری کربن دی‌اکسید وارد هواکره می‌شود و ردپای ما در هواکره ظاهر می‌شود.



ردپای کربن دی‌اکسید نشان می‌دهد در تولید یک محصول یا در اثر انجام یک فعالیت چه مقدار از این گاز تولید می‌شود.

۱- بوی بد دارد.

۲- چهره شهر را زشت می‌کند.

۳- سوزش چشم، سردرد و تهوع به همراه دارد.

۴- باعث به وجود آمدن انواع بیماری‌های تنفسی مانند سرطان ریه می‌شود.

تأثیرات هوای آلوده

دانشمندان با استفاده از بالون‌های هواشناسی، ماهواره‌ها، اقیانوس‌پیما و گویچه‌های شناور در دریاها که مجهز به حسگرهای دما هستند، پیوسته دمای کره زمین را در سراسر نقاط آن با روش‌های گوناگون رصد می‌کنند.

آیا می‌دانید؟ بویه‌ها، تجهیزات شناوری هستند که به منظور تشخیص مسیرهای ایمن دریایی، تعیین دمای آب، سرعت و جهت وزش باد و ... در مسیرهای آبی قرار داده می‌شود.



یادآوری: چرخه، مجموعه‌ای از تغییرهاست که هیچگاه به پایان نمی‌رسد و بارها و بارها تکرار می‌شود. آفریدگار هستی با قرار دادن چرخه‌های طبیعی (مانند چرخه آب، چرخه سنگ، چرخه کربن و ...) زمین را گهواره‌ای مناسب برای زندگی جانداران و انسان قرار داده است. این چرخه‌ها با یکدیگر در ارتباط هستند. به طوری که تغییر هر چند اندک در یکی از چرخه‌ها، بر فعالیت‌های طبیعی چرخه‌های دیگر اثر می‌گذارد و در نتیجه توازن چرخه‌ها در کره زمین به هم می‌خورد.

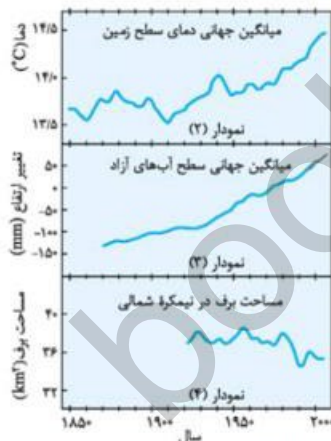
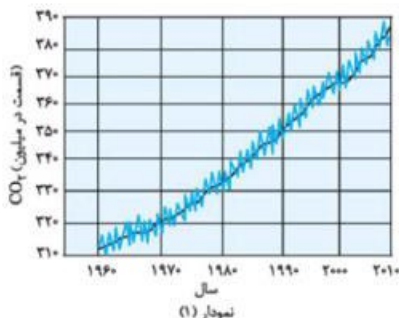
به طور مثال، باز شدن زود هنگام شکوفه‌های درختان در زمستان یکی از آثار برهم خوردن چرخه‌های طبیعی است.

در چرخه کربن، عنصر کربن به شکل کربن دی‌اکسید مصرف یا تولید می‌شود. به طوری که مقدار کربن در مجموع ثابت می‌ماند. لذا هرگونه تغییر در این چرخه، می‌تواند مقدار کربن دی‌اکسید را در هوا تغییر داده و مشکلاتی ایجاد کند.

شواهد نشان می‌دهد در طول سده گذشته، میانگین دمای کره زمین افزایش یافته و باعث تغییر شرایط آب و هوایی شده است.



به طور مثال، نمودارهای زیر تغییر میانگین گرین دی اکسید در هواکره را نشان می‌دهد که در سده اخیر اتفاق افتاده و باعث بالا آمدن سطح آب دریاها، تغییر میانگین دمای کره زمین و کاهش میانگین ارتفاع برف در نیمکره شمالی شده است.



بررسی نمودارها

(۱) با افزایش مقدار CO_2 در هواکره، دمای کره زمین افزایش یافته و با ذوب شدن برف و یخ‌های قطبی سطح آب دریاها بالا آمده است.
(۲) با افزایش مقدار CO_2 در هواکره و افزایش دمای کره زمین فصل‌ها کمی جابه‌جا شده و فصل بهار در نیمکره شمالی، نسبت به ۵۰ سال گذشته حدود یک هفته زودتر آغاز می‌شود.

آیا می‌دانید؟ دانشمندان پیش‌بینی می‌کنند که دمای کره زمین تا سال ۲۱۰۰ بین ۱/۸ تا ۴ درجه سلسیوس افزایش پیدا کند.

نکته: گرین دی اکسید که وارد هواکره می‌شود، در هوا جابه‌جا شده و می‌تواند هوای دیگر شهرها را آلوده کند. پس هر گونه رفتار ما بر روی زندگی همه مردمان جهان اثر خواهد گذاشت.



پاسخ: موارد (۱)، (ب) و (پ) با گذشت سال‌ها افزایش یافته است و گزینه (ت)، یعنی مساحت برف در نیمکره شمالی با افزایش دمای کره زمین کاهش یافته است. پس گزینه (۳) صحیح است.

تست: اگر یک خانواده در سال ۴۰۰ کیلوگرم گاز گرین دی اکسید تولید کند و در اطراف محل زندگی آن‌ها، ۵ درخت با قطر ۱۸ سانتی‌متر و ۲ درخت با قطر ۴۰ سانتی‌متر باشد، چند درصد گرین دی اکسید تولیدشده توسط درخت‌ها مصرف می‌شود؟

۶۵/۳ (۱)	۷۰/۲ (۲)	قطر درخت (سانتی‌متر)	۲۱ - ۱۴	بیش‌تر از ۳۵
۷۸/۶ (۳)	۹۰ (۴)	مقدار CO_2 مصرفی (گرم در سال)	۱۹/۱	۹۲/۷

پاسخ:

$$\begin{aligned}
 5 \times 19.1 &= 95.5 \\
 2 \times 92.7 &= 185.4 \\
 \text{کل } CO_2 \text{ جذب شده} &= 95.5 + 185.4 = 280.9 \\
 \text{درصد } CO_2 \text{ جذب شده} &= \frac{280.9}{400} \times 100 = 70.2\%
 \end{aligned}$$

پس گزینه (۲) صحیح است.



طبیعت به کمک گیاهان CO_2 را مصرف می‌کند. پس یکی از راهکارهای کاهش ردپای کربن دی‌اکسید، کاشت و مراقبت از درختان و ایجاد کمربندهای سبز در شهرها و شهرک‌های صنعتی و روستاها است. یک درخت تنومند سالانه حدود ۵۰ کیلوگرم کربن دی‌اکسید مصرف می‌کند.

اثر گلخانه‌ای



نور خورشید مجموعه‌ای پرتوهای با طول موج‌های مختلف است. می‌دانید که پرتوهای الکترومغناطیس با خود انرژی حمل می‌کنند و هر چه طول موج آن‌ها کوتاه‌تر باشد، انرژی آن‌ها بیش‌تر است. نور خورشید هنگام گذر از هواکره با مولکول‌ها و دیگر ذره‌های موجود در آن برخورد می‌کند. برخی از این پرتوها آن‌چنان پراش می‌دهند که هنگام رویارویی با مولکول‌ها آن‌ها را درهم می‌شکنند و به سطح زمین می‌رسند و برخی دیگر که انرژی کم‌تری دارند، باعث افزایش انرژی جنبشی مولکول‌ها و افزایش دمای گازهای هواکره می‌شوند.

بخشی از نور خورشید که به سطح زمین می‌رسد، باعث گرم شدن زمین می‌شود و زمین مانند یک جسم داغ از خود پرتوهای الکترومغناطیس گسیل می‌دارد. با این تفاوت که انرژی پرتوهای گسیل شده، کم‌تر و طول موج آن‌ها بلندتر است. این پرتوها به وسیله گازهای موجود در هواکره (CO_2 , CH_4 و H_2O) به دام می‌افتند و دوباره با انرژی کم‌تر به زمین بازمی‌گردند و به این ترتیب سبب گرم شدن هواکره می‌شوند.

نکته: هر چه مقدار برخی گازهای موجود در هواکره بیش‌تر باشد، هواکره بیش‌تر گرم خواهد شد و دمای آن بالاتر خواهد رفت.

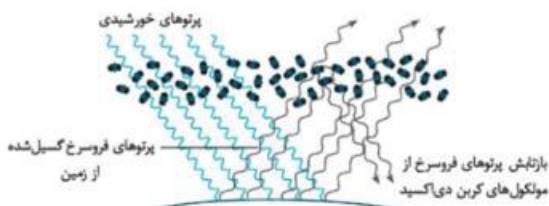
اثر گلخانه‌ای: به دام انداختن و برگرداندن انرژی تابشی به وسیله مولکول‌های کربن دی‌اکسید و گازهای دیگر موجود در هواکره را اثر گلخانه‌ای می‌گویند. **گازهای گلخانه‌ای:** گازهایی که باعث ایجاد اثر گلخانه‌ای و گرم شدن زمین می‌شوند را گازهای گلخانه‌ای می‌گویند. ($\text{H}_2\text{O(g)}$, $\text{CO}_2(\text{g})$, $\text{CH}_4(\text{g})$)

نمایی از گرمای جذب و بازتاب‌شده به وسیله زمین:



پرتوهای خورشیدی که به جو زمین (هواکره) می‌رسند:

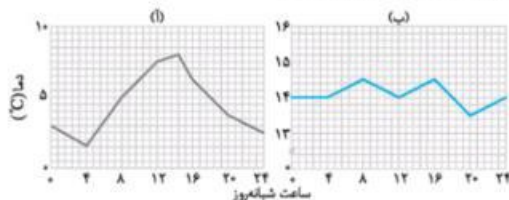
- (۱) بخش کوچکی از پرتوهای خورشیدی به وسیله هواکره جذب می‌شود.
- (۲) بخش عمده‌ای از پرتوها به وسیله زمین جذب می‌شود.
- (۳) زمین بخش قابل توجهی از گرمای جذب‌شده را به صورت تابش فروسرخ از دست می‌دهد و دوباره به سمت فضا برمی‌گردد.
- (۴) گازهای گلخانه‌ای حدود ۳۰٪ از تابش‌های فروسرخ را دوباره به سطح زمین برمی‌گردانند و مانع از خروج آن‌ها می‌شوند.



گازهای گلخانه‌ای مانند سقف پلاستیکی گلخانه به اشعه خورشید اجازه ورود می‌دهند، ولی اجازه خروج نمی‌دهند و باعث افزایش دمای گلخانه می‌شوند.

نکته: اگر هواکره وجود نداشت میانگین دمای کره زمین به 18°C - کاهش می‌یافت.

نکته: در شکل زیر، نمودار (ا) مربوط به بیرون گلخانه و نمودار (ب) مربوط به داخل گلخانه در یک روز زمستانی است. زیرا در داخل گلخانه تغییر دما در یک شبانه‌روز کم ولی در خارج از گلخانه تغییرات دما زیاد است.



مثال: با توجه به شکل روبه‌رو، به هر یک از قسمت‌های زیر پاسخ دهید.

(آ) منشأ هر یک از پرتوهای A و B چیست؟

(ب) با نوشتن دلیل، پرتوهای A و B را از نظر انرژی با یکدیگر مقایسه کنید.

(پ) کدام یک از این پرتوها باعث گرم شدن محوطه داخل گلخانه می‌شوند؟

(ت) این اثر در هواکره توسط چه مولکول‌هایی انجام می‌شود؟

پاسخ: (ا) پرتوی A که طول موج کم و انرژی بیشتری دارد و از طرف خورشید وارد گلخانه می‌شود و پرتوی B که طول موج بیشتر و انرژی کم دارد، پرتوی ضعیف‌شده‌ای است که از طرف فضای داخل گلخانه به سمت شیشه حرکت می‌کند و ولی چون انرژی کم‌تری دارد، نمی‌تواند از شیشه عبور کند.

(ب) انرژی بالایی دارد، چون از طرف خورشید وارد گلخانه می‌شود و B انرژی کم‌تری دارد، چون مقداری انرژی از طرف گلخانه جذب شده است.

(پ) پرتوی B

(ت) CO_2 و بخار آب

تست: چه تعداد از عبارت‌های زیر صحیح است؟

(آ) همه نورخورشید به سطح زمین می‌رسد.

(ب) پرتوهای وارد شده به سطح زمین انرژی بیشتری و پرتوهای گسیل‌شده از سطح زمین طول موج بیشتری دارند.

(پ) زمین بخش قابل توجهی از گرمای جذب‌شده را به‌صورت تابش فرابنفش از دست می‌دهد.

(ت) گازهای گلخانه‌ای مانع از خروج کامل گرمای آزادشده می‌شوند.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

پاسخ: موارد ب و ت درست هستند.

(آ) تنها بخشی از نورخورشید به سطح زمین می‌رسد.

(ب) زمین بخش قابل توجهی از گرمای جذب‌شده را به‌صورت تابش فروسرخ از دست می‌دهد. پس گزینه (۲) صحیح است.

مثال: در یک نیروگاه تولید برق 40% انرژی تولیدی با مصرف زغال‌سنگ، 35% انرژی تولیدی با مصرف گاز طبیعی و مابقی با مصرف نفت خام

به‌دست می‌آید، اگر این نیروگاه در مدت ۳ ماه، ۲۰ مگاوات ساعت برق تولید کند، چند کیلوگرم کربن دی‌اکسید را وارد هواکره کرده است؟ چند

درخت با قطر ۳۴-۲۹ سانتی‌متر برای مصرف کردن این مقدار CO_2 لازم است؟

راهنمایی: به ازای هر کیلو وات ساعت برق تولیدی، از زغال‌سنگ، $9/0$ کیلوگرم، از گاز طبیعی، $36/0$ کیلوگرم و از نفت

خام، $7/0$ کیلوگرم CO_2 وارد هواکره می‌شود. هر درخت $3/55$ کیلوگرم CO_2 را در سال مصرف می‌کند.

پاسخ: ابتدا مگاوات ساعت را به کیلووات ساعت تبدیل می‌کنیم:

$$\text{وات ساعت} = 20 \times 10^6 = 20000 \text{ مگاوات ساعت} \times \frac{10^6}{1} \text{ مگاوات ساعت}$$

$$\text{کیلووات ساعت} = 20000 \text{ مگاوات ساعت} \times \frac{1000}{1} = 20000000 \text{ کیلووات ساعت}$$

$$\text{سهم زغال سنگ} = \frac{20000000 \text{ کیلووات ساعت} \times \frac{1}{1000} \text{ مگاوات ساعت}}{1000000000 \text{ کیلووات ساعت}} = 20000 \text{ کیلووات ساعت}$$

$$\text{سهم گاز طبیعی} = \frac{20000000 \text{ کیلووات ساعت} \times \frac{1}{1000} \text{ مگاوات ساعت}}{1000000000 \text{ کیلووات ساعت}} = 20000 \text{ کیلووات ساعت}$$

$$\text{درصد نفت خام} = \frac{20000000 \text{ کیلووات ساعت} \times \frac{1}{1000} \text{ مگاوات ساعت}}{1000000000 \text{ کیلووات ساعت}} = 20000 \text{ کیلووات ساعت}$$

$$\text{سهم نفت خام} = \frac{20000000 \text{ کیلووات ساعت} \times \frac{1}{1000} \text{ مگاوات ساعت}}{1000000000 \text{ کیلووات ساعت}} = 20000 \text{ کیلووات ساعت}$$

$$\text{جرم کل CO}_2 \text{ تولید شده} = 20000000 \text{ کیلووات ساعت} \times \frac{1}{1000} \text{ مگاوات ساعت} = 20000000 \text{ کیلووات ساعت}$$

$$\text{درخت لازم است} = \frac{20000000 \text{ کیلووات ساعت} \times \frac{1}{1000} \text{ مگاوات ساعت}}{1000000000 \text{ کیلووات ساعت}} = 20000 \text{ کیلووات ساعت}$$

تست: برای از بین بردن ردپای کربن دی‌اکسید، ناشی از سوخت خودروی خانواده‌ی شما در یک سال، چند درخت با قطر ۲۲-۲۸ سانتی‌متر لازم است؟ مقدار کربن دی‌اکسید تولیدشده به ازای هر یک کیلووات ساعت طی شده با خودرو را برابر با ۲۵۰ گرم در نظر بگیرید. راهنمایی: هر درخت با قطر ۲۲-۲۸ سانتی‌متر می‌تواند ۲۴/۶ کیلوگرم CO₂ در سال مصرف کند و میانگین مسافت طی شده توسط خودرو در یک سال ۱۸۰۰۰ کیلووات باشد.

$$\text{پس گزینه (۲) صحیح است.}$$

$$\text{درخت لازم است} = \frac{20000000 \text{ کیلووات ساعت} \times \frac{1}{1000} \text{ مگاوات ساعت}}{1000000000 \text{ کیلووات ساعت}} = 20000 \text{ کیلووات ساعت}$$

یک شبنم شیمی

اثر گلخانه‌ای

چرا به بخار آب، (g) NO₂، (g) CO₂ و (g) CH₄ گازهای گلخانه‌ای می‌گویند؟ گلخانه، یک اتاق شیشه‌ای است که نور خورشید از شیشه‌های آن به داخل می‌تابد و هوای گلخانه را گرم می‌کند اما شیشه‌های گلخانه اجازه نمی‌دهند که این هوای گرم از گلخانه خارج شود. جو یا هوایی که در اطراف ماست، شبیه یک گلخانه است. گازهای گلخانه‌ای در جو درست مانند شیشه‌های گلخانه عمل می‌کنند. نور خورشید پس از عبور از لایه‌های گازهای گلخانه‌ای، وارد جو زمین می‌شود. زمانی که نور خورشید به سطح زمین می‌رسد، مقداری از انرژی گرمایی آن توسط خاک، آب و سایر موجودات جذب می‌شود، مقداری هم در جو می‌ماند و باقی‌مانده آن به فضا پرمی‌گردد. اگر مقدار گازهای گلخانه‌ای در جو از حد طبیعی بالاتر باشد، انرژی کم‌تری به فضا پرمی‌گردد، در نتیجه جو زمین گرم‌تر می‌شود و به دنبال آن دمای کره زمین بالا می‌رود.

- تلویزیون تماشا می‌کنید.
- با کامپیوتر بازی می‌کنید.
- از کولر استفاده می‌کنید.
- موبایل خود را شارژ می‌کنید.
- چراغ روشن می‌کنید.
- لباس می‌شوید.
- سوار اتومبیل می‌شوید.
- غذا در مایکروویو گرم می‌کنید و ...

چون شما برای انجام این کارها به برق و سوخت نیاز دارید، این برق و سوخت از کجا می‌آید؟ نیروگاه‌ها، زغال سنگ و نفت را می‌سوزانند تا برق تولید کنند و پالایشگاه‌ها نیز برای تصفیه نفت خام و تولید نفت و بنزین، سوخت مصرف می‌کنند. سوزاندن نفت و زغال سنگ هم گاز گلخانه‌ای تولید می‌کند. پس هرچه ما بیشتر برق مصرف کنیم، نیروگاه‌ها از سوخت بیش‌تری استفاده می‌کنند و در نتیجه گازهای گلخانه‌ای زیادتری تولید می‌شود.

تست: کدام مطلب نادرست است؟

- (۱) تقریباً همه نور خورشید هنگام گذر از هواکره به سطح زمین می‌رسد.
 - (۲) پس از تابش نور خورشید به سطح زمین، زمین گرم شده و از خود پرتوهای الکترومغناطیس گسیل می‌کند.
 - (۳) برخی از گازهای موجود در هواکره مانع از خروج پرتوهای بازتابش شده از سطح زمین می‌شوند.
 - (۴) طول موج پرتوهای بازتابش شده از سطح زمین، بلندتر از تابش پرتوهای خورشید می‌باشد.
- پاسخ:** گزینه‌های (۲)، (۳) و (۴) عبارتهای درست هستند.
- اما در گزینه (۱) عبارت گفته شده نادرست است. زیرا نور خورشید هنگام گذر از هواکره با مولکول‌ها و دیگر ذره‌های آن برخورد می‌کند و تنها بخشی از آن به سطح زمین می‌رسد، بنابراین گزینه (۱) نادرست بوده و جواب تست می‌باشد.

شیمی سبز: راه‌ها برای حفاظت از هواکره

شامل فرایندها و فرآورده‌هایی است که با بهره‌گیری از منابع طبیعی، کیفیت زندگی را افزایش داده و همزمان از طبیعت محافظت می‌کنند. در شیمی سبز، تولید و مصرف مواد شیمیایی که ردپای سنگینی روی کره زمین دارند، کاهش می‌یابد یا متوقف می‌شود.

تولید سوخت سبز

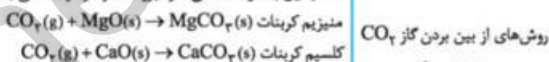


مزارع سویا برای تولید سوخت سبز

- ۱- در ساختار خود افزون بر کربن و هیدروژن، اکسیژن نیز دارد.
- ۲- از پسماندهای گیاهی مانند شاخ و برگ گیاه سویا، نیشکر و دانه‌های روغنی به دست می‌آید.
- ۳- زیست تخریب پذیر است.
- ۴- دارای نمونه‌هایی هم چون اتانول و روغن‌های گیاهی است.

آیا می‌دانید؟ شرکت‌های بزرگ خودروسازی، کربن دی‌اکسید تولیدشده از خودروها را به ازای طی یک کیلومتر، از ۱۶۵ گرم به ۱۳۰ گرم کاهش داده‌اند. به امید آن‌که در کشور ما هم اتفاق بیفتد.

۱- تبدیل به مواد معدنی: در نیروگاه‌ها و مراکز صنعتی با CaO و MgO به یک جامد تبدیل می‌کنند.



۲- دفن کردن: سنگ‌های متخلخل زیر زمین و میدان‌های قدیمی نفت و گاز که خالی هستند، محل مناسبی برای نگهداری آن

نگهداری گاز CO_2 می‌باشند.



دفن کردن CO_2

توجه: دفن کردن CO_2 یکی از بهترین راه‌ها برای نگهداری CO_2 است، زیرا هم امنیت دارد و هم به بازیافت نفت و گاز کمک می‌کند. از معایب دفن کردن CO_2 یکی زمان‌بر بودن آن و مشکل دیگر این‌که می‌تواند سبب زمین‌لرزه شود.

پلاستیک‌های سبز (زیست تخریب پذیر): پلیمرهایی هستند که بر پایه مواد گیاهی مانند نشاسته ساخته می‌شوند و به همین دلیل در ساختار آن‌ها اکسیژن نیز وجود دارد. این پلاستیک در مدت زمان نسبتاً کوتاهی تجزیه می‌شود و به طبیعت باز می‌گردد.

توسعه پایدار

یعنی این‌که در تولید یک فرآورده، همه هزینه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی آن در نظر گرفته شود. قیمت تمام‌شده یک کالا را کارخانه تولیدکننده آن با حساب کردن کل هزینه‌های تولید و با در نظر گرفتن سود آن شرکت مشخص می‌کند. در این حالت برای حساب کردن قیمت تمام‌شده فقط ملاحظات اقتصادی درنظر گرفته شده است؛ اما هر کالایی به اقتصاد کشور هزینه‌هایی را تحمیل می‌کند که روی قیمت تمام‌شده اضافه نشده است. پس:

توسعه پایدار بیان می‌کند، هرازه در مجموع شرکت‌ها و کارخانه‌ها، کالاهایی را تولید کنند که قیمت تمام‌شده تولید کالا برای کشور کاهش بیابد، این توسعه سبب رشد واقعی کشور می‌شود و در دراز مدت سبب حفظ یا کاهش مصرف منابع طبیعی می‌شود.

مثال: اگر شرکتی که یک ماده خوراکی تولید می‌کند، در تولید این ماده استانداردهای لازم را رعایت نکند (بسته‌بندی مناسب به کار نگیرد، موارد بهداشتی را رعایت نکند و...) مصرف این ماده خوراکی به سلامت شهروندان و محیط زیست آسیب خواهد زد. در این حالت قیمت تمام‌شده این کالا برای کشور بسیار بیش‌تر از قیمتی است که روی آن ثبت شده است.

توجه: هیدروژن می‌تواند جایگزین مناسبی برای سوخت‌های فسیلی شود. به این علت با وجود این‌که تولید، حمل‌ونقل و نگهداری آن بسیار پرهزینه است، اما برخی کشورها برای تولید آن سرمایه‌گذاری هنگفتی می‌کنند و دلیل آن این است که آلاینده‌ی ندارد و این کشورها ملاحظات اجتماعی و زیست‌محیطی را بر هزینه زیاد آن ترجیح می‌دهند و تولید آن باعث توسعه پایدار می‌شود.

نکات مربوط به هیدروژن به عنوان یک سوخت مناسب: (۱) فراوان‌ترین عنصر در جهان است که به شکل ترکیب‌های گوناگون یافت می‌شود و مانند سوخت‌های فسیلی با اکسیژن می‌سوزد و فقط بخار آب و گرما و نور تولید می‌کند و آلاینده‌ی کم‌تری دارد. (۲) به ازای سوختن یک گرم هیدروژن نسبت به سوختن یک گرم از سوخت‌های فسیلی، گرمای بیش‌تری آزاد می‌شود.

نام سوخت	بنزین	زغال‌سنگ	هیدروژن	گاز طبیعی
گرمای آزادشده (کیلوژول به ازای یک گرم)	۴۸	۳۰	۱۴۳	۵۴
فرآورده‌های سوختن	$\text{CO}_2, \text{CO}, \text{H}_2\text{O}$	$\text{CO}_2, \text{CO}, \text{H}_2\text{O}, \text{SO}_2$	H_2O	$\text{CO}_2, \text{CO}, \text{H}_2\text{O}$
قیمت (ریال به ازای یک گرم)	۱۴	۴	۲۸۰۰	۵

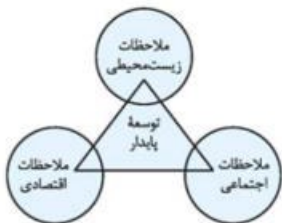
با توجه به جدول فوق می‌توان نتیجه گرفت:

(۱) زغال‌سنگ بیش‌ترین آلاینده و کم‌ترین گرما را تولید می‌کند. (۲) زغال‌سنگ ارزان‌ترین سوخت است ولی موجب توسعه پایدار نمی‌شود.

(۳) بنزین و گاز طبیعی فرآورده سوختن یکسان دارند. (۴) آلاینده SO_2 فقط از سوختن زغال‌سنگ تولید می‌شود.

(۵) از نظر گرمای سوختن به ازای یک گرم از ماده: زغال‌سنگ > بنزین > گاز طبیعی > هیدروژن

نتیجه: توسعه پایدار یعنی ملاحظات اجتماعی، زیست‌محیطی و اقتصادی را در نظر بگیریم.



مثال: در برخی کشورها از اتانول ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) به عنوان سوخت سبز، به جای سوخت‌های فسیلی (گازوئیل، بنزین و ...) استفاده می‌شود:

(آ) معادله سوختن کامل اتانول را بنویسید و موازنه کنید.

(ب) استفاده از اتانول به جای سوخت‌های فسیلی چه اثری بر میزان آلاینده‌هایی دارد که به هوا کره وارد می‌شوند؟

پاسخ:



(ب) از سوختن اتانول برخلاف سوخت‌های فسیلی، آلاینده‌هایی مثل SO_2 و C_xH_y تولید نمی‌شوند.

تست: از سوختن کدام سوخت تنها یک نوع فرآورده تولید می‌شود؟

(۱) هیدروژن (۲) بنزین (۳) گاز طبیعی (۴) زغال‌سنگ

پاسخ: از سوختن هیدروژن فقط آب تولید می‌شود. پس گزینه (۱) صحیح است.

اوزون

بررسی‌ها نشان می‌دهد که عنصر اکسیژن به شکل دیگری نیز در هواکره یافت می‌شود که به اوزون شهرت دارد.

۱- مولکول سه‌اتمی دارد. (O_3)

اوزون گازی است که: ۲- در لایه‌های بالایی هواکره (استراتوسفر) مانند یک پوشش نازک دور تا دور کره زمین را احاطه می‌کند.

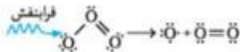
۳- مقدار آن در هواکره ناچیز است.

آلوتروپ: به شکل‌های مولکولی یا بلوری یک عنصر، آلوتروپ یا دگرشکل می‌گویند. O_2 و O_3 ، آلوتروپ‌های اکسیژن هستند.

نکته: لایه اوزون به منطقه‌ای مشخص از استراتوسفر گفته می‌شود که بیش‌ترین مقدار اوزون در آن محدود قرار دارد.

چگونگی محافظت کره زمین از اشعه های خطرناک خورشیدی توسط اوزون

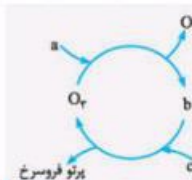
با توجه به ساختار لوپس اوزون (O_3) در هر مولکول اوزون سه پیوند کووالانسی وجود دارد. هنگامی که تابش پرتوی فرابنفش به این مولکول می رسد، پیوند کووالانسی یگانه بین دو اتم اکسیژن می شکند و O_2 و O به O_2 تبدیل می شود.



و در ادامه ذره های تولید شده، می توانند دوباره در واکنش با یکدیگر، مولکول اوزون را تولید کنند که در اثر این واکنش مقداری انرژی به شکل فرسوخ آزاد می شود.

نکته: با تکرار این دو واکنش، لایه اوزون پخش قابل توجهی از تابش فرابنفش را جذب و تابش های کم انرژی تر فرسوخ را به زمین گسیل می کند.

نکته: دلیل افزایش دما در لایه استراتوسفر که در ابتدای این فصل خواندید، جذب تابش پرتوی فرابنفش به وسیله مولکول های اوزون و آزاد شدن دوباره انرژی به صورت تابش کم انرژی فرسوخ (انرژی گرمایی) است. البته میانگین دما از -46°C بالاتر نمی رود.



مثال: (آ) نام چرخه روبه رو را بنویسید.

(ب) a, b و c را مشخص کنید.

(پ) با انجام این چرخه، غلظت اوزون تغییر می کند یا ثابت می ماند؟

پاسخ: (آ) چرخه اوزون در استراتوسفر

(ب) a: پرتو فرابنفش، b: O_2 ، c: O

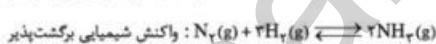
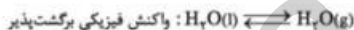
(پ) ثابت می ماند.

نکته: واکنش تبدیل O_2 به O_3 را می توان به صورت یک واکنش برگشت پذیر نشان داد.



انجام شدن این واکنش ها در استراتوسفر باعث می شود که غلظت O_3 در این لایه ثابت بماند و اوزون با از بین رفتن و جذب پرتوهای خطرناک فرابنفش و با تولید مجدد و آزاد کردن پرتوهای کم خطر فرسوخ باعث می شود که موجودات کره زمین از اثرات زیانبار پرتوهای فرابنفش در امان بمانند. واکنش (آ) واکنش رفت و واکنش (پ) واکنش برگشت است. واکنش زمانی برگشت پذیر می باشد که در شرایط مناسب فرآورده ها بتوانند واکنش دهنده ها را تولید کنند.

مثال:

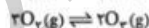


واکنش هایی که در آن ها فرآورده ها نیز می توانند با هم واکنش داده و واکنش دهنده ها را دوباره تولید کنند.

در این واکنش ها امکان پیشرفت در هر دو جهت رفت و برگشت وجود دارد.

این واکنش ها را با فلش دوطرفه « $\rightleftharpoons$ » نمایش می دهند.

چند مثال:



• تولید آمونیاک به روش هابر:

• تولید گاز اوزون:

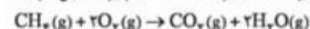
• شارژ شدن باتری های قابل شارژ

انواع واکنش

واکنش هایی که تنها در جهت پیشرفت می کنند و امکان انجام آن ها در جهت برگشت وجود ندارد.

این واکنش ها را با فلش یک طرفه « $\rightarrow$ » نمایش می دهند.

چند مثال:



• انفجار نیتروگلیسرین:

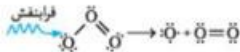
• سوختن گاز متان:

برگشت پذیر

برگشت ناپذیر

چگونگی محافظت کره زمین از اشعه های خطرناک خورشیدی توسط اوزون

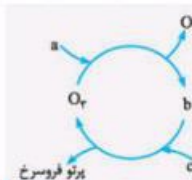
با توجه به ساختار لوپس اوزون (O_3) در هر مولکول اوزون سه پیوند کووالانسی وجود دارد. هنگامی که تابش پرتوی فرابنفش به این مولکول می رسد، پیوند کووالانسی یگانه بین دو اتم اکسیژن می شکند و O_2 و O به O_2 تبدیل می شود.



و در ادامه ذره های تولید شده، می توانند دوباره در واکنش با یکدیگر، مولکول اوزون را تولید کنند که در اثر این واکنش مقداری انرژی به شکل فرسوخ آزاد می شود.

نکته: با تکرار این دو واکنش، لایه اوزون پخش قابل توجهی از تابش فرابنفش را جذب و تابش های کم انرژی تر فرسوخ را به زمین گسیل می کند.

نکته: دلیل افزایش دما در لایه استراتوسفر که در ابتدای این فصل خواندید، جذب تابش پرتوی فرابنفش به وسیله مولکول های اوزون و آزاد شدن دوباره انرژی به صورت تابش کم انرژی فرسوخ (انرژی گرمایی) است. البته میانگین دما از -46°C بالاتر می رود.



مثال: (آ) نام چرخه روبه رو را بنویسید.

(ب) a, b و c را مشخص کنید.

(پ) با انجام این چرخه، غلظت اوزون تغییر می کند یا ثابت می ماند؟

پاسخ: (آ) چرخه اوزون در استراتوسفر

(ب) a: پرتو فرابنفش، b: O_2 ، c: O_3

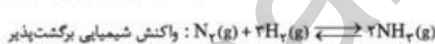
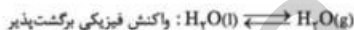
(پ) ثابت می ماند.

نکته: واکنش تبدیل O_2 به O_3 را می توان به صورت یک واکنش برگشت پذیر نشان داد.



انجام شدن این واکنش ها در استراتوسفر باعث می شود که غلظت O_3 در این لایه ثابت بماند و اوزون با از بین رفتن و جذب پرتوهای خطرناک فرابنفش و با تولید مجدد و آزاد کردن پرتوهای کم خطر فرسوخ باعث می شود که موجودات کره زمین از اثرات زیانبار پرتوهای فرابنفش در امان بمانند. واکنش (آ) واکنش رفت و واکنش (پ) واکنش برگشت است. واکنش زمانی برگشت پذیر می باشد که در شرایط مناسب فرآورده ها بتوانند واکنش دهنده ها را تولید کنند.

مثال:

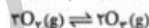


واکنش هایی که در آن ها فرآورده ها نیز می توانند با هم واکنش داده و واکنش دهنده ها را دوباره تولید کنند.

در این واکنش ها امکان پیشرفت در هر دو جهت رفت و برگشت وجود دارد.

این واکنش ها را با فلش دوطرفه « $\rightleftharpoons$ » نمایش می دهند.

چند مثال:



• تولید آمونیاک به روش هابر:

• تولید گاز اوزون:

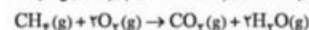
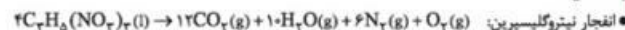
• شارژ شدن باتری های قابل شارژ

انواع واکنش

واکنش هایی که تنها در جهت پیشرفت می کنند و امکان انجام آن ها در جهت برگشت وجود ندارد.

این واکنش ها را با فلش یک طرفه « $\rightarrow$ » نمایش می دهند.

چند مثال:



• انفجار نیتروگلیسرین:

• سوختن گاز متان:

برگشت پذیر

برگشت ناپذیر



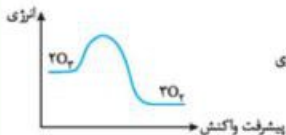
نکته: در باتری‌های قابل شارژ، واکنش‌های شیمیایی برگشت‌پذیر رخ می‌دهد.

مثال: آیا اوزون فقط در استراتوسفر وجود دارد و فقط نقش مفید و محافظتی دارد؟

- پاسخ:** خیر، اوزون در لایه تروپوسفر نیز یافت می‌شود و از آن‌جا که اوزون از اکسیژن واکنش‌پذیرتر است (به علت ساختار آن)، این ماده:
- (۱) آلاینده‌ای سمی و خطرناک است.
 - (۲) با وجود اوزون در هوایی که تنفس می‌کنیم، سبب سوزش چشم و آسیب دیدن ریه‌ها می‌شود.

نکته: اوزون گازی دو چهره است. در بخش پایینی هواکره یک آلاینده و در بخش‌های بالایی آن یک پالاینده یا صافی به‌شمار می‌رود.

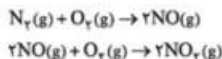
اکسیژن ساختاری خطی $\ddot{O}=\ddot{O}=\ddot{O}$ دارد و جرم مولی آن برابر ۳۲ گرم بر مول و دمای جوش و چگالی آن کمتر از اوزون است. در حالی‌که اوزون با ساختاری خمیده H_2O ، و جرم مولی ۴۸ گرم بر مول دمای جوش و چگالی بیش‌تری نسبت به گاز اکسیژن داشته و ناپایدارتر می‌باشد. به عبارت دیگر، ساختار هر ماده تعیین‌کننده خواص و رفتار آن است و اوزون با داشتن ساختار خمیده و پیوندهای ضعیف‌تر، ناپایدارتر از اکسیژن است. در صنعت از گاز اوزون برای گندزدایی میوه‌ها و سبزیجات و از بین بردن جانداران شرمبینی درون آب استفاده می‌شود.



نکته: واکنش $2\text{O}_3(\text{g}) \rightarrow 3\text{O}_2(\text{g})$ یک فرایند گرماده است و نشان می‌دهد که سطح انرژی اوزون بالاتر از اکسیژن بوده و به این دلیل ناپایدارتر است.

اوزون تروپوسفری از کجا می‌آید؟

گاز نیتروژن به عنوان اصلی‌ترین جزء سازنده هواکره، واکنش‌پذیری بسیار کمی دارد و به طور معمول با اکسیژن واکنش نمی‌دهد، اما در اثر رعد و برق و ایجاد دمای بالا، گاز نیتروژن با گاز اکسیژن هوا ترکیب شده و اکسیدهای نیتروژن حاصل می‌شوند.



نکته: در هوای آلوده شهرهای صنعتی و بزرگ نیز مقدار قابل توجهی اکسیدهای نیتروژن وجود دارد که این گازها در واقع از واکنش گازهای نیتروژن و اکسیژن درون موتور خودرو در دمای بالا به وجود می‌آیند. گاز نیتروژن دی‌اکسید به رنگ قهوه‌ای است. به این علت هوای شهرهای آلوده به رنگ قهوه‌ای روشن دیده می‌شود.

از واکنش نیتروژن دی‌اکسید با گاز اکسیژن در حضور نور خورشید در لایه تروپوسفر گاز اوزون تشکیل می‌شود.



تست: مهم‌ترین گاز گلخانه‌ای گاز و مولد اوزون تروپوسفری گاز است.



پاسخ: گزینه (۲) صحیح است.

تست: در روزهای خشک و آفتابی، کدام مورد منجر به رنگ قهوه‌ای روشن هوای شهر می‌شود؟

(۱) اوزون تروپوسفری تولیدشده

(۲) خروجی از اگزوز خودروها

(۳) مولکول‌های سودمند اکسیژن

پاسخ: گزینه (۲) صحیح است.

قسمت هشتم

رفتار گازها

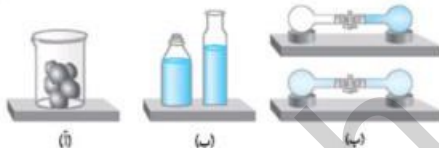
فصل

۲



پخش شدن بوی نان تازه، دود اسپند، گلاب و بوی گل محمدی در فضای خانه، نشان می‌دهد که مولکول‌های یک ماده گازی در هوا منتشر شده و به پخته‌های بویایی ما رسیده است. ماده به حالت گاز شکل و حجم معینی ندارد، بلکه به شکل ظرف محتوی آن درمی‌آید و همه فضای ظرف را اشغال می‌کند. پس حجم گاز با حجم ظرف محتوی آن برابر است.

شکل‌های مقابل نشان می‌دهند که:



(ا) ماده جامد شکل و حجم معینی دارد.

(ب) مایع شکل معینی ندارد، ولی حجم معین دارد.

(پ) گاز شکل و حجم معینی ندارد.

قانون بویل: حجم اشغال شده به وسیله نمونه‌ای از یک گاز در دمای ثابت با فشار وارد بر آن نسبت وارونه دارد.



$P \times V = K$ (دما و مقدار گاز ثابت هستند)

نکته: رابطه ریاضی قانون بویل به صورت زیر است:

K : مقداری ثابت است و به مقادیر P و V بستگی ندارد.

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

رابطه بین فشار و حجم در دو حالت مختلف (۱) و (۲) به صورت زیر است:

نکته: در استفاده از این رابطه نوع یکای به کار رفته، برای فشار و حجم مهم نیست؛ ولی باید در دو طرف معادله هم‌یکا باشند.

مثال: یک بالون هواشناسی در سطح دریا که فشار آن 760 mm Hg است، تا حجم 250 لیتر از گاز هلیم پُر شده است. با فرض ثابت ماندن

دما اگر بالون تا ارتفاع 25 km که فشار در آنجا فقط 10 mm Hg است، بالا رود، حجم بالون چند لیتر خواهد بود؟

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow 760 \times 250 = 10 \times V_2 \Rightarrow V_2 = 19000 \text{ L}$$

پاسخ:

قانون شارل: حجم یک نمونه گاز در فشار ثابت، با دمای مطلق آن (T) نسبت مستقیم دارد. یعنی با افزایش دما، انرژی جنبشی مولکول‌های گاز افزایش یافته و فضای بیش‌تری اشغال می‌کنند. اگر فشار ثابت باشد، خواهیم داشت:

$$\frac{V}{T} = K \text{ (فشار و مقدار گاز ثابت هستند)}$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

نکته: در استفاده از این رابطه، یکای دما باید کلوین باشد.

مثال: نمونه‌ای از گاز CO_2 در یک سرنگ وجود دارد. این گاز در دمای اتاق (20°C) از حجم سرنگ و اشغال کرده است. اگر سرنگ را در دست خود نگه دارید تا دمای آن به 37°C برسد، حجم نهایی گاز درون سرنگ چقدر است؟

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

پاسخ: در فشار ثابت رابطه بین حجم و دما به صورت مقابل است:

$$T_1 = 20 + 273 = 293\text{K}, V_1 = 25\text{mL}, T_2 = 37 + 273 = 310\text{K}, V_2 = ?\text{mL}$$

$$\Rightarrow \frac{25}{293} = \frac{V_2}{310} \Rightarrow V_2 = \frac{310 \times 25}{293} = 26.4\text{mL}$$

تست: دمای یک نمونه گاز در فشار ثابت با حجم 2500mL برابر 27°C می‌باشد. دما هنگامی که حجم گاز به 2200mL کاهش یابد، برحسب درجه سلسیوس کدام است؟

$$-9^\circ\text{C} \quad 9^\circ\text{C} \quad 264^\circ\text{C} \quad -264^\circ\text{C}$$

پاسخ:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}, 27 + 273 = 300\text{K} \Rightarrow \frac{2500}{300} = \frac{2200}{T_2} \Rightarrow T_2 = 264\text{K} \Rightarrow 264 - 273 = -9^\circ\text{C}$$

گزینه (۱) صحیح است.

تست: اگر در دمای ثابت بخواهیم فشار گازی را 20% افزایش دهیم، حجم آن به طور تقریبی چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟

$$16/67\% \text{ افزایش} \quad 16/67\% \text{ کاهش} \quad 26/67\% \text{ افزایش} \quad 26/67\% \text{ کاهش}$$

پاسخ: در برخی از مسائل، درصد تغییرات یک کمیت خواسته می‌شود در چنین شرایطی درصد تغییرات کمیت مورد نظر (حجم) را نسبت به مقدار اولیه بایستی محاسبه کرد.

$$\times 100 = \frac{\text{تغییرات کمیت مورد نظر}}{\text{مقدار اولیه}} = \text{درصد تغییرات کمیت مورد نظر}$$

$$P_2 = P_1 + \frac{20}{100} P_1 = 1.2 P_1 \Rightarrow P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow P_1 V_1 = 1.2 P_1 \times V_2 \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{1}{1.2} = \frac{10}{12} = \frac{5}{6}$$

$$\text{درصد تغییر حجم} = \frac{\Delta V}{V_1} \times 100 = \frac{V_2 - V_1}{V_1} \times 100 = \frac{\frac{5}{6} V_1 - V_1}{V_1} \times 100 = \frac{-\frac{1}{6} V_1}{V_1} \times 100 = \frac{-100}{6} = -16.67\%$$

چون درصد تغییرات حجم منفی است پس حجم گاز کاهش یافته است. بنابراین گزینه (۲) صحیح است.

توجه: اگر علامت درصد تغییر برای یک کمیت منفی شود یعنی طی فرایند، مقدار آن کمیت کاهش و اگر علامت درصد تغییر مثبت باشد یعنی طی فرایند، مقدار آن کمیت افزایش یافته است.

چهار قانون

چهار کمیت مربوط به هم یعنی فشار، حجم، دما و مقدار گاز را می‌توان برای توصیف حالت یک گاز به کار برد. سه قانون شارل، بویل و آووگادرو نشان می‌دهند که چگونه یک خاصیت گاز، با تغییر کردن خاصیت دیگر، وقتی سایر خواص ثابت می‌مانند، تغییر می‌کند.

قانون بویل	قانون شارل	قانون آووگادرو
$V \propto \frac{1}{P}$	$V \propto T$	$V \propto n$
(n و T ثابت)	(n و P ثابت)	(P و T ثابت)

$$V \propto \frac{nT}{P}$$

$$V = R \frac{nT}{P}$$

اگر هر سه قانون با هم تلفیق شوند، نتیجه به صورت رویبرو خواهد بود:

در صورتی که به جای تناسب، مساوی قرار دهیم، ثابت R را بایستی بنویسیم. R ثابت عمومی گازها نامیده می‌شود.

$$P \times V = n \times R \times T$$

حجم (لیتر) دما (برحسب کلوین)

فشار (اتمسفر)

$R = 0.082 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{K} \cdot \text{mol}}$ ثابت عمومی گازها

(n) تعداد مول (m) جرم گاز (M) جرم مولی گاز

تست: ۱۰۰ گرم گاز N_2 در ظرفی سربسته در اختیار داریم. اگر آن را با ۱۰۰ گرم He جایگزین کنیم به نحوی که فشار و حجم آن نصف مقدار اولیه شود، دمای گاز هلیوم نسبت به گاز N_2 چقدر خواهد بود؟ ($He = 4 \text{ g.mol}^{-1}$)

$$T_{He} = \frac{1}{V} T_{N_2} \quad (2) \quad T_{He} = \frac{1}{28} T_{N_2} \quad (3) \quad T_{He} = 14 T_{N_2} \quad (2) \quad T_{He} = 7 T_{N_2} \quad (1)$$

پاسخ:

$$\frac{n(N_2)}{n(He)} = \frac{P_{N_2} \times V_{N_2} \times T_{He}}{P_{He} \times V_{He} \times T_{N_2}} = \frac{100 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol } N_2}{28 \text{ g } N_2}}{100 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol } He}{4 \text{ g } He}} = \frac{P_{N_2} \times V_{N_2} \times T_{He}}{\frac{1}{7} P_{N_2} \times \frac{1}{7} V_{N_2} \times T_{N_2}}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{V} = 7 \times 7 \times \frac{T_{He}}{T_{N_2}} \Rightarrow T_{He} = \frac{1}{28} T_{N_2} \Rightarrow \text{گزینه (3) صحیح است.}$$

شرایط STP

حجم یک نمونه گاز وابسته به مقدار، دما و فشار آن است و با تغییر هر کدام از این کمیت‌ها، حجم گاز تغییر می‌کند. برای این‌که بتوان رابطه‌ای میان حجم و مقدار یک نمونه گاز را یافت، باید دما و فشار را ثابت در نظر گرفت.

برای این کار شیمی‌دان‌ها دمای صفر درجه سلسیوس و فشار ۱ atm را به عنوان شرایط استاندارد (STP) ارائه دادند.

در دمای صفر درجه سلسیوس و فشار ۱ atm، یک مول از هر گازی حجم یکسان و برابر ۲۲/۴ L دارد.

قانون آووگادرو: در دما و فشار یکسان، حجم یک مول از گازهای گوناگون با هم برابر است.

از قانون آووگادرو می‌توان نتیجه گرفت که یک مول از گازهای مختلف تعداد مولکول برابر (6.02×10^{23}) دارند.

$$1 \text{ mol} = 6.02 \times 10^{23} \text{ مولکول}$$

جدول زیر نشان می‌دهد که با افزایش شمار مول‌های هر گاز، حجم آن افزایش می‌یابد. پس حجم یک نمونه گاز با شمار مول‌های آن رابطه مستقیم دارد.

مثال	۱	۲	۳	۴	۵
گاز	H_2	Ne	CO_2	O_2	He
ظرف محتوی گاز					
مول (mol)	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۵۰	۰/۵۰	۱/۰
حجم (L)	۵/۶	۵/۶	۱۱/۲	۱۱/۲	۲۲/۴
جرم (g)	۰/۵۰	۵/۰	۲۲/۰	۱۶/۰	۴/۰

ضریب استوکیومتری

به بخشی از دانش شیمی که به ارتباط کمی میان مواد شرکت‌کننده (واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده‌ها) در هر واکنش می‌پردازد، استوکیومتری^۱ واکنش می‌گویند. دانشی که کمک می‌کند تا شیمی‌دان‌ها و مهندسان در آزمایشگاه و صنعت با بهره‌گیری از آن، مشخص کنند که برای تولید مقدار معینی از یک فرآورده به چه مقدار از هر واکنش‌دهنده نیاز است.

به هریک از ضرایب مواد شرکت‌کننده در یک معادله موازنه‌شده، ضریب استوکیومتری می‌گویند.

۱- در مورد گازهای تک‌اتمی (گازهای نجیب)، به جای مولکول‌ها، اتم‌ها وجود دارند، مثل Ar.

مثال: در واکنش $2\text{NH}_3(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$ ، ضریب استوکیومتری H_2 برابر ۳، ضریب استوکیومتری N_2 برابر ۱ و ضریب استوکیومتری NH_3 برابر ۲ می‌باشد. پس می‌توان نوشت:

$$\frac{H_2 \text{ مول}}{N_2 \text{ مول}} = \frac{3}{1}$$

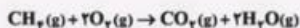
یعنی نسبت مول H_2 به مول N_2 برابر $\frac{3}{1}$ است.

نسبت مول H_2 به مول NH_3 برابر است با:

$$\frac{\text{mol } H_2}{\text{mol } NH_3} = \frac{3}{2} \quad \text{یا} \quad \frac{3 \text{ mol } H_2}{2 \text{ mol } NH_3}$$

توجه: به کسرهای $\frac{3 \text{ mol } H_2}{2 \text{ mol } NH_3}$ و $\frac{1 \text{ mol } N_2}{2 \text{ mol } H_2}$ کسر تبدیل می‌گویند. می‌توان با استفاده از کسر تبدیل‌ها شمار مول‌های هر کدام از مواد شرکت‌کننده در واکنش را از شمار مول‌های دیگری به‌دست آورد.

مثال: با توجه به معادله واکنش سوختن کامل متان، به موارد خواسته شده پاسخ دهید.



(ب) نسبت مولی کربن دی‌اکسید به متان

(ت) نسبت مولی متان به آب

$$\frac{1 \text{ mol } CH_4}{2 \text{ mol } H_2O} \quad (ت)$$

$$\frac{2 \text{ mol } H_2O}{1 \text{ mol } CO_2} \quad (ب)$$

$$\frac{1 \text{ mol } CO_2}{1 \text{ mol } CH_4} \quad (ب)$$

$$\frac{2 \text{ mol } O_2}{1 \text{ mol } CH_4} \quad (پاسخ: ا)$$



رابطه مول - مول:

$$\text{mol } B = x \text{ mol } A \times \frac{b \text{ mol } B}{a \text{ mol } A} \quad \text{یا} \quad \text{mol } A = y \text{ mol } B \times \frac{a \text{ mol } A}{b \text{ mol } B}$$



مثال: با توجه به معادله سوختن اوکتان:

(آ) برای تولید ۳ مول بخار آب به چند مول اوکتان نیاز است؟

(ب) ۴ مول اوکتان با چند مول اکسیژن به طور کامل واکنش می‌دهد؟

(پ) چند مول CO_2 از سوختن ۵ مول اوکتان حاصل می‌شود؟

(پاسخ: ا)

$$? \text{ mol اوکتان} = 3 \text{ mol } H_2O \times \frac{2 \text{ mol } C_8H_{18}}{18 \text{ mol } H_2O} = \frac{1}{3} \text{ mol } C_8H_{18}$$

$$? \text{ mol } O_2 = 4 \text{ mol } C_8H_{18} \times \frac{25 \text{ mol } O_2}{2 \text{ mol } C_8H_{18}} = 50 \text{ mol } O_2$$

$$? \text{ mol } CO_2 = 5 \text{ mol } C_8H_{18} \times \frac{16 \text{ mol } CO_2}{2 \text{ mol } C_8H_{18}} = 40 \text{ mol } CO_2$$

نکته: مجموع مول‌های اتم‌ها در $\frac{1}{3}$ مول $Al_2(CO_3)_3$ کدام است؟

۵ (ف)

۶ (ت)

$\frac{1}{12}$ (پ)

$\frac{4}{12}$ (ا)

$$? \text{ mol } Al = \frac{1}{3} \text{ mol } Al_2(CO_3)_3 \times \frac{2 \text{ mol } Al}{1 \text{ mol } Al_2(CO_3)_3} = \frac{2}{3} \text{ mol } Al$$

$$? \text{ mol } C = \frac{1}{3} \text{ mol } Al_2(CO_3)_3 \times \frac{3 \text{ mol } C}{1 \text{ mol } Al_2(CO_3)_3} = 1 \text{ mol } C$$

$$? \text{ mol } O = \frac{1}{3} \text{ mol } Al_2(CO_3)_3 \times \frac{9 \text{ mol } O}{1 \text{ mol } Al_2(CO_3)_3} = 3 \text{ mol } O$$

$$\frac{2}{3} + 1 + 3 = \frac{14}{3} \text{ mol}$$

روش دوم:

$$? \text{ mol atom} = \frac{1}{3} \text{ mol } Al_2(CO_3)_3 \times \frac{14 \text{ mol atom}(Al_2C_3O_9)}{1 \text{ mol } Al_2(CO_3)_3} = \frac{14}{3} \text{ mol}$$

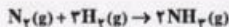
یا می‌توان از نسبت ساده‌تری استفاده کرد:

گزینۀ (۱) صحیح است.

نکته: رابطه لیتز - لیتز: این رابطه مانند رابطه مول - مول است، با این شرط که اگر همه مواد شرکت کننده در یک واکنش، گازی باشند، می توان از کسر- تبدیل لیتز - لیتز استفاده کرد. زیرا نسبت حجمی آن ها، همان نسبت مولی می باشد.



$$?L A = xLB \times \frac{aL A}{bLB} \quad \text{یا} \quad ?LB = yLA \times \frac{bLB}{aLA}$$



مثال: نیتروژن با هیدروژن طبق واکنش داده شده، گاز آمونیاک تولید می کند. (شرایط STP)

(آ) برای واکنش کامل ۵ لیتر گاز نیتروژن به چند لیتر گاز هیدروژن نیاز است؟

(ب) چند لیتر نیتروژن باید مصرف شود تا ۱۰ لیتر آمونیاک تولید شود؟

(پ) ۱۵ لیتر هیدروژن با نیتروژن کافی واکنش می دهد، چند لیتر آمونیاک تولید می شود؟

$$?L H_2 = 5L N_2 \times \frac{3L H_2}{1L N_2} = 15L H_2$$

پاسخ: (ا)

$$?L N_2 = 10L NH_3 \times \frac{1L N_2}{2L NH_3} = 5L N_2$$

(ب)

$$?L NH_3 = 15L H_2 \times \frac{2L NH_3}{3L H_2} = 10L NH_3$$

(پ)

نکته: رابطه لیتز - مول در شرایط STP:



$$?mol A = LA \times \frac{1mol A}{22.4LA} \Leftarrow A \text{ لیتر به مول}$$

$$?mol B = LA \times \frac{1mol A}{22.4LA} \times \frac{b mol B}{a mol A} \Leftarrow \text{مول B از لیتر A}$$

$$?LB = mol A \times \frac{b mol B}{a mol A} \times \frac{22.4LB}{1mol B} \Leftarrow \text{لیتر B از مول A}$$

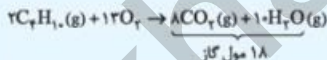
نکته: از سوختن ۰/۲ مول گاز بوتان چند لیتر گاز در شرایط STP حاصل می شود؟

۸/۹۶ (۴)

۴۰/۳۲ (۳)

۱۶/۲ (۲)

۴۴/۸ (۱)



۱۸ مول گاز

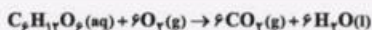
پاسخ:

$$0.2mol C_4H_{10} \times \frac{18mol \text{ گاز}}{2mol C_4H_{10}} \times \frac{22.4L \text{ گاز}}{1mol \text{ گاز}} = 40.32L \text{ گاز} \Rightarrow \text{گزینه (۳) صحیح است.}$$

مثال: ۰/۲ مول اکسیژن چند لیتر حجم اشغال می کند؟ (شرایط STP)

پاسخ:

$$?LO_2 = 0.2mol O_2 \times \frac{22.4LO_2}{1mol O_2} = 4.48LO_2$$



مثال: در واکنش سوختن گلوکز، اگر شرایط STP باشد:

- (آ) اگر ۱۱/۲ لیتر اکسیژن مصرف شود: (۱) چند لیتر CO_2 تولید می‌شود؟ (۲) چند مول بخار آب تولید می‌شود؟
(ب) اگر ۱۰ مول CO_2 تولید شود: (۱) چند لیتر O_2 مصرف می‌شود؟ (۲) چند مول گلوکز مصرف می‌شود؟

$$۱) ? L CO_2 = ۱۱/۲ L O_2 \times \frac{۶ L CO_2}{۶ L O_2} = ۱۱/۲ L CO_2$$

پاسخ: (۱)

$$۲) ? mol H_2O = ۱۱/۲ L O_2 \times \frac{۱ mol O_2}{۲۲/۴ L O_2} \times \frac{۶ mol H_2O}{۶ mol O_2} = ۰/۵ mol H_2O$$

$$۱) ? L O_2 = ۱۰ mol CO_2 \times \frac{۶ mol O_2}{۶ mol CO_2} \times \frac{۲۲/۴ L O_2}{۱ mol O_2} = ۲۲/۴ L O_2$$

(ب)

$$۲) ? mol C_6H_{12}O_6 = ۱۰ mol CO_2 \times \frac{۱ mol C_6H_{12}O_6}{۶ mol CO_2} = ۱/۶ mol C_6H_{12}O_6$$

تست: برای سوختن کامل یک مول از C_7H_4OH چند لیتر هوا لازم است؟ (۲۰ درصد حجم هوا را اکسیژن تشکیل می‌دهد و حجم مولی گازها در شرایط آزمایش ۲۵ L است.)

(تدریس خانگی از کشور ۹۴)

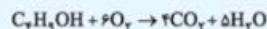
۸۱۲/۵ (۴)

۷۵۰ (۳)

۶۸۷/۸ (۲)

۶۲۵ (۱)

پاسخ: (۳)



$$? L \text{ هوا} = ۱ mol C_7H_4OH \times \frac{۶ mol O_2}{۱ mol C_7H_4OH} \times \frac{۲۵ L O_2}{۱ mol O_2} \times \frac{۱۰۰ L \text{ هوا}}{۲۰ L O_2} = ۷۵۰ L \text{ هوا} \Rightarrow \text{گزینه (۳) صحیح است.}$$

نکته: رابطه گرم - مول:



$$? mol A = g A \times \frac{۱ mol A}{A \text{ گرم مولی (g)}} \Leftarrow A \text{ گرم به مول}$$

$$? mol B = g A \times \frac{۱ mol A}{A \text{ گرم مولی (g)}} \times \frac{b mol B}{a mol A} \Leftarrow B \text{ گرم به مول}$$

$$? g B = g A \times \frac{۱ mol A}{A \text{ گرم مولی (g)}} \times \frac{b mol B}{a mol A} \times \frac{B \text{ گرم مولی (g)}}{۱ mol B} \Leftarrow A \text{ گرم به B گرم}$$



مثال: در واکنش:

(آ) ۴/۶ گرم NO_2 با آب کافی، چند مول نیتریک اسید تولید می‌کند؟

(ب) برای تهیه ۶/۳ گرم نیتریک اسید باید چند گرم آب یا NO_2 واکنش دهد؟

پاسخ: (ا) ابتدا جرم مولی NO_2 را به دست می‌آوریم:

$$NO_2 = ۱۴ + ۲(۱۶) = ۴۶ g \cdot mol^{-1}$$

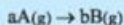
$$? mol HNO_3 = ۴/۶ g NO_2 \times \frac{۱ mol NO_2}{۴۶ g NO_2} \times \frac{۲ mol HNO_3}{۳ mol NO_2} = ۰/۰۶ mol HNO_3$$

(ب) ابتدا جرم مولی H_2O را محاسبه می‌کنیم.

$$H_2O = ۲(۱) + ۱۶ = ۱۸ g \cdot mol^{-1}, HNO_3 = ۱(۱) + ۱(۱۴) + ۳(۱۶) = ۶۳ g \cdot mol^{-1}$$

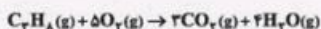
$$? g H_2O = ۶/۳ g HNO_3 \times \frac{۱ mol HNO_3}{۶۳ g HNO_3} \times \frac{۱ mol H_2O}{۲ mol HNO_3} \times \frac{۱۸ g H_2O}{۱ mol H_2O} = ۰/۹ g H_2O$$

نکته: رابطه گرم - لیتر (در شرایط STP):



$$?LB = gA \times \frac{1 \text{ mol } A}{\text{جرم مولی } A} \times \frac{b \text{ mol } B}{a \text{ mol } A} \times \frac{22.4 \text{ LB}}{1 \text{ mol } B} \Leftarrow B \text{ به لیتر}$$

$$?gB = LA \times \frac{1 \text{ mol } A}{22.4 \text{ LA}} \times \frac{b \text{ mol } B}{a \text{ mol } A} \times \frac{\text{جرم مولی } B}{1 \text{ mol } B} \Leftarrow B \text{ به گرم}$$



مثال: در واکنش سوختن پروپان، اگر شرایط STP فرض شود:

(آ) برای تولید ۵/۶ لیتر CO_2 ، چند گرم پروپان باید با اکسیژن کافی بسوزد؟
(ب) هرگاه ۳/۶ گرم آب تولید شود، چند لیتر اکسیژن مصرف خواهد شد؟

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

$$C_7H_8 = 7(12) + 8(1) = 94 g.mol^{-1}$$

$$?g C_7H_8 = 5/6 \text{ L } CO_2 \times \frac{1 \text{ mol } CO_2}{22.4 \text{ L } CO_2} \times \frac{1 \text{ mol } C_7H_8}{7 \text{ mol } CO_2} \times \frac{94 g C_7H_8}{1 \text{ mol } C_7H_8} = 3/6 g C_7H_8 \quad (1)$$

$$H_2O = 2(1) + 16 = 18 g.mol^{-1}$$

(ب) ابتدا جرم مولی آب را به دست می آوریم:

$$?L O_2 = 3/6 g H_2O \times \frac{1 \text{ mol } H_2O}{18 g H_2O} \times \frac{5 \text{ mol } O_2}{4 \text{ mol } H_2O} \times \frac{22.4 \text{ L } O_2}{1 \text{ mol } O_2} = 5/6 L O_2$$

تست: براساس واکنش: $2Na_2O_7(s) + 2CO_2(g) \rightarrow 2Na_2CO_3(s) + O_2(g)$ اگر هر لیتر هوا دارای ۰/۰۸۸ گرم CO_2 باشد، ۳۱/۲ گرم سدیم

پرواکسید برای جذب گاز CO_2 موجود در چند لیتر هوا کفایت می کند؟ $(C = 12, O = 16, Na = 23: g.mol^{-1})$ (برای پاسخ خارج از کشور ۸۸)

$$450 \quad (2) \quad 200 \quad (3) \quad 150 \quad (2) \quad 100 \quad (1)$$

پاسخ:

$$31/2 g Na_2O_7 \times \frac{1 \text{ mol } Na_2O_7}{170 g Na_2O_7} \times \frac{2 \text{ mol } CO_2}{1 \text{ mol } Na_2O_7} \times \frac{22.4 \text{ L } CO_2}{1 \text{ mol } CO_2} \times \frac{1 \text{ L هوا}}{0.088 g CO_2} = 200 \text{ L هوا} \Rightarrow \text{گزینه (۳) صحیح است.}$$

نکته: رابطه مول - اتم یا مولکول:



یادآوری: یک مول از هر ماده، یعنی 6.02×10^{23} ذره از آن ماده:

$$?A \text{ اتم} = \text{mol } A \times \frac{6.02 \times 10^{23} A \text{ اتم}}{1 \text{ mol } A} \Leftarrow A \text{ به اتم}$$

$$? \text{ mol } A = A \text{ اتم} \times \frac{1 \text{ mol } A}{6.02 \times 10^{23} A \text{ اتم}} \Leftarrow A \text{ به مول}$$

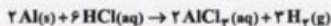
$$?B \text{ مول} = \text{mol } A \times \frac{b \text{ mol } B}{a \text{ mol } A} \times \frac{6.02 \times 10^{23} B \text{ اتم}}{1 \text{ mol } B} \Leftarrow B \text{ به اتم}$$

مثال: ۵/۵ مول سدیم چند اتم سدیم است؟

$$?Na \text{ اتم} = 5/5 \text{ mol } Na \times \frac{6.02 \times 10^{23} Na \text{ اتم}}{1 \text{ mol } Na} = 3/1 \times 10^{23} Na \text{ اتم}$$

پاسخ:

مثال: برای تهیه $3/01 \times 10^{20}$ مولکول H_2 طبق واکنش زیر، چند گرم آلومینیم لازم است؟ ($Al = 27 \text{ g.mol}^{-1}$)



پاسخ:

$$? \text{ g Al} = 3/01 \times 10^{20} \text{ مولکول } H_2 \times \frac{1 \text{ mol } H_2}{6/02 \times 10^{23} \text{ مولکول } H_2} \times \frac{2 \text{ mol Al}}{3 \text{ mol } H_2} \times \frac{27 \text{ g Al}}{1 \text{ mol Al}} = 0/009 \text{ g Al}$$

مثال: در $0/02$ مول فسفریک اسید چند اتم اکسیژن، چند گرم اکسیژن و چند مول اکسیژن وجود دارد؟ ($O = 16$, $H_3PO_4 = 98$: g.mol^{-1})

پاسخ:

$$? \text{ اتم O} = 0/02 \text{ mol } H_3PO_4 \times \frac{4 \text{ mol O}}{1 \text{ mol } H_3PO_4} \times \frac{6/02 \times 10^{23} \text{ اتم O}}{1 \text{ mol O}} = 4/81 \times 10^{22} \text{ اتم اکسیژن}$$

$$? \text{ g O} = 0/02 \text{ mol } H_3PO_4 \times \frac{4 \text{ mol O}}{1 \text{ mol } H_3PO_4} \times \frac{16 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}} = 1/28 \text{ g O}$$

$$? \text{ mol O} = 0/02 \text{ mol } H_3PO_4 \times \frac{4 \text{ mol O}}{1 \text{ mol } H_3PO_4} = 0/08 \text{ mol O}$$

تست: شمار اتم‌های کالر در $0/56$ لیتر در شرایط STP، برابر شمار اتم‌ها در چند گرم نئون است؟ ($Ne = 20 \text{ g.mol}^{-1}$)

$$\begin{array}{ccc} 1/5 (2) & 0/5 (3) & 2 (2) \end{array}$$

پاسخ:

$$0/56 \text{ L } Cl_2 \times \frac{1 \text{ mol } Cl_2}{22/4 \text{ L } Cl_2} \times \frac{2 \times 6/02 \times 10^{23} \text{ اتم Cl}}{1 \text{ mol } Cl_2} = 0/301 \times 10^{23} \text{ اتم Cl}$$

$$0/301 \times 10^{23} \text{ اتم Ne} \times \frac{1 \text{ mol Ne}}{6/02 \times 10^{23} \text{ اتم Ne}} \times \frac{20 \text{ g Ne}}{1 \text{ mol Ne}} = 1 \text{ g Ne} \Rightarrow \text{گزینه (1) صحیح است.}$$

نکته: در مواردی که واکنش در شرایط غیر از STP انجام شود، چگالی گاز را می‌دهند. چگالی گاز معمولاً بر حسب گرم بر لیتر (g.L^{-1}) بیان می‌شود.

$$d = \frac{m}{V}$$

d: چگالی، m: جرم، V: حجم

مثال: برای تولید 5 L گاز کربن دی‌اکسید (CO_2)، طبق واکنش زیر، به چند گرم لیتیم کربنات $Li_2CO_3(s)$ خالص نیاز داریم؟



پاسخ: ابتدا گرم CO_2 را با استفاده از چگالی محاسبه می‌کنیم.

$$d = \frac{m}{V} \Rightarrow 1/19 \text{ g.L}^{-1} = \frac{m}{5 \text{ L}} \Rightarrow m = 0/95 \text{ g } CO_2$$

روش اول:

$$? \text{ g } Li_2CO_3 = 0/95 \text{ g } CO_2 \times \frac{1 \text{ mol } CO_2}{44 \text{ g } CO_2} \times \frac{1 \text{ mol } Li_2CO_3}{1 \text{ mol } CO_2} \times \frac{74 \text{ g } Li_2CO_3}{1 \text{ mol } Li_2CO_3} = 0/95 \text{ g } Li_2CO_3$$

روش دوم: می‌توان چگالی را وارد رولبط استوکیومتری کرد:

$$? \text{ g } Li_2CO_3 = 0/95 \text{ g } CO_2 \times \frac{1/19 \text{ g } CO_2}{1 \text{ L } CO_2} \times \frac{1 \text{ mol } CO_2}{44 \text{ g } CO_2} \times \frac{1 \text{ mol } Li_2CO_3}{1 \text{ mol } CO_2} \times \frac{74 \text{ g } Li_2CO_3}{1 \text{ mol } Li_2CO_3} = 0/95 \text{ g } Li_2CO_3$$

($H_2O = 18 \text{ g.mol}^{-1}$)

مثال: $55/5 \text{ mol}$ آب چند لیتر است؟ چگالی آب را 1 g.mL^{-1} در نظر بگیرید.

پاسخ: روش اول: مول آب را به گرم آب تبدیل کرده و در فرمول چگالی جای گذاری می‌کنیم.

$$? \text{ g } H_2O = 55/5 \text{ mol } H_2O \times \frac{18 \text{ g } H_2O}{1 \text{ mol } H_2O} = 999 \text{ g } H_2O$$

$$\text{چگالی} = \frac{m}{V} \Rightarrow 1 = \frac{999}{V} \Rightarrow V = 999 \text{ mL}$$

$$V = 999 \text{ mL} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} = 0/999 \text{ L } H_2O$$

$$? \text{ L } H_2O = 55/5 \text{ mol } H_2O \times \frac{18 \text{ g } H_2O}{1 \text{ mol } H_2O} \times \frac{1 \text{ mL } H_2O}{1 \text{ g } H_2O} \times \frac{1 \text{ L } H_2O}{1000 \text{ mL } H_2O} = 0/999 \text{ L } H_2O$$

روش دوم:

تست: چگالی گاز نیتروژن در شرایط STP چند گرم بر میلی لیتر است؟ ($N = 14 \text{ g.mol}^{-1}$)

$$6/25 \times 10^{-2} \text{ (۴)}$$

$$0/625 \text{ (۳)}$$

$$1/25 \times 10^{-2} \text{ (۲)}$$

$$1/25 \text{ (۱)}$$

پاسخ:

طبق تعریف چگالی داریم:

در شرایط STP حجم ۱ مول از هر گاز، $22/4$ لیتر است پس چگالی ۱ مول نیتروژن را حساب می‌کنیم:

$$\text{چگالی} = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}}$$

$$\text{چگالی} = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}} = \frac{2 \times 14 \text{ g}}{22/4 \text{ L}} = 1/25 \text{ g.L}^{-1}$$

$$\text{گزینه (۲) صحیح است.} \Rightarrow 1/25 \times 10^{-2} \text{ g.mL}^{-1} = 1/25 \text{ g.L}^{-1} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}}$$

تولید آمونیاک، کاربردی از واکنش گازها در صنعت

گاز نیتروژن، فراوان ترین جزء سازنده هواکره، به جو بی اثر شهرت دارد و در محیطهایی که گاز اکسیژن، عامل ایجاد تغییر شیمیایی است می‌توان از گاز نیتروژن استفاده کرد.

نیتروژن حتی در حضور کاتالیزور و جرقه با هیدروژن واکنش نمی‌دهد. در حالی که اکسیژن در حضور جرقه و کاتالیزور با هیدروژن واکنش سریع و انفجاری می‌دهد.



گاز نیتروژن فراوان ترین جزء سازنده هوا کره می‌باشد و اکسیژن از نظر فراوانی در مرتبه دوم است. بین اکسیژن و نیتروژن در دمای معمولی واکنش صورت نمی‌گیرد. اما هنگام رعد و برق این انرژی تأمین شده و بین آن‌ها واکنش زیر صورت می‌گیرد:

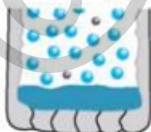


توجه: اکسیدهای نیتروژن (ترکیب‌های نیتروژن دار) برخلاف گاز نیتروژن واکنش پذیری زیادی دارند. به این علت کشاورزان کودهای شیمیایی نیتروژن دار را به خاک می‌افزایند، یکی از این کودها آمونیاک است که به طور مستقیم به خاک تزریق می‌شود.

نکته: علت این که برای پر کردن و تنظیم باد تایر خودرو به جای هوا، از گاز نیتروژن استفاده می‌کنند این است که:

(۱) از تشکیل رطوبت (آب حاصل از تراکم رطوبت هوا) در داخل تایر جلوگیری می‌شود و سیم‌های فولادی داخل لاستیک زنگ نمی‌زنند.

(۲) عمر لاستیک افزایش می‌یابد، زیرا گاز نیتروژن خورنده نیست.



● ۷۸٪ نیتروژن
● ۲۱٪ اکسیژن
● آب



● ۹۵٪ نیتروژن
● ۵٪ اکسیژن

فرایند هابر:

فریتس هابر در سال ۱۹۱۸ میلادی به دلیل تهیه آمونیاک از گازهای H_2 و N_2 برنده جایزه نوبل شیمی شد. مبنای کار او براساس واکنش زیر بود:



منظور از شرایط بهینه، دما و فشار مورد نیاز برای انجام واکنش بوده که بزرگترین چالش هابر محسوب می‌شد. (واکنش در دما و فشار اتاق انجام نمی‌شد). هابر بعد از انجام آزمایش‌های زیاد دریافت کرد که در دما و فشار مناسب و در حضور یک کاتالیزور (ورقه آهنی) واکنش انجام می‌گیرد. اما چون واکنش نیتروژن با هیدروژن یک واکنش برگشت‌پذیر است به این علت هم N_2 و هم H_2 به طور کامل به آمونیاک تبدیل نمی‌شوند. هابر با بررسی دمای جوش مواد، متوجه شد که نقطه جوش آمونیاک بسیار بالاتر از بقیه گازها است.

نام ماده	هیدروژن	نیتروژن	آمونیاک
نقطه جوش ($^{\circ}C$)	-۲۵۳	-۱۹۶	-۳۳

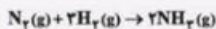
هابر با سرد کردن مخلوط واکنش در دمای پایین‌تر از $-۳۳^{\circ}C$ ، آمونیاک را به مایع تبدیل کرده و از مخلوط واکنش جدا کرد تا واکنش زیر تا حد امکان در جهت رفت و تولید آمونیاک پیشرفت کند.



مثال: در نمودار زیر که مربوط به تهیه گاز آمونیاک است، جاهای خالی را پر کنید.



پاسخ: (۱) نیتروژن (۲) هیدروژن (۳) مناسب (۴) مناسب (۵) ورقه آهنی (۶) آمونیاک مایع (۷) H_2 (۸) N_2



مثال: معادله موازنه شده واکنش تولید آمونیاک به صورت مقابل است:

(آ) برای تهیه ۴۲/۵ کیلوگرم آمونیاک به چند مول گاز هیدروژن نیاز است؟

(ب) برای تولید ۳۳۶۰ لیتر آمونیاک در شرایط STP به چند گرم گاز هیدروژن و چند گرم گاز نیتروژن نیاز است؟ ($N = 14, H = 1 : g.mol^{-1}$)

پاسخ: (۱) $mol H_2 = 42.5 \text{ kg } NH_3 \times \frac{1000 \text{ g } NH_3}{1 \text{ kg } NH_3} \times \frac{1 \text{ mol } NH_3}{17 \text{ g } NH_3} \times \frac{3 \text{ mol } H_2}{2 \text{ mol } NH_3} = 3750 \text{ mol } H_2$

(ب) $g H_2 = 3360 \text{ L } NH_3 \times \frac{1 \text{ mol } NH_3}{22.4 \text{ L } NH_3} \times \frac{3 \text{ mol } H_2}{2 \text{ mol } NH_3} \times \frac{2 \text{ g } H_2}{1 \text{ mol } H_2} = 450 \text{ g } H_2$

$g N_2 = 3360 \text{ L } NH_3 \times \frac{1 \text{ mol } NH_3}{22.4 \text{ L } NH_3} \times \frac{1 \text{ mol } N_2}{2 \text{ mol } NH_3} \times \frac{28 \text{ g } N_2}{1 \text{ mol } N_2} = 2100 \text{ g } N_2$

تست: کدام مطلب در مورد روش هاین درست است؟

- (۱) واکنش در دما و فشار اتمی انجام می شود.
 - (۲) کاتالیزگر واکنش V_2O_5 می باشد.
 - (۳) یک فرایند یک طرفه می باشد.
 - (۴) در اثر سرد کردن مخلوط واکنش، آمونیاک سریع تر تبدیل به مایع می شود.
- پاسخ:** بررسی گزینه ها:
- (۱) واکنش در دما و فشار اتمی انجام نمی شود.
 - (۲) کاتالیزگر واکنش، ورقه آهنی است.
 - (۳) یک فرایند برگشت پذیر و تعادلی است.
 - (۴) پس گزینه (۴) درست است.

تست: چند مورد از جمله های زیر نادرست است؟

- (آ) فرایند تولید صنعتی آمونیاک، با ایجاد یک جرقه الکتریکی انجام می گیرد.
- (ب) اختلاف نقطه جوش N_2, H_2 و NH_3 به قدری کم است که جداسازی آمونیاک از مخلوط واکنش به سختی امکان پذیر است.
- (پ) N_2 به «جو بی اثر» شهرت یافته است، چون مانند گازهای بی اثر به هیچ وجه وارد واکنش نمی شود.
- (ت) در دما و فشار مناسب با کاتالیزگر آهن، واکنش تولید آمونیاک به طور کامل پیش می رود.

(۱) ۴ (۲) ۲ (۳) ۱ (۴) ۳

پاسخ: (۱) نادرست است. آمونیاک در این شرایط در حضور کاتالیزگر Fe تولید می شود و جرقه الکتریکی به کار نمی رود.

(ب) نادرست است. جداسازی آمونیاک از مخلوط واکنش، به دلیل اختلاف زیاد در نقطه جوش NH_3 با H_2 و N_2 است و دشواری زیادی در این کار وجود ندارد.

(پ) نادرست است. N_2 به دلیل داشتن پیوند سه گانه ($N \equiv N$) میل کمی به شرکت در واکنش دارد؛ به همین دلیل به «جو بی اثر» شهرت دارد. با این حال این جمله بدین معنا نیست که N_2 در واکنش ها شرکت نمی کند، بلکه N_2 در تعدادی از واکنش ها می تواند شرکت کرده و فرآورده نیتروژن دار تولید کند مثل:



(ت) نادرست است. در این شرایط بهینه، باز هم واکنش برگشت پذیر است و نه یک طرفه. به همین علت تولید آمونیاک به طور کامل صورت نمی گیرد. بنابراین گزینه (۱) پاسخ تست است.



آب، آهنگ زندگی



فصل

۳

قسمت اول

آب، آهنگ زندگی

۱۱۶

آب و آبکده

علم امروزی سن کالئات را تقریباً ۱۰ میلیارد سال تخمین می‌زند. سرد شدن کره زمین، تقریباً ۴ میلیارد سال پیش اتفاق افتاده است. در این موقع، توده گاز سیاره ما جدا شده و اتمسفر اولیه تشکیل گردیده است. در این جزّ اولیه، تمامی آب‌های امروزی از ترکیب اکسیژن و هیدروژن به وجود آمده‌اند. آب در سیاره آبی، یکی از زیباترین جلوه‌های آفرینش است. کره زمین در منظومه خورشیدی، امن‌ترین جا برای زندگی ما و دیگر جانداران و نیز پهناورترین زیستگاه برای آبیان به شمار می‌رود.

اگرچه حجم کلی آب‌های موجود بر روی زمین نسبتاً زیاد می‌نماید اما بیش از ۹۷٪ این آب‌ها در دریاها و اقیانوس‌ها متمرکز هستند و حدود ۲٪ نیز به صورت یخ و یخچال‌ها در مناطق قطبی تجمع یافته‌اند. از یک درصد باقی‌مانده نیز بخش زیادی در اعماق زمین بوده که استخراج آن مشکل و از دسترس انسان به دور است.



نکته: بیش از ۷۵٪ سطح زمین (مانند بدن انسان) را آب پوشانده است (نزدیک به ۳۶۰ میلیون کیلومتر مربع از ۵۱۰ میلیون کیلومتر مربع). با وجود این حجم عظیم آب، تنها ۲٪ از آب‌های کره زمین شیرین و قابل آشامیدن است و باقی آن به علت محلول بودن انواع نمک‌ها به ویژه نمک خوراکی غیرقابل استفاده می‌باشد. از همین مقدار آب شیرین نیز بیش از ۹۰ درصد به‌صورت منجمد در دو قطب زمین و دور از دسترس بشر واقع شده است.

فرمول مولکولی H_2O جرم مولی $18/0152 \text{ g.mol}^{-1}$ چگالی در حالت مایع در دمای 20°C ، $+999.8 \text{ g.cm}^{-3}$ دمای انجماد $(273.15 \text{ K}) - (0^\circ\text{C}) - (32^\circ\text{F})$

مشخصات آب

نکته: قاره آسیا، پهناورترین قاره جهان، با بیش از ۶۰٪ جمعیت جهان، خشک‌ترین قاره است، به طوری که بسیاری از مردم آن در منطقه جغرافیایی خود از کمبود آب، به ویژه آب آشامیدنی در نگرانی و رنج هستند.

زمین در فضا به رنگ آبی دیده می‌شود.

نزدیک به ۷۵٪ سطح زمین را آب پوشانده است.

بخش عمده آب کره زمین در اقیانوس‌ها و دریاها توزیع شده است.

جرم کل آب‌های روی کره زمین در حدود 1.5×10^{18} تن برآورد می‌شود.

جمعیت ایران ۱٪ جمعیت جهان را تشکیل می‌دهد.

ایران تنها ۲۶٪ درصد از منابع آب شیرین جهان را دارد.

۶۶٪ مردم جهان تا سال ۲۰۲۵ با کمبود آب روبه‌رو خواهند شد.

آبکده در زمین

چند واقعیت



آیا می‌دانید؟ چرخه آب، سالانه $10^{14} \times \frac{1}{2}$ تن آب را در سراسر کره زمین جابه‌جا می‌کند. آب موجود در اقیانوس‌ها و دریاها اغلب شور است. زیرا مقدار قابل توجهی از نمک‌های گوناگون در آن حل شده است و مخلوطی همگن ایجاد نموده است و طبق برآوردها $10^{14} \times 5$ تن نمک در آب اقیانوس‌ها وجود دارد. کره زمین را می‌توان سامانه‌ای بزرگ در نظر گرفت که شامل چهار بخش هواکره، آب‌کره، سنگ‌کره و زیست‌کره است. (زیست‌کره به بخشی از کره زمین گفته می‌شود که حیات در آن وجود دارد) و بین این چهار بخش (شکل مقابل) پیوسته مواد گوناگونی مبادله می‌شوند.

آبی که امروزه استفاده می‌کنیم صدها میلیون سال است که وجود دارد و مقدار آن خیلی تغییر نکرده است. آب در سرتاسر دنیا حرکت می‌کند، شکل آن تغییر می‌کند، توسط گیاهان و جانوران جذب می‌شود، اما هرگز ناپدید نمی‌شود و از بین نمی‌رود. فرایندهای بسیاری در کار هستند که موجب می‌شوند آب‌های زمین به‌صورت یک چرخه دائمی در حرکت باشند (یعنی آبی که شما در یک لیوان می‌نوشید ممکن است روزگاری بزاق یک دایناسور غول‌پیکر بوده باشد!) شکل زیر پویایی زمین را از نظر شیمیایی نشان می‌دهد به طوری که بخش‌های گوناگون آن با یکدیگر برهم‌کنش‌های فیزیکی و شیمیایی دارند.



آیا می‌دانید؟ جرم زمین در حدود $10^{21} \times 6$ تن است؛ در حالی که جرم آب روی سطح زمین در حدود $\frac{1}{4000}$ جرم زمین است.

تست: کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) با این‌که بیش‌تر آب‌های روی زمین شور است، ولی می‌توان از آن‌ها در کشاورزی و مصارف صنعتی استفاده کرد.
- (۲) اقیانوس‌ها، دریاها و ... منابع ارزشمندی برای تهیه و استخراج مواد شیمیایی گوناگون هستند.
- (۳) زمین از دیدگاه شیمیایی پویاست.
- (۴) جرم کل مواد حل‌شده در آب‌های کره زمین تقریباً ثابت است.

پاسخ: بیش‌تر آب‌های روی زمین شور است و نمی‌توان از آن‌ها در کشاورزی و مصارف خانگی و صنعتی استفاده کرد. بنابراین گزینه (۱) پاسخ تست است.

شیمی کمک می‌کند

- تا با استفاده از فناوری‌های نوین، آب آشامیدنی خود را تأمین کنیم.
- تا با اهمیت و ویژگی‌ها و کاربردهای آب و محلول‌های آبی آشنا شویم.
- شهروندانی آگاه و مسئولیت‌پذیر تربیت شوند.
- با تکیه بر دانش به طور مناسب از منابع خدادادی استفاده کنیم.
- از ایجاد ردپای سنگین و بزرگ بر روی بخش‌های گوناگون کره زمین جلوگیری شود.
- تا به منابع آبی به عنوان یک منبع غنی از مواد شیمیایی توجه کنیم.

یک فنجان شیمی

اغلب ما، پوسته زیرین سطح زمین را دارای مواد مذاب که باعث آتشفشان‌های غول‌آسا می‌شوند، تصور می‌کنیم؛ اما حالا دانشمندان به شواهدی رسیده‌اند که نشان از منبع عظیمی از آب (بیش از سه برابر کل آب اقیانوس‌ها) در زیر زمین دارد. این میزان از آب ذکرشده، همگی در لایه زیر پوسته رویی زمین و بالاتر از هسته خمیری خارجی زمین قرار دارند.

آب به هنگام جاری شدن، مواد گوناگونی را جابه‌جا می‌کند و در این‌جایی بسیاری از آن‌ها در آب حل می‌شوند. به همین دلیل آب‌های موجود در زمین، خالص نیستند. پس آب منابع مختلف، مواد حل‌شده گوناگونی را دارا هستند. آب آشامیدنی با این‌که زلال و گوارا است، اما مواد گوناگونی را در خود حل نموده است مثل گاز اکسیژن هوا، انواع نمک‌ها مانند NaCl.

برای شناسایی مواد حل‌شده در آب، روش‌های گوناگون فیزیکی و شیمیایی را بایستی به کار برد.

آیا می‌دانید؟ شیمی‌دان دریا به بررسی واکنش‌های شیمیایی که در اقیانوس‌ها و آب‌های ساحلی روی می‌دهد، توجه دارد. او با استفاده از دانش شیمی به مطالعه تولید مواد شیمیایی طبیعی از آب دریا، تأثیر آن‌ها بر چرخه اقیانوس، معادن، کانی‌ها و اثر فعالیت‌های انسان می‌پردازد.

مثال: با توجه به جدول زیر به هریک از پرسش‌ها پاسخ دهید.

نام یون	کلرید	سدیم	سولفات	منیزیم	کلسیم	پتاسیم	گربنات	برمید
نماد یون	Cl^-	Na^+	SO_4^{2-}	Mg^{2+}	Ca^{2+}	K^+	CO_3^{2-}	Br^-
مقدار یون (میلی‌گرم یون در یک کیلوگرم آب دریا)	۱۹۰۰۰	۱۰۵۰۰	۲۶۵۵	۱۳۵۰	۴۰۰	۳۸۰	۱۴۰	۶۵

(ا) علت شوری آب دریا مربوط به کدام یون‌ها است؟

(ب) pH آب دریا ۷/۷ تا ۸/۳ است، علت قلیایی بودن آن را به وجود کدام یون نسبت می‌دهید؟

(پ) مقدار کدام آنیون در آب دریا از دیگر آنیون‌ها کم‌تر است؟

(ت) نام و فرمول چند ترکیب شیمیایی دوتایی را بنویسید که انحلال آن‌ها باعث ورود یون‌های پرومید و پتاسیم در آب شده است.

(ث) کاتیون عنصرهای کدام گروه‌های جدول دوره‌ای در آب دریا وجود دارند؟

پاسخ: (ا) علت شوری آب دریا به دلیل زیاده‌تر بودن یون‌های Na^+ و Cl^- نسبت به سایر آنیون‌ها و کاتیون‌ها می‌باشد.

(ب) علت قلیایی بودن آب دریا را به وجود آنیون گربنات (CO_3^{2-}) می‌توان نسبت داد.

(پ) آنیون پرومید (Br^-)

(ت) KCl (پتاسیم کلرید) - KBr (پتاسیم برمید) - NaBr (سدیم برمید)

(ث) گروه اول جدول (Na^+ , K^+) و گروه دوم جدول (Mg^{2+} , Ca^{2+})

آب می‌دانید؟ امروزه در جهان در حدود ۱۲۰۰۰۰۰۰۰۰ نفر به آب آشامیدنی سالم دسترسی ندارند.

همراهان نابیدای آب - شناسایی یون‌ها در آب

مخلوطی همگن از انواع یون‌ها و مولکول‌ها می‌باشند.

دارای نوع و مقدار مواد حل‌شده متفاوت هستند، زیرا آب‌هایی که به دریا می‌ریزند، در مسیر خود از زمین‌هایی گذر می‌کنند که مواد شیمیایی گوناگون دارند.

ناخالص بوده و انواع کاتیون‌ها و آنیون‌ها در آن‌ها حل شده است.

آب باران در هوای پاک تقریباً خالص است، زیرا هنگام تشکیل برف و باران تقریباً همه مواد حل‌شده در آب از آن جدا می‌شود. این فرایند الگوی برای تصفیه آب است، فرایندی که تقطیر و فراورده آن آب مقطر نامیده می‌شود.

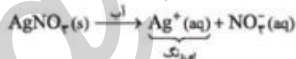


نکته: آب مقطر در دستگاه تقطیر و طی فرآیندهای تبخیر و میعان حاصل می‌شود و تقریباً دارای هیچ ماده حل‌شده‌ای نمی‌باشد. در آزمایشگاه برای انجام یک واکنش شیمیایی، مواد مختلف را در آب مقطر حل می‌کنند و سپس با یکدیگر واکنش می‌دهند. شکل زیر، دستگاه تقطیر را نشان می‌دهد که فرایند جداسازی مواد در آن براساس نقطه جوش انجام می‌گیرد.

آزمایش‌های مهم جهت شناسایی یون‌های Ag^+ ، Ca^{2+} و Ba^{2+}

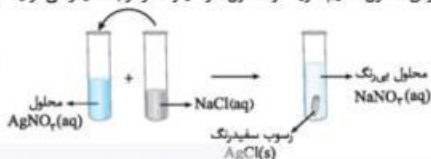
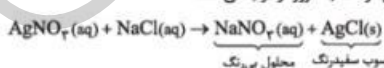
(۱) اگر در یک لوله آزمایش چند میلی‌لیتر آب مقطر (تا یک سوم حجم لوله) بریزید و سپس چند بلور نقره نیترات در آن وارد کنید، چه مشاهده می‌کنید؟

پاسخ: نقره نیترات ($AgNO_3$) ترکیب یونی محلول در آب است و در آب به یون‌های $Ag^+(aq)$ و $NO_3^-(aq)$ تفکیک می‌گردد و محلول حاصل کاملاً بی‌رنگ است.

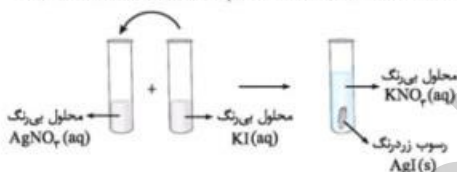
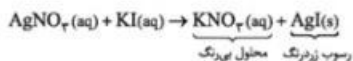


اگر کمی از محلول نقره نیترات را در یک لوله آزمایش بریزید و چند قطره محلول NaCl وارد کنید، چه مشاهده می‌کنید؟

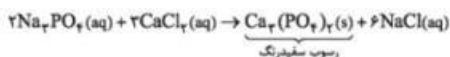
پاسخ: با وارد کردن محلول سدیم کلرید در محلول نقره نیترات، رسوب سفیدرنگی تولید می‌شود که به مرور، رسوب می‌کند.



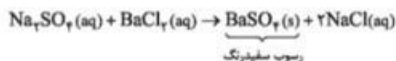
نکته: اگر مقدار کمی محلول نقره نیترات را در لوله آزمایش دیگری بریزیم و چند قطره محلول پتاسیم یدید (از حل کردن نمک سفیدرنگ KI در آب مقطر حاصل شده است) را به آن اضافه کنیم، رسوب زرد روشن ایجاد می‌شود.



۲) اگر محلول سدیم فسفات را در یک لوله آزمایش بریزید و چند قطره محلول کلسیم کلرید به آن اضافه کنید. چه مشاهده می‌کنید؟
پاسخ: رسوب سفید رنگ کلسیم فسفات تولید می‌شود.

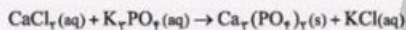


۳) اگر محلول سدیم سولفات را در یک لوله آزمایش بریزید و چند قطره محلول باریم کلرید اضافه کنید، چه مشاهده می‌کنید؟
پاسخ: رسوب سفیدرنگ باریم سولفات تولید می‌شود.

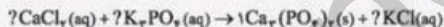


مثال: هرگاه بدانید کلسیم فسفات و پتاسیم کلرید فراورده‌های واکنشی هستند که از اضافه شدن دو نمک محلول در آب حاصل شده‌اند، معادله واکنش انجام‌شده را بنویسید و موازنه کنید.

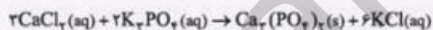
پاسخ: چون این مواد از واکنش محلول دو نمک حاصل شده‌اند، پس خواهیم داشت: $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{KCl} \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{KCl}$ نمک (۲) + نمک (۱)
 در این واکنش چهار نوع یون Ca^{2+} ، K^+ ، PO_4^{3-} و Cl^- وجود دارد. پس بایستی Ca^{2+} با آنیون Cl^- در نمک دیگر وجود دارد. پیوند داده باشد (یعنی CaCl_2 همان نمک (۱) است) و K^+ هم با آنیون موجود در نمک دیگر بایستی پیوند داده باشد (یعنی K_3PO_4 همان نمک (۲) است).



جهت انجام موازنه به $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ که پیچیده‌ترین ترکیب است ضریب ۱ را می‌دهیم.

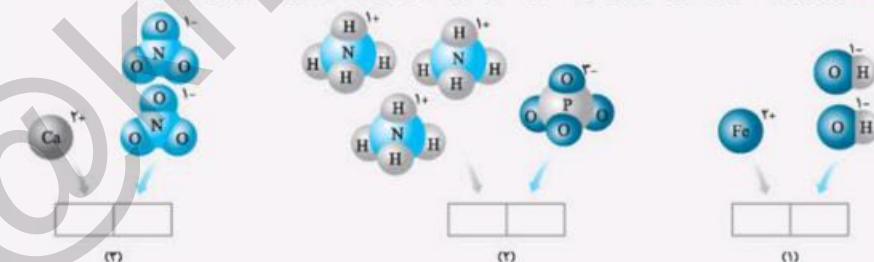


برای موازنه فلز Ca به CaCl_2 ضریب ۳ را داده و برای موازنه اتم کلر به KCl ضریب ۶ را می‌دهیم. در نتیجه به K_3PO_4 هم بایستی ضریب ۲ را



بدهیم تا یون‌های فسفات (PO_4^{3-}) و اتم پتاسیم موازنه شوند.

مثال: فرمول ترکیب حاصل از کاتیون‌ها و آنیون‌های مشخص‌شده را نشان دهید و نام ترکیب‌های یونی حاصل از آن‌ها را بنویسید.



۱) آهن (III) هیدروکسید $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{OH}^{-}(\text{aq}) \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s})$

۲) آمونیوم فسفات $3\text{NH}_4^{+}(\text{aq}) + \text{PO}_4^{3-}(\text{aq}) \rightarrow (\text{NH}_4)_3\text{PO}_4(\text{aq})$

۳) کلسیم نیترات $\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{NO}_3^{-}(\text{aq}) \rightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$

پاسخ:

تست: کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) باریم سولفات در آب نامحلول است.
 (۲) تغییر مزه آب آشامیدنی به دلیل حل شدن مقدار زیادی از یون‌ها در آن است.
 (۳) برای شناسایی یون کلرید می‌توان از یون Ag^+ استفاده کرد.
 (۴) برخلاف یون Cl^- ، یون فلوئورید برای سلامتی انسان مفید نیست.
 (۵) **پاسخ:** گزینه (۱)، $BaSO_4$ نمک نامحلول در آب است و به‌صورت رسوب سفیدرنگ می‌باشد. گزینه (۲)، وجود یون‌های مختلف حل‌شده در آب مزه آب را تغییر می‌دهد. گزینه (۳)، برای شناسایی یون Cl^- می‌توان از یون نقره (Ag^+) استفاده کرد. گزینه (۴)، یون کلرید (Cl^-) برای بدن انسان و سلامتی او مفید است. یون فلوئورید (F^-) هم سبب حفظ سلامتی دندان‌ها می‌شود. بنابراین گزینه (۴) پاسخ تست است.

نوعه: مقدار و نوع یون‌های موجود در آب‌های شیرین از محلی به محل دیگر تفاوت دارد.

نکته: در آب، یون‌های دیگری علاوه بر دو یون Ca^{2+} و Cl^- وجود دارد که در جدول زیر نشان داده شده است.

کاتیون	انیون	هالید شیمیایی	هالید شیمیایی
یون کلسیم	Ca^{2+}	یون کلرید	Cl^-
یون سدیم	Na^+	یون سولفات	SO_4^{2-}
یون منیزیم	Mg^{2+}	یون فلوئورید	F^-
یون روی	Zn^{2+}	یون نیترات	NO_3^-
یون آهن (II)	Fe^{2+}	یون نیتریت	NO_2^-
یون آلومینیم	Al^{3+}		

واژه علمی‌دان

نکته: برای شناسایی یون‌های محلول در آب، کافی است محلول دیگری را به آن اضافه کنیم که با یون موردنظر رسوب تشکیل دهد. با تشکیل رسوب، یون موردنظر شناسایی می‌شود. در واقع برای شناسایی یک کاتیون در حالت محلول باید به آن آنیونی را اضافه کنیم که با کاتیون موردنظر تشکیل رسوب دهد و برای شناسایی یک آنیون در حالت محلول باید به آن کاتیونی را اضافه کنیم که با آنیون موردنظر تشکیل رسوب دهد.

مثال: - یون‌های Fe^{2+} با کمک یون (OH^-) به‌صورت رسوب قرمز - قهوه‌ای رنگ $Fe(OH)_2$ ظاهر می‌شوند.

- یون‌های Ba^{2+} با کمک یون SO_4^{2-} به‌صورت رسوب سفیدرنگ $BaSO_4$ ظاهر می‌شوند.

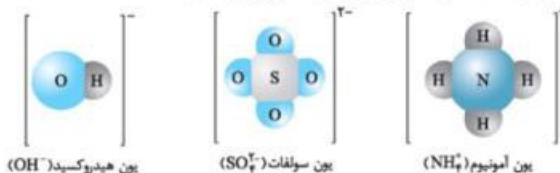
- یون‌های Pb^{2+} با کمک یون I^- به‌صورت رسوب زردرنگ PbI_2 ظاهر می‌شوند.

نکته: در شناسایی یک یون با تغییر رنگ محلول هم می‌توان این کار را انجام داد. مثلاً برای شناسایی یون H^+ با کمک شناساگرها، محلول تغییر رنگ می‌دهد، بدون آن‌که رسوب ایجاد شود.

با قرار دادن تیغه آهنی در محلول مس (II) سولفات به مرور رنگ آبی محلول از بین می‌رود که نشان می‌دهد Cu^{2+} آبی‌رنگ در محیط کاهشی یافته و از بین می‌رود.

یون‌های تک‌اتمی و یون‌های چنداتمی

همان‌طور که در فصل دوم خواندید یون‌هایی مانند Ca^{2+} یا F^- که تنها از یک اتم تشکیل شده‌اند تک‌اتمی هستند؛ اما یون‌هایی مانند نیترات (NO_3^-) یا سولفات (SO_4^{2-}) که از دو یا چند اتم تشکیل شده‌اند به یون‌های چنداتمی معروفند و بین اتم‌های آن‌ها پیوندهای کووالانسی وجود دارد و در واکنش‌ها به‌صورت یک واحد مستقل عمل می‌کنند. به مدل فضاپرکن یون‌های چنداتمی زیر توجه کنید:



یون‌های چنداتمی می‌توانند مثبت (کاتیون) یا منفی (انیون) باشند و از اتصال دو یا چند اتم یکسان یا متفاوت تشکیل شده‌اند و بار یک یون چنداتمی نه به اتم خاصی بلکه به کل مجموعه تعلق دارد. مثلاً در یون نیترات (NO_3^-)، بار $(1-)$ صرفاً به اتم N یا O تعلق ندارد و به کل مجموعه (NO_3^-) تعلق دارد.

نوعه: یون‌هایی مثل O^{2-} یا S^{2-} یون چند اتمی هستند که از یک نوع اتم ساخته شده‌اند.

نکته: یون‌ها به تنهایی در طبیعت یافت نمی‌شوند بلکه به‌صورت ترکیب یونی و بدون بار الکتریکی (خنثی) در حالت جامد یا به شکل محلول می‌باشند. مثلاً یون نیترات NO_3^- در طبیعت به‌صورت NaNO_3 جامد (نمک سفیدرنگ) یا به‌صورت محلول $\text{Na}^+(\text{aq})$ و $\text{NO}_3^-(\text{aq})$ یافت می‌شود.

نکته: به ترکیب‌های یونی که فقط از دو نوع عنصر تشکیل شده‌اند، ترکیب‌های یونی دوتایی می‌گویند. مثلاً باریم سولفید (BaS) از دو عنصر باریم (Ba) و گوگرد (S) تشکیل شده است.

برای نمایش ترکیب‌های یونی از فرمول شیمیایی استفاده می‌شود.

ترکیب‌های یونی چندتایی، ترکیب‌هایی هستند که بیش از دو نوع عنصر دارند؛ مثلاً Na_3PO_4 .

مثال: از بین یون‌های زیر، کدام یک تک‌اتمی و کدام یک چنداتمی هستند؟

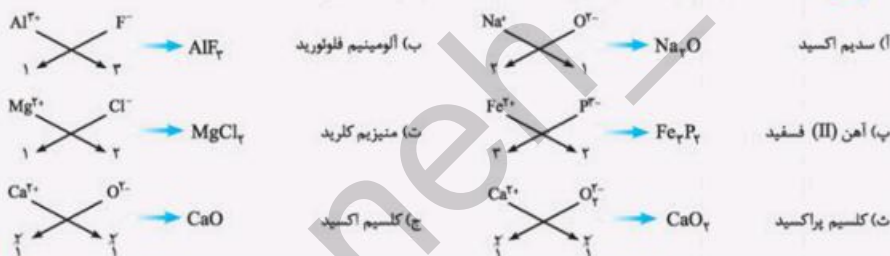
(آ) N^{3-} (ب) O^{2-} (پ) I^- (ت) ClO_4^- (ث) NO_3^+

پاسخ: یون‌های O^{2-} ، I^- ، ClO_4^- و NO_3^+ چنداتمی و یون N^{3-} تک‌اتمی هستند.

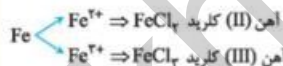
مثال: فرمول شیمیایی هر یک از ترکیب‌های یونی دوتایی زیر را بنویسید.

(آ) سدیم اکسید (ب) آلومینیم فلئوئورید (پ) آهن (II) فسفید (ت) متیزیم کلرید (ث) کلسیم پراکسید (ج) کلسیم اکسید

پاسخ: ابتدا نماد کاتیون و سپس نماد آنیون را می‌نویسیم، سپس ظرفیت آن‌ها را جابه‌جا می‌کنیم.



توجه: برخی از فلزها مثل آهن (Fe)، مس (Cu) و ... بیش از یک نوع کاتیون تشکیل می‌دهند به عبارت دیگر این نوع فلزها چند ظرفیتی هستند بنابراین در نام‌گذاری ترکیب‌های یونی که این فلزها در آن‌ها حضور دارند باید جهت جلوگیری از یکنواختی نام‌های آن‌ها بار (ظرفیت) آن‌ها را با عدد رومی مشخص کنیم. مثلاً



نکته: باید بدانید برخی از عنصرهای واسطه مانند عنصرهای اصلی یک نوع ظرفیت دارند و در مقابل نام آن‌ها عدد رومی نوشته نمی‌شود.

مثال: روی (Zn)، نقره (Ag)، کادمیم (Cd) و اسکاندیم (Sc)

توجه: با نام‌گذاری و فرمول‌نویسی ترکیب‌های یونی در فصل ۲، آشنا شدید. فقط جهت یادآوری، قاعده زیر را دوباره بیان می‌کنیم:

نام کاتیون + نام آنیون



تست: فرمول شیمیایی چه تعداد از ترکیب‌های یونی زیر، نادرست نوشته شده است؟

- کلسیم نیتريد: Ca_3N_2 - آهن (III) فسفيد: FeP - منيزيم یديد: MnI_2
نقره سولفيد: Ag_2S - آلومينيم اكسيد: Al_2O_3 - باريم كلريد: BrCl

۴ (۱) ۳ (۲) ۲ (۳) ۱ (۴)

پاسخ: کلسیم نیتريد Ca_3N_2 - آلومینیم اکسید Al_2O_3 - منیزیم یدید MgI_2 - باریم کلرید BaCl_2 نادرست نوشته شده بودند که به صورت نشان داده شده، صحیح است. بنابراین گزینه (۱) پاسخ تست است.

ترکیب‌های یونی سه‌تایی

به طور کلی ترکیب‌های سه‌تایی، ترکیب‌هایی هستند که از سه نوع عنصر متفاوت تشکیل شده‌اند، مثال: KOH ، KCN و معمولاً به آن‌ها ترکیب‌های چندتایی هم گفته می‌شود (به ترکیب‌های سه‌تایی و بیش از سه‌تایی، ترکیب‌های چندتایی گفته می‌شود).

مثال: نام هریک از ترکیب‌های یونی زیر را بنویسید.

- ۱) KCN (ب) $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ (ب) آلومینیم نیترات
۲) $\text{Fe}(\text{MnO}_4)_2$ (پ) آهن (III) پرمنگنات
۳) Ag_2SO_4 (ت) نقره سولفات

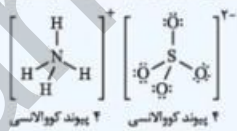
تست: در مورد ترکیب‌های یونی کدام عبارت درست بیان شده است؟

- ۱) تعداد اتم‌ها در کلسیم کربنات بیش‌تر از پتاسیم سولفات است.
۲) نسبت تعداد اتم‌های آمونیوم فسفات به تعداد عنصرهای منیزیم سولفید برابر با ۱۰ می‌باشد.
۳) نسبت مجموع بار الکتریکی آنیون‌های آلومینیم اکسید به بار الکتریکی آنیون پتاسیم سولفید برابر ۲ است.
۴) مجموع پیوندهای کووالانسی در یون‌های آمونیوم و سولفات برابر ۹ است.

پاسخ:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{تعداد کل اتم‌ها } 5 \times 3 + 5 = 20 \\ (\text{NH}_4)_2\text{PO}_4 \Rightarrow \\ \text{MgS} \Rightarrow \text{دارای ۲ عنصر می‌باشد} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{20}{2} = 10$$

بررسی گزینه (۱): CaCO_3 دارای ۵ اتم و K_2SO_4 دارای ۷ اتم است. ۶ بار منفی
بررسی گزینه (۲): $\text{Al}^{3+}\text{O}^{2-}_4$ که به صورت $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ نوشته می‌شود. Al^{3+} و O^{2-}_4 در پتاسیم سولفید که به صورت K_2S نوشته می‌شود. S^{2-} و K^+ وجود دارد که نسبت مجموع بار آنیون‌های آلومینیم اکسید به بار آنیون پتاسیم سولفید برابر ۳ است.
۶ بار منفی
بررسی گزینه (۴):



بنابراین گزینه (۲) پاسخ تست است.

مثال: با نوشتن نام و فرمول شیمیایی، جدول زیر را کامل کنید.

کاتیون	آنیون	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}
Fe^{2+}	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
Mg^{2+}	(۵)	(۶)	(۷)	(۸)
Na^+	(۹)	(۱۰)	(۱۱)	(۱۲)
Al^{3+}				

پاسخ:

- ۱- FeCl_2 : آهن (II) کلرید
۲- $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$: آهن (II) نیترات
۳- $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$: آهن (III) سولفات
۴- MgCl_2 : منیزیم کلرید
۵- $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$: منیزیم نیترات
۶- MgSO_4 : منیزیم سولفات
۷- NaCl : سدیم کلرید
۸- NaNO_3 : سدیم نیترات
۹- Na_2SO_4 : سدیم سولفات
۱۰- AlCl_3 : آلومینیم کلرید
۱۱- $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$: آلومینیم نیترات
۱۲- $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$: آلومینیم سولفات

تست: چه تعداد از موارد زیر، برای تکمیل جمله داده شده مناسب نیست؟

نسبت شمار آنیون به شمار کاتیون در با نسبت شمار به شمار برابر نیست.

(آ) کلسیم کلرید - کاتیون - آنیون - باریم سولفات

(پ) یتیم هیدروکسید - کاتیون - آنیون - آهن (III) فسفید

(ت) آمونیوم کربنات - اتمها - عنصرها - مس (II) فلوئورید

۴ (۱) ۳ (۲) ۲ (۳) ۱ (۴)

پاسخ:

$$1) \left\{ \begin{array}{l} \text{CaCl}_2 \Rightarrow \frac{\text{شمار آنیون}}{\text{شمار کاتیون}} = \frac{2}{1} = 2 \\ \text{BaSO}_4 \Rightarrow \frac{\text{شمار کاتیون}}{\text{شمار آنیون}} = \frac{1}{1} = 1 \end{array} \right.$$

$$پ) \left\{ \begin{array}{l} \text{LiOH} \Rightarrow \frac{\text{شمار آنیون}}{\text{شمار کاتیون}} = \frac{1}{1} = 1 \\ \text{FeP} \Rightarrow \frac{\text{شمار کاتیون}}{\text{شمار آنیون}} = \frac{1}{1} = 1 \end{array} \right.$$

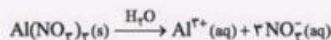
$$ب) \left\{ \begin{array}{l} \text{FeO} \Rightarrow \frac{\text{شمار آنیون}}{\text{شمار کاتیون}} = \frac{1}{1} = 1 \\ \text{Al(NO}_3)_3 \Rightarrow \frac{\text{شمار آنیون}}{\text{شمار کاتیون}} = \frac{3}{1} = 3 \end{array} \right.$$

$$ت) \left\{ \begin{array}{l} (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \Rightarrow \frac{\text{شمار آنیون}}{\text{شمار کاتیون}} = \frac{1}{2} \\ \text{CuF}_2 \Rightarrow \frac{\text{شمار اتمها}}{\text{شمار عنصرها}} = \frac{3}{2} \end{array} \right.$$

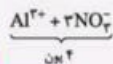
بنابراین گزینه (۴) پاسخ تست است.

مثال: از انحلال هر واحد آلومینیم نیترات در آب، چند یون تولید می‌شود؟ توضیح دهید.

پاسخ: فرمول شیمیایی آلومینیم نیترات به صورت $\text{Al(NO}_3)_3$ است.



پس آلومینیم نیترات در آب، به یون‌های تشکیل دهنده خود تفکیک می‌گردد. هر یون آلومینیم (Al^{3+}) دارای ۳ بار $+$ است و هر یون نیترات (NO_3^-) دارای یک بار $-$ است، لذا برای خنثی شدن هر یون Al^{3+} ، سه یون NO_3^- لازم است. پس در مجموع از هر واحد آلومینیم نیترات، ۴ یون تولید می‌شود.



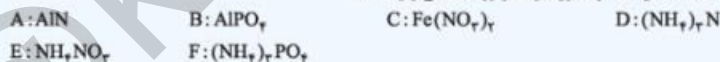
۴ یون

تست: با توجه به جدول زیر و شش ترکیب مشخص شده، چند مورد از مطالب بیان شده درست است؟

فصلیات	نیترات	نیترید	آنیون کاتیون
B	A		آلومینیم
C			آهن (II)
F	E	D	آمونیم

۴ (۴) ۳ (۳) ۲ (۲) ۱ (۱)

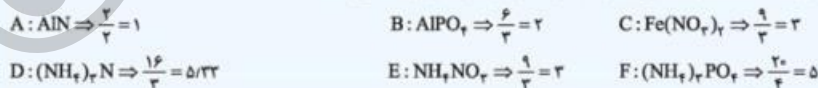
پاسخ: ۱) درست: ترکیب‌های مشخص شده در جدول دارای فرمول شیمیایی زیر هستند:



و تنها ترکیب A دوتایی است.

(ب) نادرست: ترکیب‌های A، B و E بر اثر انحلال در آب به ازای هر واحد فرمولی، دو یون و سایر ترکیب‌ها بیش از دو یون تولید می‌کنند.

(پ) نادرست: زیرا نسبت تعداد اتمها به نوع عنصرهای سازنده در هر ۶ ترکیب، برابر با ۲ نمی‌باشد.



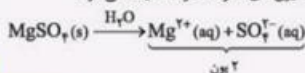
در مورد ترکیب B دقیقاً این نسبت برابر است.

(ت) درست: NH_4NO_3 و $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ نمک‌های محلول در آب هستند و به عنوان کود شیمیایی به گیاهان داده می‌شوند.

بنابراین گزینه (۲) پاسخ تست است.

مثال: از انحلال هر واحد منیزیم سولفات در آب، چند یون تولید می‌شود؟

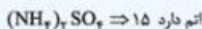
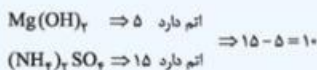
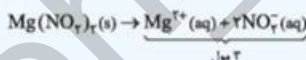
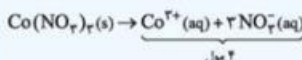
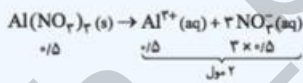
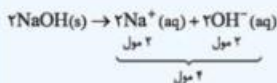
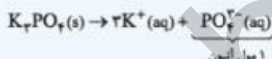
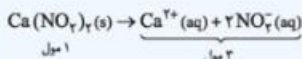
پاسخ: فرمول شیمیایی منیزیم سولفات به‌صورت $MgSO_4$ است و پس از حل شدن در آب به یون‌های سازنده خود تفکیک می‌شود:



تست: کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) تعداد یون‌هایی که بر اثر انحلال یک مول نمک کلسیم نیتريت در آب آزاد می‌شود با تعداد آنیون‌های آزادشده از پتاسیم فسفات برابر است.
- (۲) تعداد یون‌های آزادشده از ۲ مول سدیم هیدروکسید از تعداد یون‌های آزادشده از نیم مول آلومینیم نیتريت در آب بیش‌تر است.
- (۳) تعداد یون‌های آزادشده از انحلال یک مول کربات (III) نیتريت بیش‌تر از انحلال یک مول منیزیم نیتريت در آب است.
- (۴) تفاوت تعداد اتم‌های منیزیم هیدروکسید با آمونیوم سولفات برابر ۱۰ می‌باشد.

پاسخ:



رد گزینه (۴):

بنابراین گزینه (۱) پاسخ تست است.



مقدار مناسب یون‌ها در آب با یکدیگر متفاوت است. مثلاً یکی از یون‌هایی که وجود آن به میزان مناسب در آب آشامیدنی ضروری است، یون فلوئورید (F^-) می‌باشد. زیرا هنگامی که این یون به میزان مناسب دریافت می‌شود، می‌تواند تا ۶۰ درصد از پوسیدگی مینای دندان پیشگیری کند.

تکلیف: فلوئورید در آب رودخانه‌ها و چشمه‌ها به طور طبیعی وجود دارد. همچنین این یون در بعضی غذاها مانند غذاهای دریایی (ماهی، میگو و ...) شیر، لبنیات و گردو موجود می‌باشد.

تکلیف: یون‌های فلوئورید از طریق آب، غذا یا هوا وارد بدن می‌شوند. یون F^- باعث کاهش حلالیت مینای دندان‌ها در اسیدهای حاصل از فعالیت باکتری‌های پوسیدگی‌زا می‌گردد. همچنین یون فلوئورید (F^-) مانند یون کلرید (Cl^-) یک ماده ضد میکروبی است و فلوئورید موجود در بزاق باعث از بین رفتن یا غیرفعال شدن باکتری‌های پوسیدگی‌زا می‌شود.

آیا می‌دانید که؟ سازمان بهداشت جهانی میزان مجاز یون فلوئورید را در آب آشامیدنی $1.5 - 2.0 \text{ ppm}$ اعلام کرده است، اما غلظت 1 ppm یعنی چه؟ در قسمت دوم با این نوع غلظت آشنا خواهیم شد.

فصل

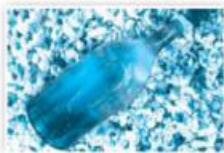
۳

قسمت دوم

غلظت

محلول و محلول حل‌شونده

محلول، مخلوطی همگن از دو یا چند ماده است که حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی محلول در سرتاسر آن یکسان و یکنواخت می‌باشد. محلول‌ها کاربردهای فراوانی در زندگی ما دارند مانند مخلوط گازها (به‌صورت محلول است) در شش (شکل ۱)، محلول آب نمک در سرم فیزیولوژیکی (شکل ۲)، محلول ضد یخ (یا همان محلول اتیلن گلیکول) (شکل ۳) و گلاب که مخلوطی همگن از چند ماده آلی در آب است (شکل ۴).



گلاب دو آتیشه
(۴)



سرم فیزیولوژیکی
(۲)



سرم فیزیولوژیکی
(۲)



هوا
(۱)

نکته: در محلول آبی ضد یخ، حالت فیزیکی در سرتاسر آن مایع و ترکیب شیمیایی مانند رنگ، غلظت و ... در سرتاسر آن یکسان و یکنواخت است.



مقدار نمک‌های حل‌شده در آب دریاهای گوناگون متفاوت است. نمونه در هر ۱۰۰ گرم آب دریای مرده (بحرالمتی) در حدود ۲۷۰ گرم حل‌شونده وجود دارد؛ از این رو آب این دریا محلول غلیظی است. انسان می‌تواند به راحتی روی آن شناور بماند. دریاچه ارومیه نمونه دیگری از دریاچه‌های شور دنیاست که مقدار نمک حل‌شده در آن بسیار زیاد است. در واقع، حلال جزئی از محلول است که حل‌شونده را در خود حل می‌کند و شمار مول‌های آن بیش‌تر است. خواص محلول خواص حلال، حل‌شونده و مقدار هر یک از آن‌ها بستگی دارد.

مفهوم غلظت

به مقدار ماده حل‌شونده موجود در مقدار معینی از حلال یا محلول، غلظت محلول گفته می‌شود. با توجه به کاربرد محلول‌ها، غلظت را می‌توان به روش‌های گوناگونی بیان کرد. در اینجا سه مورد از انواع غلظت محلول‌ها بررسی می‌شود.

غلظت ppm



هرگاه ۵/۵ گرم مس (II) سولفات را در ۹۹۵ گرم آب حل کنید، محلولی زیبا به رنگ آبی به‌دست می‌آید. حال اگر این محلول را با افزودن آب، چندین مرتبه رقیق کنیم، محلولی بسیار کمرنگ پدید می‌آید که گویی رنگ ندارد. غلظت این محلول‌های رقیق را با واحد ppm بیان می‌کنیم.

واژه ppm یعنی قسمت در میلیون، به عبارت دیگر به یک میلی‌گرم محلول می‌گویند که روشی برای تعیین مقدار غلظت مواد است. برای مثال ۱ ppm معادل ۱ میلی‌گرم از یک ماده در یک لیتر از مایع ($\frac{\text{mg}}{\text{L}}$) یا ۱ میلی‌گرم از یک ماده در یک کیلوگرم از ماده جامد است ($\frac{\text{mg}}{\text{kg}}$).

نکته: در مقیاس درصدی ppm معادل است با 10^{-4} یا 0.0001% درصد.

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم ماده حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6$$



دریاچه ارومیه

غلظت ppm از رابطه روبه‌رو پیروی می‌کند.

توجه: در این رابطه باید یکای صورت و مخرج یکسان باشد.

آیا می‌دانید؟ دریاچه ارومیه دومین دریاچه شور دنیاست که در هر کیلوگرم از آب آن، بیش از ۲۰۰ گرم از انواع حل‌شونده‌ها وجود دارد. چگالی آب دریاچه ارومیه در زمان پربایی ۱۱۴۸ گرم بر سانتی‌متر مکعب و با $\text{pH} = 7.5$ گزارش شده است. کاتیون‌های موجود در آب این دریاچه به طور عمده شامل Na^+ ، K^+ ، Ca^{2+} ، Li^+ و Mg^{2+} و آنیون‌های موجود در آن به طور عمده شامل Cl^- ، SO_4^{2-} و HCO_3^- است. مقدار Na^+ و Cl^- در آب دریاچه ارومیه حدود چهار برابر آب دریاهای آزاد است. به همین علت آن را می‌توان منبعی غنی برای تولید نمک خوراکی دانست. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که متأسفانه این حوزه آبی دچار خشکی شده است و اگر این روند ادامه یابد، خسارت‌های جبران‌ناپذیر و ردپای سنگینی بر زیست‌بوم منطقه بر جای خواهد گذاشت.

نکته: در محلول‌های بسیار رقیق می‌توان جرم حلال و محلول را یکی در نظر گرفت.

مثال: اگر در ۰/۲ کیلوگرم یک نمونه از آب چشمه‌ای در منطقه خرقان ساوه ۱۲ میلی‌گرم یون Mg^{2+} وجود داشته باشد، غلظت یون Mg^{2+} در این نمونه برحسب ppm چقدر است؟

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6$$

$$\text{ppm} = \frac{12 \text{ mg}}{2 \times 10^{-4} \text{ kg}} \times 10^6 = 60 \text{ ppm}$$

نکته: در محاسبه ppm لزومی ندارد که یکا در صورت و مخرج گرم باشد، فقط کافی است که یکسان باشند، یعنی ppm یک کمیت بدون یکا است.

مثال: اگر غلظت منیزیم کلرید (MgCl_2) در یک نمونه از آب دریاچه ارومیه برابر ۳۲۰ ppm باشد، در ۱۰ کیلوگرم از آن نمونه آب، چند گرم یون کلرید (Cl^-) وجود دارد؟ ($\text{Cl} = 35.5$ ، $\text{Mg} = 24$ ؛ $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

پاسخ: در این مسئله غلظت برحسب ppm داده شده است، لذا در ابتدا مقدار MgCl_2 را برحسب گرم بدست می‌آوریم (چون در سؤال مقدار برحسب گرم خواسته شده است).

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم ماده حل شونده (g)}}{\text{جرم محلول (g)}} \times 10^6$$

$$320 = \frac{10^6 \text{ g} \times \text{جرم محلول (g)}}{10^6 \text{ g}} \Rightarrow \text{جرم محلول (g)} = 10^6 \text{ g}$$

$$\Rightarrow 320 = \frac{\text{جرم } (\text{MgCl}_2)}{10^6 \text{ g}} \times 10^6 \Rightarrow \text{جرم } \text{MgCl}_2 = 320 \text{ g}$$

در این پرسش، مقدار گرم یون Cl^- خواسته شده است، پس باید مشخص کنیم در ۳۲۰ g از MgCl_2 چند گرم یون Cl^- وجود دارد (هر واحد MgCl_2 می‌تواند دو یون Cl^- را آزاد کند).



$$? \text{ g Cl}^- = 320 \text{ g MgCl}_2 \times \frac{1 \text{ mol MgCl}_2}{95 \text{ g MgCl}_2} \times \frac{2 \text{ mol Cl}^-}{1 \text{ mol MgCl}_2} \times \frac{35.5 \text{ g Cl}^-}{1 \text{ mol Cl}^-} = 239 \text{ g Cl}^-$$

نست: اگر غلظت یون پتاسیم در یک نمونه از آب دریای خزر برابر ۴۲۰ ppm باشد، در ۱۰۰ کیلوگرم از این آب چند گرم K^+ وجود دارد؟

$$420 \quad 42 \quad 420 \quad 42 \quad 420 \quad 42$$

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم ماده حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6$$

$$420 = \frac{x}{10^5} \times 10^6 \Rightarrow x = 42 \text{ g}$$

بنابراین گزینه (۱) پاسخ تست است.

تست: اگر غلظت یون Ca^{2+} در یک نمونه از آب دریای عمان ۴۰۰ppm باشد، در این صورت: ($1 \frac{\text{kg}}{\text{L}} = 1 \text{ چگالی آب دریا}$)

- ۱) در هر کیلوگرم آن ۴۰ میلی‌گرم یون Ca^{2+} وجود دارد.
- ۲) در هر لیتر آن ۴ میلی‌گرم یون Ca^{2+} وجود دارد.
- ۳) در هر میلی‌لیتر آن ۴ میلی‌گرم یون Ca^{2+} وجود دارد.
- ۴) در هر ۵۰ میلی‌لیتر آن ۰/۰۴ گرم یون Ca^{2+} وجود دارد.

پاسخ: منظور از محلول با غلظت ۴۰۰ppm یعنی در هر کیلوگرم محلول، ۴۰۰mg یون Ca^{2+} وجود دارد.
 آب دریا ۱kg ۴۰۰ppm یون Ca^{2+}

به عبارت دیگر، در هر یک لیتر (۱۰۰۰mL) محلول تقریباً ۴۰۰mg یون Ca^{2+} وجود دارد. در نتیجه در هر میلی‌لیتر محلول خواهیم داشت (باید توجه داشت که چون چگالی برابر ۱ داده شده، یک کیلوگرم محلول معادل یک لیتر محلول است):

$$\frac{400 \text{ mg Ca}^{2+}}{1000 \text{ mL محلول}} = \frac{x \text{ mg Ca}^{2+}}{1 \text{ mL محلول}} \Rightarrow x = 0.4 \text{ mg}$$

در هر میلی‌لیتر، ۰/۴mg یون Ca^{2+} وجود دارد.

$$\frac{0.4 \text{ mg Ca}^{2+}}{1 \text{ mL محلول}} = \frac{x \text{ mg Ca}^{2+}}{50 \text{ mL محلول}} \Rightarrow x = 20 \text{ mg}$$

در هر ۵۰mL، ۰/۰۴g یون Ca^{2+} وجود دارد.

بنابراین گزینه (۴) پاسخ تست است.

تست: مقدار معینی آمونیوم سولفات در ۲۰ لیتر محلول وجود دارد. اگر غلظت یون آمونیوم (NH_4^+) در این محلول تقریباً ۶۸ppm باشد، مقدار اولیه آمونیوم سولفات برحسب گرم به طور تقریبی کدام است؟ (از تغییر حجم آب بر اثر اضافه کردن آمونیوم سولفات صرف‌نظر کنید و چگالی محلول را برابر 1.05 g.mL^{-1} در نظر بگیرید.)

$$(N = 14, S = 32, O = 16, H = 1; \text{g.mol}^{-1})$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow 1.05 = \frac{m}{20} \Rightarrow m = 21 \text{ g}$$

$$68 = \frac{x}{21 \times 1.05} \Rightarrow x = 147.24 \text{ g NH}_4^+$$

$$? \text{ mol NH}_4^+ = 147.24 \text{ g NH}_4^+ \times \frac{1 \text{ mol NH}_4^+}{18 \text{ g NH}_4^+} = 8.18 \text{ mol NH}_4^+$$



$$? \text{ mol } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 = 8.18 \text{ mol NH}_4^+ \times \frac{1 \text{ mol } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4}{2 \text{ mol NH}_4^+} = 4.09 \text{ mol } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$$

$$? \text{ g } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 = 4.09 \text{ mol } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \times \frac{132 \text{ g } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4}{1 \text{ mol } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4} = 540.72 \text{ g}$$

بنابراین گزینه (۴) پاسخ تست است.

۱- کمیتی برای بیان غلظت محلول‌های بسیار رقیق است.

۲- غلظت آنیون‌ها و کاتیون‌ها در آب معدنی، آب آشامیدنی و آب دریا با ppm گزارش می‌شود.

۳- برای بیان مقدار آلاینده‌های هوا (ذره‌های معلق یا گازهای آلاینده) استفاده می‌شود.

نکته همان‌طور که گفته شد، ppm برای بیان غلظت محلول‌های بسیار رقیق به کار می‌رود. در واقع در این محلول‌ها جرم حل‌شونده آن‌قدر کم است که معمولاً غلظت محلول آن را به جای درصد، برحسب قسمت در میلیون (ppm) بیان می‌کنند.

یک فنجان شیمی

یون نیترات (NO_3^-) موجود در آب، تبخیر نمی‌شود و به‌صورت پایدار در آب باقی می‌ماند. نیترات به‌طور معمول برای سلامتی خطرناک نبوده؛ اما مصرف مداوم و بیش از اندازه آن می‌تواند اثرات زیانباری بر سلامتی انسان به‌ویژه نوزادان داشته باشد. نیترات با هموگلوبین خون ترکیب شده و سبب اختلال در حمل اکسیژن توسط آن شده و به وسیله دستگاه گوارش متابولیزه شده، به NO تبدیل می‌گردد و اثر آن در نوزادان شدیدتر است، به طوری‌که نوزاد از کمبود اکسیژن رنج برده و سبب نارسایی در نوزادان می‌شود.



سایر عوارض استفاده از نیترات در مدت طولانی شامل کاهش اسیدیت معده، کمبود آنزیم، کاهش سلول‌های هموگلوبین طبیعی خون، افسردگی و تأثیر بر سیستم عصبی بوده و زمانی که غلظت آن بالای ۷۰٪ باشد، باعث مرگ می‌شود. به‌گفته سازمان بهداشت جهانی اکثر افراد بالغ، روزانه بین ۳۰ تا ۷۰ میلی‌گرم نیترات همراه مواد غذایی مثل کاهو، کرفس، اسفناج و ... مصرف می‌کنند. این نشان می‌دهد که علاوه بر آب آشامیدنی، مواد غذایی نیز حاوی نیترات می‌باشند. طبق اعلام سازمان بهداشت جهانی (WHO) مقدار استاندارد نیترات در آب‌های آشامیدنی حداکثر باید ۵۰ ppm باشد.

غلظت درصد جرمی

گرم ماده حل‌شونده در ۱۰۰ گرم محلول را درصد جرمی می‌نامند.

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم ماده حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100$$

نمونه: در مخر، جرم محلول موردنظر است نه جرم حلال. (جرم محلول = جرم حلال + جرم حل‌شونده)
مثال: بر روی برچسب کیسه پلاستیکی محلول شست‌وشوی دهان نوشته شده است: «محلول استریل ۰/۹ درصد سدیم کلرید، غیرقابل تزریق» یعنی در هر ۱۰۰ گرم این محلول ۰/۹ گرم سدیم کلرید (NaCl) وجود دارد و جرم آب در این محلول ۹۹/۱ g است. $100 - 0.9 = 99.1$

نکته: درصد جرمی را با نماد $\frac{w}{w} \%$ نشان می‌دهند و یکی صورت و مخرج باستانی یکسان باشد (پس یکا ندارد).
 $\frac{\text{mg}}{\text{mg}}$ یا $\frac{\text{g}}{\text{g}}$ یا $\frac{\text{kg}}{\text{kg}}$

مثال: ۲/۵ گرم پتاسیم برمید (KBr) در ۴۷/۵ گرم آب حل شده است. درصد جرمی KBr را در این محلول حساب کنید.

پاسخ:

$$\begin{aligned} \text{جرم حلال} + \text{جرم ماده حل‌شونده} &= \text{جرم محلول} \\ \text{جرم ماده حل‌شونده} &= \frac{\text{جرم ماده حل‌شونده}}{\text{جرم کل محلول}} \times 100 \\ \text{درصد جرمی} &= \frac{2.5}{50} \times 100 = 5\% \end{aligned}$$

مثال: محلول ۵٪ جرمی از سدیم نیترات (NaNO_3) تهیه شده است. در ۴۰ g از این محلول چند مول NaNO_3 وجود دارد؟

$$(\text{Na} = 23, \text{N} = 14, \text{O} = 16: \text{g} \cdot \text{mol}^{-1})$$

پاسخ:

$$\begin{aligned} \text{درصد جرمی} &= \frac{\text{جرم ماده حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 \\ 5 &= \frac{x}{40} \times 100 \Rightarrow x = 2 \text{ g NaNO}_3 \\ ? \text{ mol NaNO}_3 &= 2 \text{ g NaNO}_3 \times \frac{1 \text{ mol NaNO}_3}{85 \text{ g NaNO}_3} = 0.0235 \text{ mol NaNO}_3 \end{aligned}$$

مثال: محلول ۲۰٪ جرمی از پتاسیم سولفات (K_2SO_4) تهیه شده است. در ۶۰ گرم از این محلول چند مول نمک پتاسیم سولفات وجود دارد؟

$$(\text{K} = 39, \text{S} = 32, \text{O} = 16: \text{g} \cdot \text{mol}^{-1})$$

پاسخ:

$$\begin{aligned} \text{جرم مولی K}_2\text{SO}_4 &= (2 \times 39) + 32 + (4 \times 16) = 174 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \\ 20 &= \frac{x}{60} \times 100 \Rightarrow x = 12 \text{ g} \\ ? \text{ mol K}_2\text{SO}_4 &= 12 \text{ g K}_2\text{SO}_4 \times \frac{1 \text{ mol K}_2\text{SO}_4}{174 \text{ g K}_2\text{SO}_4} = 0.069 \text{ mol K}_2\text{SO}_4 \end{aligned}$$

تست: در ۲۴۰ میلی لیتر سولفوریک اسید غلیظ ۹۰٪ جرمی با چگالی $1/6 \text{ g.mL}^{-1}$ ، چند گرم از این اسید وجود دارد؟

۳۴/۵۶ (۱) ۳۴۵/۶ (۲) ۲/۴۵۶ (۳) ۲۳۵/۶ (۴)

پاسخ:

را حل اول: $90 \text{ g H}_2\text{SO}_4 \text{ محلول } \times \frac{1/6 \text{ g}}{1 \text{ mL}} \times \frac{240 \text{ mL}}{100 \text{ g}} = 345/6 \text{ g H}_2\text{SO}_4$

را حل دوم: $240 \text{ mL} \Rightarrow \frac{\text{جرم محلول}}{240 \text{ mL}} \Rightarrow \frac{1/6}{240 \text{ mL}} \Rightarrow \text{چگالی} = 240 \text{ g}$

$345/6 \text{ g} = \text{جرم حل شونده (H}_2\text{SO}_4) \Rightarrow \frac{\text{جرم حل شونده}}{240} \times 100 = 90 \Rightarrow \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \text{درصد جرمی}$

بنابراین گزینه (۲) پاسخ تست است.

نکته: رابطه بین درصد جرمی و ppm به صورت زیر است:

$$\text{ppm} = 10^6 \times \text{درصد جرمی} \Rightarrow \frac{\text{جرم ماده حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 = \frac{\text{جرم ماده حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \times 10^6 \Rightarrow \text{ppm} = \frac{\text{جرم ماده حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6$$

مثال: در صورتی که غلظت یون های سدیم (Na^+)، منیزیم (Mg^{2+}) و سولفات (SO_4^{2-}) در یک نمونه آب دریای خلیج فارس به ترتیب برابر 10500 ، 1250 و 2700 ppm باشند، غلظت این یون ها را بر حسب درصد جرمی حساب کنید.

پاسخ: $\text{ppm} = \frac{\text{درصد جرمی}}{10^6} \Rightarrow \text{درصد جرمی} = \frac{\text{ppm}}{10^6}$

$\text{Na}^+ : 10500 \text{ ppm} \Rightarrow \text{Na}^+ = \frac{10500}{10^6} = 1/100 \text{ \% w/w}$

$\text{Mg}^{2+} : 1250 \text{ ppm} \Rightarrow \text{Mg}^{2+} = \frac{1250}{10^6} = 1/800 \text{ \% w/w}$

$\text{SO}_4^{2-} : 2700 \text{ ppm} \Rightarrow \text{SO}_4^{2-} = \frac{2700}{10^6} = 27/100000 \text{ \% w/w}$

مثال: یکی از منابع مهم تهیه فلز منیزیم، آب دریا است. حساب کنید از هر تن آب دریا حداکثر چه مقدار فلز منیزیم می توان به دست آورد؟ (غلظت یون منیزیم در آب دریا را 1250 ppm بگیرید.)

پاسخ: ابتدا ۱ تن آب را به گرم تبدیل می کنیم:

$1 \text{ ton} = 1000 \text{ kg} \Rightarrow 1 \text{ ton} \times \frac{1000 \text{ kg}}{1000 \text{ kg}} = 1000000 \text{ g} = 10^6 \text{ g}$

$\text{ppm} = \frac{\text{جرم ماده حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow \frac{x \text{ g Mg}^{2+}}{10^6 \text{ g}} \times 10^6 = 1250 \Rightarrow x = 1250 \text{ g}$

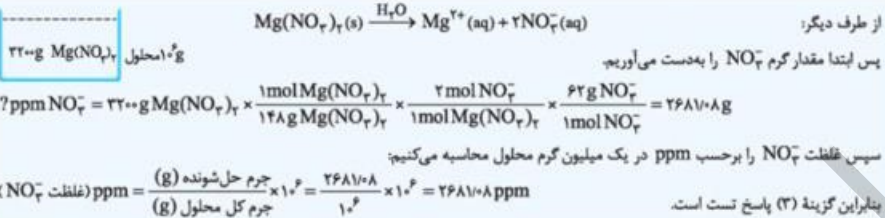
تست: در نمونه ای از پساب صنعتی - پتروشیمی شهر بصره عراق که وارد آب های خلیج فارس می شود، درصد جرمی منیزیم نیترات برابر $320/3200$ می باشد. غلظت یون نیترات بر حسب ppm کدام است؟

$(\text{Mg} = 24, \text{N} = 14, \text{O} = 16; \text{g.mol}^{-1})$ ۲۶۱۸/۰۸ (۴) ۲۶۸۱/۰۸ (۳) ۲۶۸۱/۰۸ (۲) ۲۶۱۷/۰۸ (۱)

پاسخ: $\text{ppm} = \text{درصد جرمی} \times 10^6$

$\text{ppm} = 320/3200 \times 10^6 = 3200 \text{ ppm}$

یعنی در هر یک میلیون (10^6) گرم محلول، $3200 \text{ g Mg(NO}_3)_2$ وجود دارد.



نکته: اگر تعداد کل یون های حاصل از حل کردن آلومینیم نیترات در 10^6 کیلوگرم آب $4/816 \times 10^{20}$ یون باشد، غلظت یون نیترات بر حسب ppm به طور تقریبی برابر است. ($\text{Al} = 27, \text{NO}_3^- = 62: \text{g.mol}^{-1}$)

پاسخ: ابتدا تعداد مول را برای یون ها حساب می کنیم.

یون $8 \times 10^{-4} \text{ mol}$ یون $4/816 \times 10^{20}$ یون 6.02×10^{23} یون

یعنی کل مول های مربوط به یون های موجود در محلول $8 \times 10^{-4} \text{ mol}$ است. از طرف دیگر طبق معادله تفکیک آلومینیم نیترات خواهیم داشت:



$? \text{ mol NO}_3^- = 8 \times 10^{-4} \text{ mol یون} \times \frac{3 \text{ mol NO}_3^-}{3 \text{ mol یون}} = 6 \times 10^{-4} \text{ mol NO}_3^-$

و بر حسب گرم خواهیم داشت:

$? \text{ g NO}_3^- = 6 \times 10^{-4} \text{ mol NO}_3^- \times \frac{62 \text{ g NO}_3^-}{1 \text{ mol NO}_3^-} = 372 \times 10^{-4} \text{ g NO}_3^-$

$10^6 \text{ kg} = 10 \times 10^5 = 10^6 \text{ g}$ جرم محلول

$\text{ppm NO}_3^- = \frac{(\text{جرم حل شونده})}{(\text{جرم کل محلول})} \times 10^6 = \frac{372 \times 10^{-4} \text{ g}}{10^6 \text{ g}} \times 10^6 = 372 \text{ ppm NO}_3^-$

محلول 10^6 کیلوگرم یا 10^3 گرم دارد.

بنابراین گزینه (4) پاسخ تست است.

پیوند با صنعت

در آب دریا در حدود 5×10^{16} تن از انواع مواد گوناگون وجود دارد. مواد شیمیایی موجود در آب دریا را می توان به روش های فیزیکی و شیمیایی از آن جدا کرد. به طور مثال سالانه میلیون ها تن سدیم کلرید با روش تبلور از آب دریا جداسازی و استخراج می شود.



شامل تقریباً 5×10^{16} تن از انواع مواد گوناگون می باشد.

شامل مواد شیمیایی می باشد که می توان آن ها را به روش های فیزیکی و شیمیایی از آب دریا جدا کرد.

شامل سدیم کلرید می باشد که به روش تبلور، جداسازی و استخراج می شود.

آب دریاها

نکته: نمک NaCl به مقدار زیاد در صنعت مصرف می شود و کاربردهای مختلفی دارد که در تصویر زیر با بخشی از کاربردهای آن آشنا می شوید.



متنیزیم

فلزی که در تهیه آلبازها، شربت معده و ... کاربرد دارد.
یکی از منابع تهیه این فلز، آب دریاست.
در آب دریا به شکل $Mg^{2+}(aq)$ وجود دارد.

مراحل استخراج و جداسازی متنیزیم عبارتند از:



نکته: به محلول سدیم هیدروکسید در آب، سود سوزآور هم گفته می‌شود.

تبلور: جداسازی حل‌شونده از محلول به شکل بلورهای جامد را تبلور می‌نامند.

آیا می‌دانید؟ سالانه ۱۵۰ میلیون تن نمک خوراکی در جهان و در صنایع گوناگون مصرف می‌شود. این نمک را از آب دریا یا معادن نمک تهیه می‌کنند. یکی از مهم‌ترین منابع سدیم کلرید، صحرایی بزرگ از نمک واقع در کشور بولیوی است که از تبخیر آب دریاچه مینی‌چین به جای مانده است.

عمل برقکافت: تجزیه یک ترکیب در حالت محلول یا مذاب خالص، توسط جریان برقی را عمل برقکافت (الکترولیز) می‌نامند.

در استخراج متنیزیم در مرحله پایانی نمک خالص $MgCl_2$ را حرارت داده و مذاب حاصل را با جریان برقی تجزیه می‌کنند. متنیزیم کلرید در حالت مذاب به یون‌های $Mg^{2+}(l)$ و $Cl^{-}(l)$ تفکیک می‌شود:



در عمل برقکافت یون‌های Mg^{2+} به سمت قطب منفی جذب شده و با گرفتن الکترون از تیغه به فلزی تبدیل می‌گردد و یون‌های Cl^{-} به سمت قطب مثبت جذب شده و با از دست دادن الکترون به تیغه، به گاز Cl_2 تبدیل می‌گردد.



یک فلزات شلیخی

عمل تبلور: تبلور یکی از بهترین روش‌های تخلیص (خالص‌سازی) اجسام جامد از درون محلول یا مذاب است. وقتی مادهای به‌صورت جامد باشد، معمولاً آن را در حلالی حل کرده و مجدداً به‌صورت بلور رسوب می‌دهند. این عمل را تبلور مجدد (تبلور کردن) می‌نامند. برای این کار، ترکیبی را که می‌خواهیم متبلور کنیم بایستی در یک حلال یا مخلوطی از حلال‌های داغ محلول و در حالت سرد در همان حلال‌ها نامحلول باشد. در مورد جداسازی نمک‌های محلول از آب دریاها و یا دریاچه‌ها با ایجاد حوضچه‌های کوچک آن‌ها را به کمک خاکریز از هم جدا می‌کنند. تابش خورشید و وزش باد به تبخیر و غلیظتر شدن آب کمک نموده و بلور نمک‌ها به‌صورت جامد با بلورهای ریز، گرد هم می‌آیند.



غلظت مولی (مولار)

غلظت بسیاری از محلول‌ها در صنعت، پزشکی، داروسازی، کشاورزی و زندگی روزانه با درصد جرمی بیان می‌شود.
• نباید تصور شود که تهیه محلول‌ها به حالت مایع، با درصد جرمی معین کار آسانی است.
• تجربه نشان می‌دهد که اندازه‌گیری حجم یک مایع به ویژه در آزمایشگاه آسان‌تر از جرم آن است.
غلظت مولار رایج‌ترین شیوه برای بیان غلظت یک محلول است.
غلظت مولی (مولار): به تعداد مول‌های ماده حل‌شونده در یک لیتر محلول، غلظت مولی (مولار) می‌گویند.

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{مول‌های حل‌شونده}}{\text{حجم محلول (برحسب لیتر)}} = \frac{n}{V}$$

نکته: یکای غلظت مولی را M یا $(\text{معادل } \text{molL}^{-1})$ نشان می‌دهند.

نکته: منظور از V ، حجم محلول می‌باشد و نه حجم حلال و عدد n ، تعداد مول‌های ماده حل‌شونده را بیان می‌کند (دما 25°C). برای به‌دست آوردن مول‌های ماده حل‌شونده، گرم ماده حل‌شونده را با استفاده از کسر تبدیل جرم مولی به مول تبدیل می‌کنیم، مثلاً ۳ گرم کربن برابر 0.25 مول کربن است.

$$C = 12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$? \text{ mol C} = 3 \text{ g C} \times \frac{1 \text{ mol C}}{12 \text{ g C}} = \frac{1}{4} \text{ mol C} = 0.25 \text{ mol C}$$

کسر تبدیل جرم مولی

مثال: طرز تهیه محلول ۰/۲ مولار سدیم هیدروکسید چگونه است؟ ($\text{NaOH} = 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

پاسخ: ۰/۲ مول سدیم هیدروکسید (به عبارت واضح تر 8 g NaOH) را پس از توزین در یک بالون پیمانه‌ای یک لیتری می‌ریزیم سپس به آن کمی آب مقطر اضافه کرده و با به هم زدن، NaOH جامد را در آب حل می‌کنیم. در پایان آن قدر آب مقطر اضافه می‌کنیم تا به خط نشانه بالون پیمانه‌ای برسیم. در این حالت محلول ۰/۲ مولار سدیم هیدروکسید تهیه شده است.



نکته: ریختن آب مقطر تا خط نشانه بالون پیمانه‌ای را اصطلاحاً «به حجم رساندن» می‌گویند.

مثال: برای تهیه ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول پتاسیم هیدروکسید ۰/۴ مولار، به چند مول حل‌شونده خالص نیاز است؟

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{مول‌های حل‌شونده}}{\text{حجم محلول}} = \frac{n \text{ KOH}}{V(L)}$$

$$? L = 100 \text{ mL} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} = 0.1 \text{ L}$$

$$0.4 \text{ mol L}^{-1} = \frac{n \text{ KOH}}{0.1 \text{ L}} \Rightarrow n = 0.04 \text{ mol}$$

بایستی حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر به لیتر تبدیل شود.

نکته: چند مورد از مطالب زیر در مورد استخراج فلز منیزیم از آب دریا درست است؟

- منیزیم در آب دریا به شکل رسوب Mg(OH)_2 وجود دارد.
- استخراج و جداسازی آن بر پایه روش‌های فیزیکی و شیمیایی است.
- مرحله اول استخراج منیزیم از آب دریا، رسوب دادن این یون به شکل Mg(OH)_2 است.
- مرحله پایانی دست‌یابی به فلز منیزیم خالص، تجزیه منیزیم کلرید با استفاده از جریان برق به عنصرهای سازنده‌اش است.
- اگر غلظت یون منیزیم در یک نمونه آب دریا 1250 ppm باشد، در نخستین مرحله جداسازی از آن از هر تن آب، $4/5$ کیلوگرم رسوب منیزیم هیدروکسید به‌دست می‌آید.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

پاسخ: ۱) نادرست؛ منیزیم در آب دریا به شکل محلول Mg^{2+} وجود دارد که برای استخراج و جداسازی آن در مرحله نخست، آن را به شکل Mg(OH)_2 رسوب می‌دهند.

ب) درست؛ در مراحل استخراج منیزیم هم روش‌های شیمیایی (استفاده از HCl و برق‌کافت) و هم روش‌های فیزیکی تبخیر و تبلور استفاده می‌شود.

ت) درست؛ در مرحله پایانی، نمک MgCl_2 را در اثر حرارت خشک نموده و با حرارت بیشتر ذوب می‌کنند و مذاب حاصل را با کمک جریان برق، برق‌کافت (الکترولیز) می‌نمایند، به طوری‌که در قطب منفی فلز منیزیم و در قطب مثبت گاز Cl_2 تولید می‌شود.

ث) نادرست

$$? \text{ kg Mg(OH)}_2 = 10^6 \text{ g آب} \times \frac{1250 \text{ g Mg}^{2+}}{10^6 \text{ g آب}} \times \frac{1 \text{ mol Mg}^{2+}}{24 \text{ g Mg}^{2+}} \times \frac{1 \text{ mol Mg(OH)}_2}{1 \text{ mol Mg}^{2+}} \times \frac{58 \text{ g Mg(OH)}_2}{1 \text{ mol Mg(OH)}_2} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 3/2 \text{ kg Mg(OH)}_2$$

بنابراین گزینه (۳) صحیح است.

تست: ۰/۴۹ گرم سولفوریک اسید (H_2SO_4) را در مقداری آب حل می‌کنیم و حجم محلول را به ۱۰۰ میلی‌لیتر می‌رسانیم. غلظت مولی محلول اسید کدام است؟ (برحسب $mol.L^{-1}$)

- (۱) ۰/۲۵ (۲) ۰/۰۲۵ (۳) ۰/۵ (۴) ۰/۰۵

پاسخ:

$$? \frac{mol}{L} = \frac{0.49 g H_2SO_4}{100 mL} \times \frac{1 mol H_2SO_4}{98 g H_2SO_4} \times \frac{1000 mL}{1 L} = 0.05 mol.L^{-1}$$

بنابراین گزینه (۴) پاسخ تست است.



مثال: اگر غلظت یون Ca^{2+} در رودخانه‌ای نزدیک یک کارخانه گچ برابر ۸۰۰ ppm باشد، در این صورت غلظت مولی آن را محاسبه کنید. (چگالی محلول آب رودخانه برابر $1 g.mL^{-1}$ فرض شود) ($Ca = 40 g.mol^{-1}$)

پاسخ: منظور از غلظت ppm، یعنی تعداد میلی‌گرم‌های حل‌شده در یک لیتر محلول. چون غلظت محلول ۸۰۰ ppm است، یعنی ۸۰۰ میلی‌گرم یون Ca^{2+} در ۱۰۰۰ گرم محلول وجود دارد. (چگالی محلول $1 g.mL^{-1}$ در نظر گرفته شده است پس یک لیتر محلول ۱۰۰۰ گرم جرم دارد)

$$? \frac{mol Ca^{2+}}{L} = \frac{800 mg Ca^{2+}}{1 L} \times \frac{1 g Ca^{2+}}{1000 mg Ca^{2+}} \times \frac{1 mol Ca^{2+}}{40 g Ca^{2+}} = 0.02 mol.L^{-1}$$

توجه: اندازه‌گیری حجم یک مایع به ویژه در آزمایشگاه، آسان‌تر از جرم آن است. البته بایستی توجه کرد که حجم مواد، تابع دما می‌باشد و این باعث می‌شود که در دماهای مختلف، ثابت نباشد.



توجه: دستگاه اندازه‌گیری قند خون گلوکومتر نامیده می‌شود. این دستگاه میلی‌گرم گلوکز را در هر دسی‌لیتر (dL) از خون نشان می‌دهد.

$$1 dL = 100 mL$$

مثال: اگر دستگاه غلظت قند خون عدد ۹۰ را نشان دهد، غلظت مولار گلوکز ($C_6H_{12}O_6$) را محاسبه کنید. ($C = 12, H = 1, O = 16; g.mol^{-1}$)

$$C_6H_{12}O_6 = 6 \times 12 + 12 \times 1 + 6 \times 16 = 180 g.mol^{-1}$$

پاسخ:

$$? \frac{mol}{L} = \frac{90 mg \text{ گلوکز}}{1 dL} \times \frac{1 dL}{100 mL} \times \frac{1000 mL}{1 L} \times \frac{1 g}{1000 mg} \times \frac{1 mol \text{ گلوکز}}{180 g \text{ گلوکز}} = 0.05 mol/L$$

تست: در ۹۰ میلی‌لیتر محلول $0.4 mol.L^{-1}$ چند میلی‌گرم نمک پتاسیم نیترات حل شده است؟ ($K = 39, N = 14, O = 16; g.mol^{-1}$)

- (۱) ۳۶۳۶ (۲) ۳/۳۶ (۳) ۳۶/۳۶ (۴) ۳۶۳۶

پاسخ: روش اول:

$$? mg KNO_3 = 90 mL \text{ محلول} \times \frac{1 L}{1000 mL \text{ محلول}} \times \frac{0.4 mol KNO_3}{1 L \text{ محلول}} \times \frac{101 g KNO_3}{1 mol KNO_3} \times \frac{1000 mg}{1 g} = 3636 mg KNO_3$$

روش دوم:

$$1000 \times \frac{\text{مول حل‌شونده}}{\text{حجم محلول برحسب mL}} = \frac{\text{مول حل‌شونده}}{\text{غلظت مولی}} \times \frac{\text{حجم محلول برحسب لیتر}}{\text{حجم محلول برحسب لیتر}}$$

$$0.4 = \frac{\text{مول ماده حل‌شونده}}{90} \times 1000 \Rightarrow n_{KNO_3} = 3636 mol$$

$$? mg = 3636 mol KNO_3 \times \frac{101 g KNO_3}{1 mol KNO_3} \times \frac{1000 mg}{1 g} = 3636 mg KNO_3$$

بنابراین گزینه (۴) پاسخ تست است.

تست: چند مول یون K^+ در ۷۵ mL محلول $K_2Cr_2O_7$ با غلظت مولی ۰/۱۲۳ M موجود است؟

(۱) $1/84 \times 10^{-2}$ (۲) $1/38 \times 10^{-2}$ (۳) $9/22 \times 10^{-2}$ (۴) $2/77 \times 10^{-2}$

پاسخ:

$$\text{mol } K^+ = 0.075 \text{ L} \times \frac{0.123 \text{ mol } K_2Cr_2O_7}{1 \text{ L}} \times \frac{2 \text{ mol } K^+}{1 \text{ mol } K_2Cr_2O_7} = 1/84 \times 10^{-2} \text{ mol } K^+$$

بنابراین گزینه (۱) پاسخ تست است.

تست: کدام روش آزمایشگاهی برای تهیه یک نمونه محلول ۰/۱ مولار سود (سدیم هیدروکسید) صحیح تر است؟

- (۱) افزودن یک مول سدیم هیدروکسید به یک ظرف ۱۰۰ میلی لیتری و به حجم رساندن آن.
 - (۲) یک مول سدیم هیدروکسید به یک ظرف یک لیتری افزوده و پس از به حجم رساندن آن، آن را ۱۰ مرتبه رقیق نمود.
 - (۳) افزودن ۰/۱ مول سدیم هیدروکسید به ۱۰۰۰ میلی لیتر آب خالص.
 - (۴) افزودن ۰/۱ مول سدیم هیدروکسید به یک ظرف یک لیتری و به حجم رساندن آن.
- پاسخ:** توجه داشته باشید که در بسیاری موارد از حل کردن تعداد مول معین ماده در ۱۰۰۰ میلی لیتر حلال، یک محلول مولار با مول معین تهیه نمی شود، زیرا در اثر انحلال، حجم کلی محلول در پایان تغییر کرده و در رابطه غلظت مولی، حجم محلول متفاوت (بیش تر) از یک لیتر خواهد بود. بنابراین گزینه (۴) پاسخ تست است.

یک فنجان شیمی

متخصصین علوم تغذیه توصیه می کنند که در تهیه غذاها بهتر است از نمک های دریایی استفاده شود. زیرا نمک دریایی حاوی انواع کاتیون های مورد نیاز بدن است که نیازهای مختلف بدن را تأمین می کند.

نمک دریایی دارای یون های مختلف، کلسیم، پتاسیم، ید، منگنز، روی و ... می باشد که به نمک طعام کامل معروف است. باید بدانید که کاتیون های مختلف نمک با تصفیه صنعتی از بین می روند.

از فواید نمک های دریایی این است که ابتدا به عفونت راکم می کند و موجب کاهش درد می شود.

هم چنین نمک دریا، باعث جانی سلول ها شده و تبادل مواد معدنی و سفتی بین خون و آب را ممکن می سازد. علاوه بر این نمک دریا برخلاف نمک صنعتی (معمولی) باعث افزایش فشار خون نشده و موجب بروز بیماری قلبی نمی شود.

مثال: اگر در حجم برابر از محلول های سدیم هیدروکسید و پتاسیم هیدروکسید جرم برابر از آن ها موجود باشد و محلول پتاسیم

هیدروکسید ۰/۵ مولار باشد، غلظت مولی محلول سدیم هیدروکسید برابر چند خواهد بود؟ ($\text{NaOH} = 40$ ، $\text{KOH} = 56$ ؛ $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

پاسخ: ابتدا جرم پتاسیم هیدروکسید حل شده در یک لیتر محلول را به دست می آوریم.

$$? \text{ g KOH} = \frac{0.5 \text{ mol}}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{56 \text{ g}}{1 \text{ mol KOH}} = 28 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

چون جرم KOH حل شده با سدیم هیدروکسید برابر است، پس در یک لیتر محلول سدیم هیدروکسید هم ۲۸ گرم از این ماده حل شده است. پس غلظت NaOH را به دست می آوریم.

$$? \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = \frac{28 \text{ g NaOH}}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{1 \text{ mol NaOH}}{40 \text{ g NaOH}} = 0.7 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

پس با جرم برابر از KOH و NaOH، غلظت مولی سدیم هیدروکسید بیش تر است.

تست: کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) منظور از این که محلول سرکه خوراکی ۵ درصد جرمی است، یعنی در هر گرم محلول آن ۰/۰۵ گرم اسید وجود دارد.
- (۲) اندازه گیری حجم یک مایع آسان تر از جرم آن است.
- (۳) مبنای محاسبات کمی در شیمی، مول است.
- (۴) درصد جرمی محلول ۳ مولار سدیم هیدروکسید با چگالی ۱/۵ گرم بر میلی لیتر برابر ۷ است. ($\text{NaOH} = 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$)



پاسخ: گزینه (۱): منظور از محلول ۵ درصد جرمی یعنی در هر ۹۵ گرم آب، ۵ گرم اسید حل شده است که جمعاً ۱۰۰ گرم می‌گردد. پس در هر گرم محلول آن $\frac{5}{100}$ یعنی ۰/۰۵ گرم استیک اسید حل شده است.

گزینه (۴): محلول ۳ مولار یعنی در هر ۱۰۰۰ میلی‌لیتر (یا یک لیتر) محلول ۳ مول سدیم هیدروکسید حل شده است.

$$?g \text{ NaOH} = 3 \text{ mol NaOH} \times \frac{40g \text{ NaOH}}{1 \text{ mol NaOH}} = 120g \text{ NaOH}$$

$$?g \text{ محلول} = 1L \times \frac{1000 \text{ mL}}{1L} \times \frac{15g}{1 \text{ mL}} = 1500g \text{ محلول}$$

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم ماده حل‌شونده}}{\text{جرم کل محلول}} \times 100 = \frac{120}{1500} \times 100 = 8\%$$

بنابراین گزینه (۴) پاسخ تست است.



تست: درصد جرمی و مولاریته آب در محلول هیدروکلریک اسید ۱۲M با چگالی $1/19g \cdot mL^{-1}$ کدام است؟



$$15/61 \text{ و } 36/181 \text{ (۲)}$$

$$15/61 \text{ و } 44/18 \text{ (۴)}$$

$$37/22 \text{ و } 44/18 \text{ (۱)}$$

$$47/77 \text{ و } 63/2 \text{ (۳)}$$

پاسخ: با توجه به چگالی داده‌شده وزن یک لیتر محلول برابر ۱۱۹۰ گرم است. این جرم برابر با مجموع جرم ۱۲ مول HCl و آب است. پس می‌توانیم جرم آب را به‌دست آوریم.

$$HCl \text{ جرم} = 12 \text{ mol HCl} \times \frac{36/5g \text{ HCl}}{1 \text{ mol HCl}} = 438g \text{ HCl}$$

$$آب \text{ جرم} = 1190 - 438 = 752g \text{ H}_2O$$

$$\text{درصد جرمی آب} = \frac{752g \text{ H}_2O}{1190g \text{ محلول}} \times 100 = 63/2\%$$

$$آب \text{ مول} = 752g \text{ H}_2O \times \frac{1 \text{ mol H}_2O}{18g \text{ H}_2O} = 41/77 \text{ mol}$$

$$آب \text{ مولاریته} = \frac{n}{V} = \frac{41/77}{1L} = 41/77 \text{ mol/L}$$

بنابراین گزینه (۳) پاسخ تست است.



تست: به بیماری ۱۰۰mL در ساعت به مدت ۲/۵ ساعت از محلول NaCl که غلظت کل یون‌های موجود در آن ۰/۳M است تزریق شده است. این بیمار در این مدت حدوداً چند گرم NaCl دریافت کرده است؟ ($NaCl = 58/5g \cdot mol^{-1}$)

$$4/4 \text{ (۲)}$$

$$17/5 \text{ (۴)}$$

$$2/2 \text{ (۱)}$$

$$8/8 \text{ (۳)}$$



پاسخ: ۲ مول یون تولید می‌شود.

پس غلظت مولی نمک طعام برابر با $0/15 \text{ mol} \cdot L^{-1} = \frac{0/3}{2}$ می‌باشد.

$$?g \text{ NaCl} = 100 \text{ mL} \times \frac{1L}{1000 \text{ mL}} \times \frac{0/15 \text{ mol NaCl}}{1L} \times \frac{58/5g \text{ NaCl}}{1 \text{ mol NaCl}} = 0/88g \text{ NaCl}$$

پس ۰/۸۸ گرم NaCl در ۱۰۰ میلی‌لیتر سرم در مدت یک ساعت دریافت کرده است. پس در ۲/۵ ساعت خواهیم داشت:

$$0/88 \times 2/5 = 2/2 \text{ گرم نمک}$$

بنابراین گزینه (۱) پاسخ تست است.

تست: برای تهیه ۶/۷۲ لیتر گاز کلر، در شرایط STP از واکنش زیر، چند میلی لیتر محلول ۱۴/۶ درصد جرمی این اسید با چگالی 1 g.mL^{-1} مصرف می شود؟ ($H = 1, Cl = 35.5; \text{g.mol}^{-1}$)



۳۲۵ (۴)

۳۰۰ (۳)

۲۵۰ (۲)

۲۰۰ (۱)

پاسخ: جرم محلول HCl را 100 g فرض می کنیم:

$$? \text{ mL HCl} = \frac{6.72 \text{ L Cl}_2}{22.4 \text{ L Cl}_2} \times \frac{4 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol Cl}_2} \times \frac{36.5 \text{ g HCl}}{1 \text{ mol HCl}} \times \frac{100 \text{ g محلول}}{14.6 \text{ g HCl}} \times \frac{1 \text{ mL محلول}}{1 \text{ g محلول}} = 300 \text{ mL}$$

بنابراین گزینه (۳) پاسخ تست است.

نکته: اگر در مسئله ای درصد جرمی و چگالی محلول را داده باشند و غلظت مولار را خواسته باشند، می توان از رابطه زیر استفاده نمود.

$$M = \frac{10 \cdot d}{\text{جرم مولی}}$$

M : غلظت مولی (mol/L)

d : درصد جرمی محلول

d : چگالی (g/mL)



۲۹g

۱۰۸g

تست: با توجه به شکل مقابل کدام گزینه نادرست است؟ ($C = 12, H = 1, O = 16; \text{g.mol}^{-1}$)

(۱) میزان درصد جرمی قند نوشابه قوطی بیش تر از نوشابه خانواده است.

(۲) اگر چگالی نوشابه خانواده برابر 1.04 g.mL^{-1} باشد، غلظت مولار قند ساکاروز ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) در آن حدود $1/21$ مول بر لیتر است.

(۳) غلظت قند برحسب ppm در نوشابه قوطی تقریباً برابر $8/78 \times 10^4$ است.

(۴) در هر میلی لیتر از نوشابه قوطی (چگالی آن 1.06 g/mL است) به طور تقریبی 2×10^{-4} مول ساکاروز وجود دارد.

$$\text{درصد جرمی قند نوشابه خانواده} = \frac{108\text{g}}{1500\text{g}} \times 100 = 7.2\%$$

$$\text{درصد جرمی قند نوشابه قوطی} = \frac{29\text{g}}{350\text{g}} \times 100 = 8.28\%$$

$$M = \frac{10 \cdot d}{\text{جرم مولی}} = \frac{10 \times 7.2 \times 10^4}{342} = 21$$

(۲) نادرست

$$\text{ppm} = \text{درصد جرمی} \times 10^4 = 8.28 \times 10^4$$

(۳) درست

$$\text{چگالی} = \frac{m}{V} \Rightarrow 1.06 = \frac{220}{V} \Rightarrow V = 211.3 \text{ mL}$$

(۴) درست

$$? \text{ mol} = 211.3 \text{ mL} \times \frac{29\text{g}}{311.3 \text{ mL}} \times \frac{1 \text{ mol ساکاروز}}{342\text{g}} = 2 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

بنابراین گزینه (۲) پاسخ تست است.

فصل

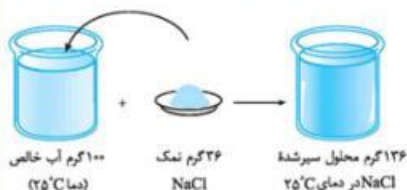
۳

قسمت سوم

آیا نمک‌ها به یک اندازه در آب حل می‌شوند؟

۱۳۷

آموزش | فصل سوم: آب، آهنگ زندگی



انحلال‌پذیری

انحلال‌پذیری: به بیش‌ترین مقدار از یک حل‌شونده که در ۱۰۰g آب (حلال) در دمای معینی حل می‌شود و محلول سیرشده (اشباع‌شده) را به‌وجود می‌آورد. انحلال‌پذیری آن ماده می‌گویند.

مثلاً میزان انحلال‌پذیری سدیم کلرید (NaCl) در دمای ۲۵°C برابر ۳۶ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. این مطلب بدین مفهوم است که در ۱۰۰ گرم آب خالص در دمای ۲۵°C بیش‌ترین مقداری که از نمک NaCl می‌توان حل کرد، برابر ۳۶ گرم است. در این حالت محلول حاصل، سیرشده بوده و جرم محلول نهایی ۱۳۶g خواهد بود.

توجه

مصرف زیاد انواع نمک‌ها از جمله نمک‌های کلسیم‌دار موجب تشکیل سنگ کلیه در افراد جامعه می‌شود. این نمک‌ها بایستی به‌صورت محلول از طریق ادرار دفع شوند. غلظت زیاد نمک‌های کلسیم اگزالات، نمک‌های اوریک اسید^۱ و هم‌چنین نمک‌های فسفات در ادرار باعث رسوب نمک‌های کلسیم‌دار در کلیه و مثانه می‌گردد که در نهایت منجر به تشکیل سنگ کلیه می‌شود.

نکته

مواد مختلف از نظر میزان انحلال‌پذیری به سه دسته تقسیم می‌شوند:

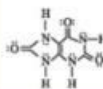
(۱) مواد محلول: موادی که انحلال‌پذیری آن‌ها در دمای آزمایش بیش‌تر از ۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب باشد. مثلاً شکر، سدیم نیترات و سدیم کلرید جزو مواد محلول هستند.

(۲) مواد نامحلول: موادی که انحلال‌پذیری آن‌ها در دمای آزمایش کم‌تر از ۰/۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب باشد. مثلاً نقره کلرید (AgCl) و کلسیم فلوئورید (CaF₂) جزو مواد نامحلول هستند.

(۳) مواد کم‌محلول: موادی که انحلال‌پذیری آن‌ها در دمای آزمایش کم‌تر از ۱ گرم ولی بیش‌تر از ۰/۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب باشد. مثلاً کلسیم سولفات و هگزانول جزو مواد کم‌محلول می‌باشند.

انواع انحلال‌پذیری مواد مختلف را می‌توان به‌طور خلاصه بر روی نمودار مقابل نشان داد:

نام حل‌شونده	فرمول شیمیایی	انحلال‌پذیری (گرم حل‌شونده / ۱۰۰g H ₂ O)
شکر	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	۲۰۵
سدیم نیترات	NaNO ₃	۹۲
سدیم کلرید	NaCl	۳۶
کلسیم سولفات	CaSO ₄	۰/۲۳
کلسیم فسفات	Ca ₃ (PO ₄) ₂	۵ × ۱۰ ^{-۴}
نقره کلرید	AgCl	۲/۱ × ۱۰ ^{-۴}
باریم سولفات	BaSO ₄	۱/۹ × ۱۰ ^{-۴}



۱- فرمول مولکولی ترکیب یونی کلسیم اگزالات CaC₂O₄ می‌باشد و اوریک اسید C₅H₄N₄O₆ که ترکیب مولکولی می‌باشد دارای ساختار گسترده‌ی مقابل است.

نکته: در محلولی مانند نوشابه‌های گازدار به مقدار زیادی (بیش از اندازه سیر شدن) و با فشار، گاز CO_2 را وارد محلول می‌کنند و محلول فراسیرشده تهیه می‌کنند.

مثال: اگر 190 g سدیم نیترات را در دمای 25°C درون 200 g آب بریزیم، پس از تشکیل محلول سیرشده:

(ا) چند گرم محلول به دست می‌آید؟

(ب) چند گرم سدیم نیترات در ته ظرف باقی می‌ماند؟

پاسخ: (ا) با توجه به جدول انحلال پذیری (جدول فوق) میزان انحلال پذیری سدیم نیترات، 92 g در 100 g آب در دمای 25°C است. پس در 200 g آب حداکثر $184\text{ g} = 2 \times 92$ نمک سدیم نیترات حل می‌شود.

92 g در 100 g آب 92 g = میزان انحلال پذیری سدیم نیترات

184 g در 200 g آب 184 g = میزان انحلال پذیری سدیم نیترات

پس از ریختن 190 g سدیم نیترات در 200 g آب، مقدار 184 g حل می‌شود و 6 g به صورت رسوب می‌ماند. جرم محلول برابر خواهد بود با:

$$200\text{ g} + 184\text{ g} = 384\text{ g}$$

در ته ظرف به صورت رسوب باقی می‌ماند. $6\text{ g} = 184\text{ g} - 190\text{ g}$: جرم رسوب

(ب)

تست: انحلال پذیری نمک لیتیم سولفات در دمای 40°C برابر 20 g است. کدام مطلب در مورد محلولی به جرم 500 g که شامل 100 g از این نمک در همان دما است، درست می‌باشد؟

(۱) با افزودن 5 g نمک حل‌شونده به محلول، بیش از 20 g از حل‌شونده به شکل رسوب از محلول جدا می‌شود.

(۲) با افزودن 50 g نمک آب به آن، محلول از حالت سیرشده به حالت سیرنشده درمی‌آید.

(۳) می‌توان 10 g دیگر از نمک لیتیم سولفات را در همین دما در آن حل کرد.

(۴) محلول تهیه‌شده، یک محلول فراسیرشده و پایدار است.

پاسخ: با توجه به این‌که انحلال پذیری نمک لیتیم سولفات در دمای 40°C برابر 20 g در 100 g آب است پس جرم محلول سیرشده آن 120 g است. اکنون می‌توان محاسبه کرد که در 500 g محلول سیرشده آن بیش‌ترین مقدار گرم حل‌شونده چقدر است؟

$$\frac{\text{محلول}}{\text{نمک}} = \frac{120\text{ g}}{20\text{ g}} \Rightarrow \frac{500\text{ g}}{x} = \frac{120}{20} \Rightarrow x = 83.3$$

با افزودن 5 g نمک به محلول فراسیرشده، افزون بر مقدار اضافی نمک، مقدار 5 g نمک نیز رسوب می‌کند. با توجه به این‌که انحلال پذیری نمک برابر 83.3 g گرم است، در نتیجه افزون بر 16.7 g (یعنی $83.3 - 100 = 16.7$) گرم حل‌شونده اضافی 5 g نمک افزوده‌شده به محلول نیز تشعشع می‌شود: $16.7 + 5 = 21.7$

گزینه‌های (۳) و (۴) نادرست هستند زیرا محلولی از این نمک که در 500 g از آن بیش‌تر از 83.3 g نمک حل‌شده وجود داشته باشد، محلولی فراسیرشده و ناپایدار است و دیگر نمی‌توان در این دما حل‌شونده بیش‌تری در آن حل کرد.

گزینه (۲) نادرست است زیرا با افزودن 50 g نمک آب به آن، محلول هم‌چنان در حالت فراسیرشده باقی می‌ماند زیرا با افزودن 50 g نمک آب به محلول 92 g گرم نمک حل می‌شود ولی محلول هم‌چنان محلول فراسیرشده است زیرا که 100 g گرم نمک در محلول وجود ندارد.

$$\frac{\text{محلول}}{\text{نمک}} = \frac{120\text{ g}}{20\text{ g}} = \frac{500\text{ g}}{x} \Rightarrow x = 92\text{ g}$$

بنابراین گزینه (۱) پاسخ تست می‌باشد.

مثال: سنگ کلبه‌ها در بیش از 85% درصد موارد، نمک‌های کلسیم‌دار هستند. نمک‌هایی که باید به صورت محلول از طریق ادرار دفع شوند.

(ا) مقدار این نمک‌ها در ادرار افراد سالم را با انحلال پذیری آن‌ها به صورت کیفی مقایسه کنید.

(ب) در افرادی که به سنگ کلیه مبتلا می‌شوند، مقدار این نمک‌ها در ادرار را با انحلال پذیری آن‌ها مقایسه کنید.

پاسخ: (ا) میزان انحلال ترکیب‌های کلسیم‌دار موجود در ادرار افراد سالم کم‌تر از میزان انحلال پذیری آن‌ها در دمای 37.5°C (دمای بدن) است. به همین دلیل امکان رسوب ترکیب‌های کلسیم‌دار در کلیه و یا مثانه این نوع افراد وجود ندارد.

(ب) در افراد مبتلا به سنگ کلیه میزان انحلال ترکیب‌های کلسیم‌دار موجود در ادرار به اندازه‌ای زیاد است که از میزان انحلال پذیری آن‌ها در دمای 37.5°C بیش‌تر است (بیش‌تر از حالت سیرشده است). به همین دلیل مقدار اضافه‌تر از حالت سیرشده به صورت جامد در کلیه رسوب می‌کند و سنگ کلیه تشکیل می‌گردد.

تست: قابلیت حل شدن یکی از نمک‌های سرب ۱ گرم در دمای 20°C می‌باشد. حداقل چند لیتر آب خالص لازم است تا ۲۰ گرم از این نمک در آن حل شود؟

پاسخ: قابلیت حل شدن (انحلال پذیری) به صورت مقدار گرم ماده حل شده در ۱۰۰ گرم آب تعریف می‌شود، چون آب خالص است می‌توان حجم و جرم آن را برابر در نظر گرفت. (چگالی آب برابر یک گرم بر میلی‌لیتر است)

$$\frac{\text{گرم جلال } x}{\text{گرم جلال } x} = \frac{20\text{g}}{100\text{g}} \Rightarrow x = 2000\text{g}$$

بنابراین گزینه (۲) پاسخ تست است.

تست: قطعه‌ای به جرم ۰/۲ از گرم فلز کلسیم را در ظرفی حاوی ۱۰۰ mL آب مقطر می‌اندازیم. اگر قابلیت انحلال کلسیم هیدروکسید در آب برابر ۰/۰۷ g باشد، چند گرم کلسیم هیدروکسید رسوب خواهد کرد؟ ($\text{Ca} = 40, \text{O} = 16, \text{H} = 1; \text{g.mol}^{-1}$)

پاسخ: واکنش ترکیب Ca با آب را می‌نویسیم:



حال بیجیم به ازای ۰/۲ گرم کلسیم چند گرم کلسیم هیدروکسید در آب تولید می‌شود.

$$? \text{g Ca(OH)}_2 = 0.2 \text{g Ca} \times \frac{1 \text{ mol Ca}}{40 \text{ g Ca}} \times \frac{1 \text{ mol Ca(OH)}_2}{1 \text{ mol Ca}} \times \frac{74 \text{ g Ca(OH)}_2}{1 \text{ mol Ca(OH)}_2} = 0.37 \text{ g Ca(OH)}_2$$

میزان انحلال پذیری کلسیم هیدروکسید در آب مقطر برابر ۰/۰۷ گرم است، پس از ۰/۳۷ g به دست آمده ۰/۰۷ گرم کلسیم هیدروکسید حل می‌شود و ۰/۳۰ g از آن در ۱۰۰ میلی‌لیتر ۱۰۰ g آب نامحلول بوده و رسوب خواهد کرد. بنابراین گزینه (۲) پاسخ تست است.

نکته: تعرق زیاد با فعالیت فیزیکی در آب و هوای گرم و نوشیدن مایعات کافی باعث تغلیظ ادرار و رسوب کریستال‌های موجود در ادرار و تشکیل سنگ کلیه و یا مثانه می‌شود.



آمارها نشان می‌دهد که سه درصد از جمعیت کشورمان سنگ کلیه دارند. این بیماری افزون بر زمینه ژنتیکی، می‌تواند به دلیل تغذیه نامناسب، کم تحرکی، مصرف بیش از حد نمک خوراکی، پروتئین حیوانی، لبنیات و همچنین اختلالات هورمونی ایجاد شود.

آیا می‌دانید؟ بیماری نقرس به دلیل رسوب کردن نمک متبلور سدیم اورات در مفاصل به ویژه انگشتان دست‌ها و پاهاست. این نمک دارای بلورهای تیز و سوزنی شکل است که باعث ایجاد درد شدیدی در این مفاصل می‌شود. این عیوب هنگامی پدید می‌آید که مقدار این نمک از انحلال پذیری آن در 37°C و در خوناب (پلاسمای خون) بیش‌تر باشد.

آیا می‌دانید؟ در برخی نقاط جهان چشمه‌های آب گرم برای رسیدن به سطح زمین با عبور از میان سنگ‌های آهکی مقداری از این سنگ‌ها را در خود حل می‌کنند. آب این چشمه‌ها با رسیدن به سطح زمین و کاهش دمای آن، چشم‌اندازهای زیبایی پدید می‌آورند. زیرا انحلال پذیری کلسیم کربنات (CaCO_3) در آب و در دمای 25°C در حدود $10^{-3} \times 7$ است و هر مقدار بیش‌تر از آن، به صورت جامد (رسوب) از محلول سیر شده جدا می‌شود.

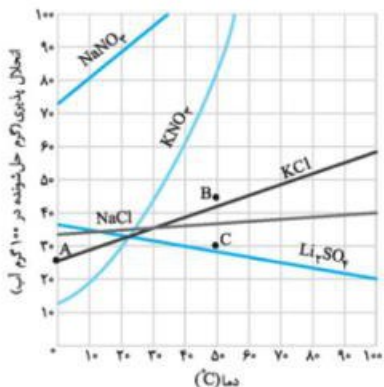
چند نکته در مورد انحلال پذیری ترکیب‌های یونی

تأثیر دما بر انحلال پذیری: در انحلال ترکیب‌های یونی علاوه بر ویژگی‌های ترکیب یونی، عامل دما نیز عامل مهمی در میزان انحلال پذیری آن‌ها در آب است. انحلال ترکیب یونی در آب اغلب با تغییرات گرمایی همراه است. یعنی انحلال ترکیب‌های یونی در آب می‌تواند گرماده یا گرماگیر باشد.

(۱) انحلال ترکیب‌های یونی گرماده: اگر انحلال ترکیب یونی در آب گرماده باشد، حل‌شونده ضمن حل شدن گرما آزاد می‌کند و دمای محلول به تدریج افزایش می‌یابد. در این انحلال، نمودار انحلال پذیری پایین‌رونده (نزولی) است. یعنی در این نوع انحلال، کاهش دما، موجب افزایش میزان انحلال پذیری حل‌شونده می‌شود. به عنوان نمونه انحلال لیتیم سولفات (Li_2SO_4) در آب گرماده است. اگر هنگام انحلال (Li_2SO_4) هیچ‌گونه مبادله انرژی با محیط پیرامون وجود نداشته باشد، دمای محلول افزایش می‌یابد.

(۲) انحلال ترکیب‌های یونی گرماگیر: اگر انحلال ترکیب یونی در آب گرماگیر باشد، حل‌شونده ضمن حل شدن از محلول گرما می‌گیرد و دمای محلول به تدریج کاهش می‌یابد. در این نوع انحلال نمودار انحلال پذیری بالا رونده (صعودی) می‌باشد.





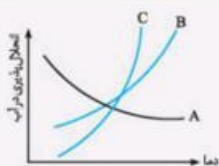
نمودار انحلال پذیری برخی از ترکیب‌های یونی در آب

نمودار انحلال پذیری برخی از ترکیب‌های یونی در آب برحسب دما به صورت زیر است:

- میزان انحلال پذیری یک ماده را با تغییر دما نشان می‌دهد.
- نقاط روی هر نمودار، حالت سیرشده از ماده موردنظر را بیان می‌کنند.
- نقطه‌های بالاتر از هر نمودار، حالت فراسیر شده آن را بیان می‌کنند. (نقطه B بالای نمودار NaCl)
- نقطه‌های پایین‌تر از هر نمودار، حالت سیرنشده آن را بیان می‌کنند. (نقطه C پایین نمودار NaCl)
- هر چه شیب نمودار انحلال پذیری بیش‌تر باشد، بیان‌گر وابستگی بیش‌تر انحلال پذیری به دما است.
- نقطه A روی نمودار انحلال پذیری KCl، عرض از مبدأ آن تأمید می‌شود که میزان انحلال پذیری KCl را در آب صفر درجه سلسیوس نشان می‌دهد.
- با افزایش دما انحلال پذیری اغلب نمک‌ها افزایش می‌یابد.

نمودارهای انحلال پذیری

۱۴۰



مثال: نمودار تأثیر تغییر دما بر انحلال پذیری چند ترکیب داده شده است.

- میزان انحلال پذیری کدام ماده در آب با کاهش دما افزایش می‌یابد؟
- انحلال ماده B در آب گرماده است یا گرماگیر؟
- اثر تغییر دما بر میزان انحلال پذیری ماده C بیش‌تر است یا ماده B؟ چرا؟

پاسخ: ۱) ماده A - چون انحلال گرماده است.

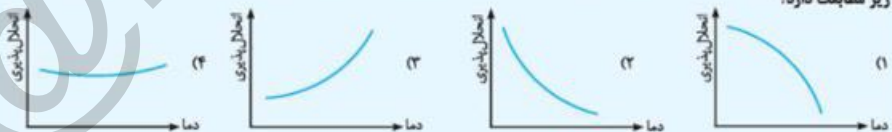
۲) گرماگیر

۳) تأثیر دما بر میزان انحلال پذیری ماده C بیش‌تر است. زیرا شیب نمودار ماده C نسبت به نمودار B بیش‌تر است.

تست: میزان انحلال پذیری نمک A در دمای 25°C دو برابر نمک B در همان دماست. در مورد مقایسه انحلال پذیری این دو نمک در دمای 50°C چه می‌توان گفت؟

- انحلال پذیری نمک A دو برابر نمک B می‌باشد.
 - در دمای 50°C انحلال پذیری نمک A از نمک B حتماً بیش‌تر است.
 - باتوجه به اطلاعات داده شده نمی‌توان پیش‌بینی کرد.
- پاسخ:** با توجه به اطلاعات داده شده، اولاً مشخص نیست که انحلال پذیری A یا B در آب گرماده است یا گرماده. دوماً مشخص نیست که شیب منحنی انحلال پذیری این دو ماده چگونه است و میزان تغییرات انحلال پذیری با افزایش دما چگونه تغییر می‌کند. بنابراین گزینه (۴) پاسخ تست است.

تست: با سرد کردن محلول KI در آب، مقداری نمک رسوب می‌نماید. به نظر شما نمودار انحلال پذیری نمک KI با کدام یک از نمودارهای زیر مطابقت دارد؟



پاسخ: چون با سرد کردن، میزان انحلال پذیری در آب کاهش یافته و متناسب با آن مقداری از نمک KI رسوب کرده است، پس انحلال این ماده در آب از نوع گرماگیر است. نمودار گزینه‌های (۱) و (۲) انحلال پذیری گرماده را نشان می‌دهد که با افزایش دما میزان انحلال پذیری کم می‌شود. نمودار گزینه (۴) انحلال پذیری موادی را نشان می‌دهد که تغییر دما تأثیر چندانی بر انحلال پذیری آن‌ها ندارد. بنابراین گزینه (۳) پاسخ تست است.

انحلال پذیری $100\text{g H}_2\text{O}$		ماده حل شده
10°C	100°C	
۲۴	۴	A
۳۶	۳۸	B

مثال: با توجه به جدول داده شده، به پرسش‌ها پاسخ دهید.

(آ) انحلال کدام ماده در آب گرماگیر است؟ چرا؟

(ب) نمودار انحلال پذیری B صعودی است یا نزولی؟ چرا؟

پاسخ: (آ) انحلال ماده A گرماگیر است، زیرا با افزایش دما انحلال پذیری A در آب بیش تر شده است.

(ب) نزولی - چون با افزایش دما انحلال پذیری آن کاهش یافته است.

مثال: با توجه به نمودار داده شده به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

(آ) انحلال پذیری کدام ترکیب یونی، وابستگی دمایی کمتری دارد؟ چرا؟

(ب) انحلال پذیری NaCl و KCl را در دمای 30°C و 60°C با یکدیگر مقایسه کنید.

(پ) آیا می‌توان انحلال پذیری سدیم نیترات را در 70°C پیش‌بینی کرد؟ توضیح دهید.

(ت) عرض از مبدأ Li_2SO_4 چه عددی است؟ و بیانگر چه موضوعی می‌باشد؟

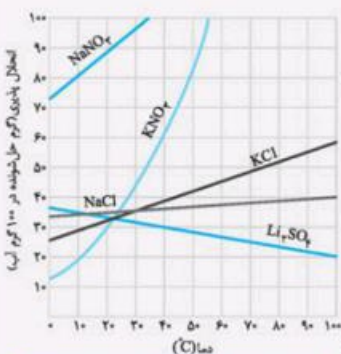
پاسخ: (آ) انحلال پذیری NaCl وابستگی دمایی کمتری دارد، زیرا هر چه شیب نمودار کمتر باشد، اثر تغییر دما بر میزان انحلال آن ماده کمتر خواهد بود.

(ب) در جدول زیر میزان انحلال پذیری دو نمک KCl و NaCl در دماهای 30°C و 60°C درجه سلسیوس مقایسه شده‌اند.

در دمای 30°C انحلال پذیری NaCl بیش‌تر بوده و در دمای 30°C ، انحلال پذیری این دو نمک برابر می‌شود و در دمای بالای 30°C ، انحلال پذیری KCl بیش‌تر می‌شود.

(پ) بله، چون نمودار خطی است با ادامه نمودار (برون‌یابی) حدود 130g خواهد بود.

(ت) عرض از مبدأ لیتیم سولفات در نمودار داده شده حدوداً برابر 37°C گرم در 100g آب است و نشان‌دهنده آن است که در دمای صفر درجه سلسیوس حداکثر 37°C گرم ترکیب لیتیم سولفات در 100g آب حل می‌شود.



نمک	NaCl	KCl
دما ($^\circ\text{C}$)		
۰	۳۳	۲۵
۳۰	۳۵	۳۵
۶۰	۳۸	۴۶

تست: اگر انحلال پذیری پتاسیم دی‌کرومات ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) در دمای 70°C برابر 48g باشد:

(۱) حداکثر 110g نمک در این دما حل می‌شود.

(۲) با $9/6\text{g}$ از این نمک، محلول سیرشده در این دما می‌توان تهیه کرد.

(۳) در 74°C از محلول سیرشده آن در این دما 500g آب وجود دارد.

(۴) اگر در دمای 70°C مقدار 120g از این نمک در 400g آب حل شده باشد، محلول حاصل سیرشده خواهد بود.

پاسخ: وقتی گفته می‌شود انحلال پذیری 48g است، یعنی در این دما حداکثر 48g نمک در 100g آب حل می‌شود و 128g محلول سیرشده می‌دهد، پس:

$$\text{نمک } 48\text{g} \times \frac{\text{محلول } 148\text{g}}{\text{نمک } 24\text{g}} = \text{محلول } 296\text{g}$$

$$\text{آب } 500\text{g} - 240\text{g} = 260\text{g}$$

$$\text{نمک } 120\text{g} \times \frac{48\text{g}}{100\text{g}} = 57.6\text{g}$$

$$\frac{148\text{g}}{48\text{g}} \times \frac{100\text{g}}{260\text{g}} = 23.2\text{g}$$

رد گزینه (۱): وقتی 120g نمک در 400g آب حل شده است، یعنی در 100g آب فقط 30g نمک حل شده است که نسبت به انحلال پذیری پتاسیم دی‌کرومات در دمای 70°C که برابر 48g است، کمتر می‌باشد و محلول سیر نشده است. بنابراین گزینه (۳) پاسخ تست است.

نکته: برای محاسبه سریع معادله انحلال پذیری یک ماده حل شونده به کمک دو نقطه از نمودار انحلال پذیری آن (در صورتی که خطی باشد)، می توان از رابطه زیر محاسبه نمود. توجه نمایید که پس از جایگذاری نقاط در معادله زیر بهتر است آن را به فرم $S = a\theta + b$ تغییر دهید.

$$S - S_1 = \frac{S_2 - S_1}{\theta_2 - \theta_1} (\theta - \theta_1) \quad (\theta_2 > \theta_1)$$

مثال: دانش آموزی از منابع علمی، انحلال پذیری سدیم نیترات (S) سدیم نیترات را در دماهای گوناگون (θ) مطابق جدول زیر استخراج کرده است.

$\theta(^{\circ}\text{C})$	۰	۱۰	۲۰	۳۰
$S(\frac{\text{g NaNO}_3}{100\text{g H}_2\text{O}})$	۷۲	۸۰	۸۸	۹۶

او توانست از این جدول معادله $S = 0.8\theta + 72$ را ارائه کند.

(ا) توضیح دهید او چگونه به این معادله دست یافته است؟

(ب) انحلال پذیری سدیم نیترات را در 70°C پیش بینی کنید.

پاسخ: (ا) میزان انحلال پذیری از 72g شروع می شود و چون به ازای افزایش هر 10° درجه دما، انحلال پذیری به اندازه 8g گرم افزایش می یابد، پس دما (θ) با ضریب $(\frac{8}{10})$ تغییر می کند. (شیب نمودار برابر 0.8 است).

(ب) میزان انحلال پذیری سدیم نیترات در دمای 70°C $S = 0.8 \times (70) + 72 = 128\text{g}$

تست: اگر انحلال پذیری ماده A در دمای 20°C و 60°C به ترتیب برابر 33 و 45g گرم ماده حل شونده A در 100g گرم آب باشد و در صورتی که انحلال پذیری ماده A با دما برحسب درجه سلسیوس رابطه مستقیم و خطی داشته باشد، بیش ترین مقدار انحلال ماده A در دمای 36°C در 100g گرم آب، برابر کدام عدد است؟

$$\frac{33}{20} \quad \frac{45}{60} \quad \frac{33}{20} \quad \frac{45}{60}$$

پاسخ: ابتدا معادله انحلال پذیری ماده A را بدست می آوریم:

$$S - S_1 = \frac{S_2 - S_1}{\theta_2 - \theta_1} (\theta - \theta_1) \Rightarrow S - 33 = \frac{45 - 33}{60 - 20} (\theta - 20) \Rightarrow S = 0.2\theta + 27$$

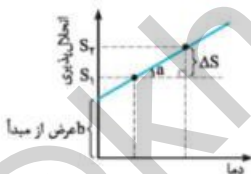
اکنون با جایگذاری عدد 36 به جای θ ، انحلال پذیری ماده مورد نظر را در دمای 36°C محاسبه می کنیم:

$$S = 0.2\theta + 27 \xrightarrow{\theta=36} S = 0.2(36) + 27 = 33.2\text{g} / 100\text{g H}_2\text{O}$$

پس گزینه (۴) پاسخ تست است.

تعیین معادله انحلال پذیری یک ماده بر حسب دما از روی نمودار

برای حل شونده هایی که رابطه انحلال پذیری آن ها با دما به صورت خطی است، می توان با محاسبه شیب و عرض از مبدأ نمودار انحلال پذیری آن ها، معادله انحلال پذیری را تعیین نمود.

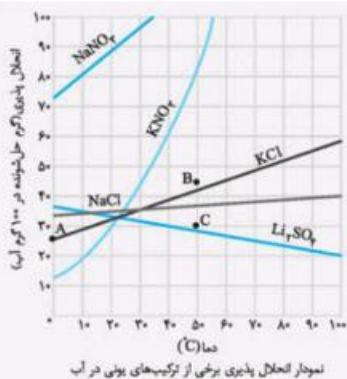


$$\text{شیب } a = \frac{\Delta S}{\Delta \theta} = \frac{S_2 - S_1}{\theta_2 - \theta_1} \Rightarrow \text{معادله انحلال پذیری } S = a\theta + b$$

نکته: نکاتی در مورد معادله «انحلال پذیری - دما» در حالتی که خطی باشد:

- اگر علامت شیب (a) منفی باشد، با افزایش دما انحلال پذیری کاهش می یابد.
- اگر علامت شیب (a) مثبت باشد، با افزایش دما انحلال پذیری افزایش می یابد.
- هرچه قدرمطلق شیب (a) بزرگ تر باشد، انحلال پذیری به دما وابستگی بیش تری خواهد داشت.
- b عرض از مبدأ بوده و مقدار انحلال پذیری را در 100g آب صفر درجه سلسیوس نشان می دهد.

۱- حرف S از واژه Solubility به معنای انحلال پذیری گرفته شده است.



مثال: با توجه به نمودار مقابل پاسخ دهید.

- انحلال‌پذیری کدام ترکیب یونی، وابستگی کمتری دارد؟ چرا؟
- انحلال‌پذیری کدام ترکیب یونی، وابستگی دمایی بیش‌تری دارد؟ چرا؟
- انحلال‌پذیری Li_2SO_4 و KCl در 40°C و 50°C را با یکدیگر مقایسه کنید. به چه نتیجه‌ای می‌رسید؟
- آیا می‌توان انحلال‌پذیری سدیم نیترات را در دمای 70°C پیش‌بینی کرد؟ توضیح دهید.
- وضعیت محلول‌های A، B و C را نسبت به نمک KCl مشخص کنید. (سیرشده، فراسیرشده، سیرنشده)

پاسخ: (ا) شیب نمودار انحلال‌پذیری - دما برای NaCl از همه کم‌تر است. در نتیجه وابستگی انحلال‌پذیری به دمای آن از همه نمک‌ها کم‌تر می‌باشد.
(ب) شیب نمودار KNO_3 از همه بیش‌تر است. در نتیجه وابستگی انحلال‌پذیری به دمای آن از بقیه نمک‌ها بیش‌تر می‌باشد.
(پ) در دماهای 40°C و 50°C میزان انحلال‌پذیری Li_2SO_4 به ترتیب برابر 3.6g و 2.8g در 100g آب است. انحلال‌پذیری KCl به ترتیب برابر 39g و 42g در 100g آب است. نتیجه: اولاً وابستگی دمایی انحلال KCl بیش‌تر از Li_2SO_4 است. ثانیاً شیب انحلال‌پذیری KCl مثبت و شیب انحلال‌پذیری Li_2SO_4 منفی است. ثالثاً: در دماهای پایین انحلال‌پذیری Li_2SO_4 بیش‌تر از KCl است. پس انحلال‌پذیری KCl همواره از Li_2SO_4 بیش‌تر نیست.

$$S = a\theta + b \frac{100}{100 + \theta} \rightarrow a = \frac{42 - 39}{70 - 40} = 0.1$$

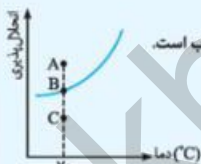
$$S = 0.1\theta + 39$$

$$\text{NaNO}_3 \text{ در دمای } 70^\circ\text{C} \text{ انحلال‌پذیری: } S = 0.1 \times 70 + 39 = 46\text{g}$$

(ت) بله، با استفاده از معادله خط «انحلال‌پذیری - دما»

(ت) A: سیرشده، B: فراسیرشده، C: سیرنشده

تست: کدام عبارت‌ها نادرست هستند؟



- انحلال‌پذیری کلسیم فسفات، باریم سولفات و کلسیم سولفات در دمای 25°C کم‌تر از 0.1g در 100g آب است.
 - تأثیر دما بر انحلال‌پذیری پتاسیم کلرید از سدیم کلرید بیش‌تر است.
 - نقاط A، B و C در نمودار روبه‌رو به ترتیب وضعیت محلول‌های سیرنشده، سیرشده و فراسیرشده را در دمای 70°C نشان می‌دهد.
 - نمودار روبه‌رو نمی‌تواند مربوط به انحلال‌پذیری نمک‌های سدیم نیترات و پتاسیم کلرید باشد.
- (۱) و (پ) (۲) (ب) و (پ) (۳) (پ) و (ت) (۴) (ا)، (پ) و (ت)

پاسخ: عبارت‌های (۱) و (پ) نادرست هستند.

- کلسیم سولفات (CaSO_4) در دمای 25°C یک ماده کم‌محلول است و انحلال‌پذیری آن بین 0.1 تا 1g حل‌شونده در 100g آب است.
 - نقاط روی منحنی انحلال‌پذیری (B)، نشان‌دهنده محلول سیرشده، نقاط بالای منحنی (A)، نشان‌دهنده محلول فراسیرشده و نقاط پایین منحنی (C)، نشان‌دهنده محلول سیرنشده می‌باشد.
 - نمودارهای انحلال‌پذیری نمک‌های سدیم نیترات (NaNO_3) و پتاسیم کلرید (KCl) برحسب دما به‌صورت خطی می‌باشند.
- بنابراین گزینه (۱) پاسخ تست است.

26 (F)	2A (F)	22 (F)	25 (I)
--------	--------	--------	--------

$$? \text{ g محلول} = 1000 \text{ mL} \times \frac{11 \text{ g}}{1 \text{ mL محلول}} = 1100 \text{ g محلول}$$
$$? \text{ g A} = 2.7 \text{ mol A} \times \frac{100 \text{ g A}}{1 \text{ mol A}} = 270 \text{ g A}$$

جرم آب خالص را بعدست می‌آوریم:

$$\Lambda\Lambda=g \quad | \quad \Upsilon\Upsilon=gA$$
$$\therefore x \text{ g A} = 100 \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{22.0 \text{ g A}}{111.0 \text{ g H}_2\text{O}} = 22.0 \text{ g}$$

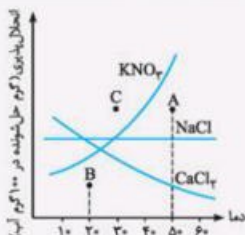
بنابراین گزینه (۱) پاسخ درست است.

(آ) در نقطه A محلول NaCl و KNO_3 چه حالتی دارند؟ (سیر شده، سیر نشده و یا فراسیر شده)

(ب) با کاهش آرام دما از نقطه A به نقطه C، محلول KNO_3 در چه حالتی قرار می‌گیرد؟

(پ) اگر از نقطه A به نقطه B وارد شویم، آیا حالت محلول KNO_3 تغییر می‌کند؟ آیا با این

عمل امکان رسوب کردن KNO_3 از محلول وجود دارد؟



پاسخ: (ا) در نقطه A محلول KNO_3 سیر نشده ولی محلول NaCl فراسیر شده است.

(ب) با کاهش دما از نقطه A (که در دمای 5°C حالت سیر نشده دارد) به نقطه C، محلول KNO_3 در حالت فراسیر شده در دمای 2°C قرار می‌گیرد.

(پ) در نقطه A و در دمای 5°C محلول حالت سیرنشده دارد. در نقطه B هم حالت سیرنشده وجود دارد ولی میزان انحلال در نقطه B کم‌تر از

نقطه A است پس بایستی به اندازه اختلاف این دو نقطه مقداری از KNO_3 رسوب کند.

تست: در صورتی که معادله انحلال پذیری نمک A به صورت $S = -0.16\theta + 62$ باشد، کدام گزینه نادرست خواهد بود؟

(۱) انحلال پذیری آن در دمای 5°C بیش تر از دمای 6°C است.

(۲) نمودار انحلال پذیری آن به صورت نزولی است.

(۳) نمودار انحلال پذیری آن خطی است.

(۴) اختلاف میزان انحلال پذیری آن در دماهای ۲۸ و ۴۹ درجه سلسیوس برابر ۱۴/۶ است.

❧ پاسخ :

$$S = -1/6 \times 28 + 62 = 45/2$$

۴۹. برای $S = -0.1P \times 49 + 62 = 32.1$

$$\text{اختلاف انحلال پذیری} = 45/2 - 32/6 = 12/6 \text{ g}$$
$$S = -0.19(\Delta\sigma) + 92 = 77$$
$$S = -\phi_1 \phi(\phi_0) + \phi_2 = \phi_2$$

انحلال پذیری آن با افزایش دما، کاهش می یابد زیرا شیب معادله داده شده منفی است.

و نمودار انحلال پذیری - دما برای انحلال نمک A نزولی و خطی است. بنابراین گزینۀ (۴) پاسخ تست است.

مثال: میزان انحلال پذیری یک نمک در دمای 85°C برابر 60g و در دمای 15°C برابر 20g است. اگر 100g از محلول سیرشده این نمک در دمای 85°C را سرد کنیم تا دمای آن به 15°C برسد، چه مقدار نمک رسوب خواهد کرد؟

پاسخ:

$$85^{\circ}\text{C} \quad 160\text{g} = 100 + 60 \quad \text{جرم محلول سیرشده در دمای } 85^{\circ}\text{C}$$

$$15^{\circ}\text{C} \quad 120\text{g} = 100 + 20 \quad \text{جرم محلول سیرشده در دمای } 15^{\circ}\text{C}$$

حال اگر 160g محلول سیرشده این نمک را از 85°C تا 15°C سرد کنیم، 40g گرم نمک رسوب می‌کند.

$$x = 100\text{g} \times \frac{\text{رسوب } 40\text{g}}{\text{محلول } 160\text{g}} = 25\text{g}$$

۱۴۵

تست: میزان انحلال پذیری نمک AB در دمای 20°C در آب 34g است. در 140g محلول سیرشده آن چند گرم نمک AB با درصد خلوص 80% وجود دارد؟ (ناخالصی‌ها در حلال حل نمی‌شوند.)

۶۴/۴ (۴)

۴۴/۴ (۳)

۲۲/۲ (۲)

۲۲/۴ (۱)

پاسخ:

$$\text{جرم محلول سیرشده} = 100 + 34 = 134\text{g}$$

$$\text{مقدار نمک خالص} = 34/5\text{g AB} \times \frac{\text{محلول } 134\text{g}}{\text{محلول } 100\text{g}} = 45\text{g}$$

$$\text{مقدار نمک ناخالص} = 44/4\text{g} \times \frac{\text{ناخالصی } 100\text{g}}{\text{خالص } 80\text{g}} = 55\text{g}$$

بنابراین گزینه (۳) پاسخ تست است.

$\theta(^{\circ}\text{C})$	۰	۱۰	۲۰	۳۰
$S_A\left(\frac{\text{g}}{100\text{gH}_2\text{O}}\right)$	۲۵	۳۳	۴۱	۴۹
$S_B\left(\frac{\text{g}}{100\text{gH}_2\text{O}}\right)$	۴۰	۴۶	۵۲	۵۸

تست: تغییرات انحلال پذیری نمک‌های A و B در دماهای مختلف مطابق جدول

مقابل است. با فرض خطی بودن تغییرات انحلال پذیری نمک‌های معرفی شده، در کدام دما (برحسب سلسیوس) انحلال پذیری این دو نمک با یکدیگر برابر خواهد بود؟

۶۲ (۲)

۵۴ (۱)

۸۸ (۴)

۷۵ (۳)

پاسخ: ابتدا باید معادله انحلال A و B برحسب دما نوشته شود.

$$S = a\theta + b$$

$$S_A = a_A\theta + b_A \Rightarrow \begin{cases} a_A = \frac{33-25}{10-0} = 0.8 \\ S_A = 0.8\theta + 25 \end{cases}$$

$$S_B = a_B\theta + b_B \Rightarrow \begin{cases} a_B = \frac{46-40}{10-0} = 0.6 \\ S_B = 0.6\theta + 40 \end{cases}$$

در صورتی که بخواهیم در دمای معین میزان انحلال پذیری برابر داشته باشیم، خواهیم داشت:

$$S_A = S_B \Rightarrow 0.8\theta + 25 = 0.6\theta + 40 \Rightarrow 0.2\theta = 15 \Rightarrow \theta = 75^{\circ}\text{C}$$

بنابراین گزینه (۳) درست است.

تست: در صورتی که معادله انحلال پذیری دو ماده A و B بر حسب دما به ترتیب $S_A = 0.18\theta + 72$ و $S_B = 0.2\theta + 27$ باشد، چند مورد از جمله‌های زیر درست است؟

(آ) اثر افزایش دما بر انحلال پذیری ماده A بیش تر از اثر افزایش دما بر انحلال پذیری ماده B است.

(ب) نمودار انحلال پذیری دو ماده A و B هر دو سیر صعودی دارند.

(پ) در دمای 30°C با حل کردن ۴۸ گرم از ماده A در 50°C گرم آب، یک محلول سیرشده به وجود می آید.

(ت) در دمای 20°C ، ۱۷/۵ گرم از ماده B در 50°C گرم آب به طور کامل حل می شود.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

پاسخ: (۱) درست؛ با توجه به ضریب θ (شیب) اثر افزایش دما بر انحلال پذیری ماده A بیش تر از ماده B می باشد.

(ب) درست؛ چون ضریب θ در A و B مثبت است، پس نمودار انحلال پذیری هر دو ماده A و B صعودی می باشد.

(پ) درست؛ در دمای 30°C انحلال پذیری ماده A برابر ۹۶ گرم در 100°C گرم آب است، بنابراین از حل کردن ۴۸ گرم از ماده A در 50°C گرم آب، در این دما، یک محلول سیرشده حاصل می شود.

$$S_A = 0.18(30) + 72 = 96\text{g}$$

محلول سیرشده $100 + 96 = 196\text{g}$

↓

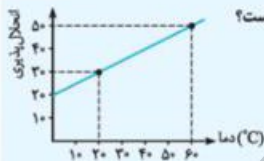
محلول سیرشده $50 + 48 = 98$

(ت) نادرست؛ هم چنین در دمای 20°C انحلال پذیری ماده B برابر ۳۳ گرم در 100°C گرم آب است. بنابراین نمی توان 17.5 گرم از آن را در 50°C گرم آب به طور کامل حل کرد. (در 50°C گرم آب تنها 16.5 گرم ماده B حل می شود)

$$S_B = 0.2(20) + 27 = 33\text{g}$$

بنابراین گزینه (۳) پاسخ تست است.

تست: نمودار مقابل انحلال پذیری ماده B را بر حسب دما نشان می دهد. جمله کدام گزینه نادرست است؟



(۱) معادله انحلال پذیری ماده B بر حسب دما به صورت $S = 0.15\theta + 20$ می باشد.

(۲) با افزایش دما، انحلال پذیری ماده B افزایش می یابد.

(۳) با سرد کردن 120 گرم محلول سیرشده B از دمای 60°C به 20°C مقدار 16 گرم رسوب حاصل می شود.

(۴) در صورت حل شدن 30 گرم ماده B در 100°C گرم آب، در دمای 40°C ، محلول فراسیرشده به دست می آید.

پاسخ: گزینه (۱): معادله انحلال پذیری ماده B بر حسب دما ($^\circ\text{C}$) به صورت زیر می باشد:

$$S - S_1 = \frac{S_2 - S_1}{\theta_2 - \theta_1} (\theta - \theta_1) \Rightarrow S = 0.15\theta + 20 \quad \text{و یا} \quad S = a\theta + b \Rightarrow \begin{cases} a = \frac{S_2 - S_1}{\theta_2 - \theta_1} = \frac{50 - 30}{60 - 40} = 0.5 \\ b = 20 \end{cases}$$

گزینه (۲): نمودار انحلال پذیری صعودی است. پس با افزایش دما انحلال پذیری افزایش می یابد.

گزینه (۳): با سرد کردن 150 گرم $(50^\circ\text{C} \text{ آب} + 100^\circ\text{C} \text{ محلول سیرشده B از دمای } 60^\circ\text{C})$ مقدار 20 گرم $(50 - 30 = 20)$ ماده B رسوب می کند.

$$? \text{gB} = 120\text{g محلول} \times \frac{20\text{gB}}{150\text{g محلول}} = 16\text{gB}$$

گزینه (۴): به کمک معادله انحلال پذیری که در گزینه (۱) به دست آوردیم انحلال پذیری ماده B را در دمای 40°C محاسبه می کنیم:

$$S(40^\circ\text{C دمای}) = 0.15 \times 40 + 20 = 40\text{g} / 100\text{g H}_2\text{O}$$

از آن جا که در 100°C گرم آب، کم تر از 40 گرم ماده B حل شده است، پس محلول مورد نظر سیرنشده است. بنابراین گزینه (۴) پاسخ تست است.

فصل

۳

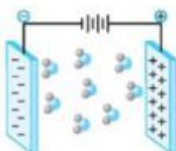
قسمت چهارم

رفتار آب و دیگر مولکول‌ها در میدان الکتریکی

۱۴۷

رفتار آب و دیگر مولکول‌ها در میدان الکتریکی

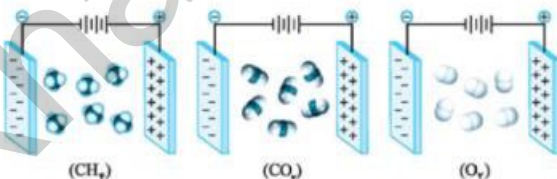
آب تنها ماده‌ای است که به هر سه حالت جامد، مایع و گاز در طبیعت یافت می‌شود. آب ویژگی‌های گوناگون و شگفت‌انگیزی دارد. به عنوان مثال می‌توان به توانایی حل کردن اغلب مواد، افزایش حجم هنگام انجماد و داشتن نقطه جوش بالا و غیره اشاره کرد. آزمایش انحراف باریکه آب به وسیله شانه یا خودکار پلاستیکی یا میله شیشه‌ای مالش داده‌شده با موهای خشک نشان می‌دهد که باریکه آب به سمت شانه شیشه‌ای مالش داده‌شده منحرف می‌گردد. دلیل این پدیده این است که شانه شیشه‌ای از لحاظ بار الکتریکی خنثی بوده و با مالش دادن به موهای خشک دارای بار الکتریکی منفی خواهد شد. در این شرایط مولکول‌های آب موجود در باریکه آب به سمت آن جذب می‌شوند و باریکه آب منحرف می‌گردد. رفتار مولکول‌های آب از ویژگی‌های ساختاری آن سرچشمه می‌گیرد. مولکول آب ساختاری خمیده (V شکل) دارد.



هر مولکول آب از دو اتم هیدروژن و یک اتم اکسیژن تشکیل شده است؛ به طوری که هر اتم هیدروژن با یک پیوند کووالانسی یگانه به اتم اکسیژن (اتم مرکزی) متصل است. نوع اتم‌های سازنده و ساختار خمیده مولکول آب، نقش تعیین‌کننده‌ای در خواص آن دارند. مولکول‌های آب به هنگام قرار گرفتن در میدان الکتریکی، جهت‌گیری می‌کنند.

نحوه جهت‌گیری مولکول‌های آب در میدان الکتریکی نشان می‌دهد که اتم اکسیژن، سر منفی و اتم هیدروژن سر مثبت مولکول را تشکیل می‌دهند. به مولکول‌هایی مانند آب که دارای سرهای منفی و مثبت بوده و در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند، **مولکول‌های قطبی** می‌گویند و مولکول‌هایی را که در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کنند، **مولکول‌های ناقطبی** می‌نامند. چنین مولکول‌هایی سرهای مثبت و منفی نداشته و تقارن بار الکتریکی دارند. مثل

مولکول CH_4 و CO_2 ، O_2



نکته در مولکول‌های قطبی آب، علامت دلتا (δ) بار الکتریکی جزئی را بر روی اتم‌ها نشان می‌دهد.

یعنی مولکول قطبی آب دارای مقدار جزئی بار مثبت در سمت هیدروژن‌ها و مقدار جزئی بار

منفی در سمت اکسیژن خود می‌باشد.



سر قطب مثبت مولکول آب

۱- از مولکول‌های مجزا تشکیل شده‌اند.

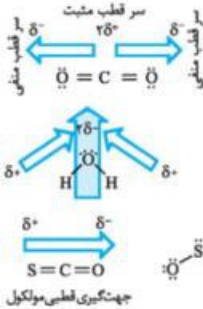
۲- بین اتم‌های آن‌ها در مولکول، پیوندهای کووالانسی وجود دارد.

۳- قطبی و یا ناقطبی هستند.

۴- نقطه جوش پایین‌تری از ترکیب‌های یونی دارند.

۵- CH_4 ، CO_2 ، O_2 نمونه‌هایی از ترکیب‌های مولکولی هستند.

ترکیب‌های مولکولی



مولکول ناقطبی: به مولکولی گفته می‌شود که مراکز بارهای مثبت و منفی در آن بر هم منطبق باشند. مثلاً در مولکول CO_2 با این‌که مولکول دارای دو پیوند قطبی است اما در مجموع مولکول ناقطبی می‌باشد، چون مولکول از لحاظ تقارن الکتریکی کاملاً متقارن می‌باشد و برابند بارها در آن صفر است.

مولکول قطبی: به مولکولی گفته می‌شود که مراکز بارهای مثبت و منفی در آن بر هم منطبق نمی‌باشند.

مثال:

مثال: در CSO علت قطبی بودن مولکول، یکسان نبودن اتم‌های متصل به اتم مرکزی است و قطبی بودن مولکول SO_2 به دلیل وجود جفت الکترون ناپیوندی روی اتم مرکزی است که سبب خمیدگی و در نتیجه قطبیت مولکول می‌شود.

نکته: مولکول‌ها در صورتی قطبی خواهند بود که حداقل یکی از شرایط زیر را داشته باشند:

در مولکول‌های دوایی: مولکول دارای دو اتم غیریکسان (ناجور هسته) باشد. مانند: CO , HCl

شرط قطبی بودن مولکول: اتم مرکزی به بیش از یک نوع اتم متصل شده باشد. مانند: CSO , HCN

در مولکول‌های چندایی: روی اتم مرکزی جفت الکترون ناپیوندی وجود داشته باشد. مانند: NH_3 , SO_2

نکته: به طور کلی میزان نقطه جوش مواد مولکولی به برهم‌کنش‌های (جاذبه‌های) بین مولکولی بستگی دارد. یعنی هر چه این نیروهای بین مولکولی قوی‌تر باشند، برای جدا کردن آن‌ها (تبدیل مایع به گاز) انرژی بیشتری مورد نیاز است و دمای جوش ماده بالاتر خواهد بود. در مواد قطبی به دلیل وجود قطب‌های ناممکن در مولکول، جاذبه بین مولکول‌ها زیاده‌تر از مواد ناقطبی می‌باشد. در نتیجه نقطه جوش مواد قطبی نسبت به مولکول‌های ناقطبی (با جرم مولی نزدیک به هم) بالاتر است. به‌طور مثال نقطه جوش NO (قطبی) بالاتر از گاز N_2 (ناقطبی) می‌باشد. اما این مطلب همیشه درست نیست؛ مثلاً نقطه جوش ید (I_2) که دارای مولکول‌های ناقطبی است از نقطه جوش HCl که دارای مولکول‌های قطبی می‌باشد، بیشتر است. یعنی نقطه جوش تنها به عامل پیوند بودن مولکول‌ها بستگی ندارد.

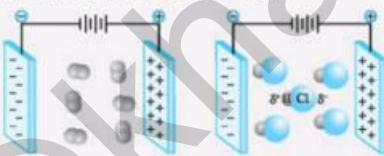
۱- قطبیت مولکول

عوامل مؤثر بر نقطه جوش: ۲- جرم و حجم مولکول

۳- تعداد اتم‌ها در مولکول

باید بدانید که اثر تعداد اتم‌ها در مولکول مهم‌تر از اثر جرم مولی در نقطه جوش ماده است. مثلاً نقطه جوش P_4 (فسفر سفید) با جرم مولی ۱۲۴ برابر 280°C است ولی نقطه جوش برم با جرم مولی ۱۶۰ برابر 58°C می‌باشد.

($F = 19$, $\text{Cl} = 35.5$, $\text{H} = 1$; g.mol^{-1})



مثال: شکل روبه‌رو مولکول‌های F_2 و HCl را در میدان الکتریکی نشان می‌دهد.

(آ کدامیک دارای مولکول‌های قطبی است؟ چرا؟)

(ب) دمای جوش F_2 و HCl به ترتیب برابر با -188°C و -85°C می‌باشد.

نیروهای جاذبه‌ای بین مولکولی در کدامیک قوی‌تر است؟ توضیح دهید.

(پ) جمله زیر را با حذف واژه‌های نادرست، کامل کنید.

در ترکیب‌های مولکولی با جرم مولی مشابه، ماده با مولکول‌های قطبی دمای جوش بالاتری دارد. متفاوت ناقطبی

پاسخ: (ا) مولکول‌های HCl قطبی و مولکول‌های F_2 ناقطبی هستند، زیرا با توجه به شکل در میدان الکتریکی، مولکول‌های HCl جهت‌گیری کرده‌اند و از سر اتم هیدروژن به سمت قطب منفی و از سر اتم کلر به سمت قطب مثبت جهت‌گیری کرده‌اند ولی مولکول‌های F_2 بدون جهت‌گیری خاصی در بین دو قطب میدان الکتریکی قرار دارند. (ب) نیروهای بین‌مولکولی در HCl قوی‌تر است، زیرا مولکول‌های HCl قطبی هستند و همدیگر را از سمت قطب مخالف خود جذب می‌کنند، در نتیجه برای جدا شدن این مولکول‌ها از یکدیگر انرژی بیشتری لازم است و این بدین معنی است که نقطه جوش HCl بالاتر می‌باشد. در حالی‌که مولکول‌های F_2 ناقطبی هستند و جاذبه بسیار ضعیفی بین آن‌ها وجود دارد (نیروهای ضعیف واندروالسی لاندونی)، به همین دلیل انرژی کم‌تری برای جدا کردن مولکول‌های F_2 در حالت مایع نیاز است و نقطه جوش F_2 خیلی پایین‌تر می‌باشد.

(پ) مشابه قطبی متفاوت ناقطبی

تست: کدام گزینه نادرست است؟

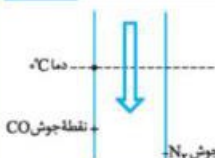
- ۱) با نزدیک کردن یک میله شیشه‌ای باردار، پاریکه آب از مسیر خود منحرف می‌شود که دلیل آن قطبی بودن مولکول‌های آب است.
 - ۲) با این‌که مولکول آب دارای سرهای مثبت و منفی است، ولی مولکول آب خنثی می‌باشد.
 - ۳) نوع اتم‌های سازنده و ساختار خمیده مولکول آب، نقش تعیین‌کننده‌ای در خواص آن دارند.
 - ۴) مولکول آب مانند مولکول کربن دی‌اکسید قطبی است.
- پاسخ:** مولکول کربن دی‌اکسید ناقطبی است، پس گزینه (۴) پاسخ تست است.

مثال: جرم مولی دو ترکیب مولکولی نیتروژن (N_2) و کربن مونوکسید (CO) برابر است.

- ۱) پیش‌بینی می‌کنید مولکول‌های کدامیک در میدان الکتریکی جهت‌گیری کند؟ چرا؟
- ۲) کدامیک در شرایط یکسان آن‌ها را به مایع تبدیل می‌شود؟ توضیح دهید.

پاسخ: ۱) مولکول CO قطبی است، به همین دلیل، مولکول‌های سازنده این ماده در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند، اما مولکول N_2 ناقطبی است و دارای سرهای مثبت و منفی نمی‌باشد. به همین دلیل در میدان الکتریکی، مولکول‌های سازنده این ماده جهت‌گیری نمی‌کنند.

۲) گازی در اثر سرد شدن زودتر به مایع تبدیل می‌شود که جاذبه بین مولکولی قوی‌تری داشته باشد و چنین ماده‌ای نقطه جوش بالاتری خواهد داشت و چون CO مولکولی قطبی و N_2 مولکولی ناقطبی است پس جاذبه بین مولکول‌های CO گازی بیش‌تر از مولکول‌های N_2 گازی است. به همین دلیل با سرد کردن تدریجی، گاز CO زودتر مایع می‌شود.



نکته: باید به این موضوع دقت کنید که نقطه جوش بیش‌تر گازها پایین‌تر از صفر درجه سانتیگراد است. پس با سرد کردن تدریجی و رفتن از دمای بالاتر به دماهای پایین‌تر، ابتدا به نقطه جوش CO ($-191^\circ C$) که بالاتر است، می‌رسیم و با رسیدن به نقطه جوش گاز CO ، این گاز از حالت گازی تبدیل به مایع می‌شود (حالت فیزیکی تغییر می‌کند). با سرد کردن بیش‌تر و رفتن به دماهای پایین‌تر به نقطه جوش گاز N_2 ($-196^\circ C$) می‌رسیم و N_2 در این دما از حالت گازی به مایع تبدیل می‌گردد.

مثال: با توجه به جدول مقابل به پرسش‌های مطرح‌شده پاسخ دهید.

ماده	Cl_2	Br_2	I_2
ویژگی			
حالت فیزیکی ($25^\circ C$)	گاز	مایع	جامد
جرم مولی ($g \cdot mol^{-1}$)	۷۱	۱۶۰	۲۵۴

- ۱) آیا مولکول‌های سازنده این مواد در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند؟ چرا؟
- ۲) نیروهای بین مولکولی در کدامیک قوی‌تر است؟ توضیح دهید.
- ۳) جمله زیر را با حذف واژه‌های نادرست، کامل کنید.

در ترکیب‌های مولکولی ناقطبی با **افزایش** جرم مولی، دمای جوش **کاهش** می‌یابد.

- ۳) **پاسخ:** ۱) خیر، این مولکول‌ها ناقطبی بوده و در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کنند.
- ۲) با توجه به حالت فیزیکی مواد داده‌شده، جاذبه بین مولکولی در ید بیش‌تر است چون هر چه جاذبه بین مولکولی در ذرات سازنده یک ماده قوی‌تر باشد، حالت فیزیکی ماده از گاز به مایع و از مایع به حالت جامد تغییر می‌کند. یعنی:

حالت گازی > حالت مایع > حالت جامد: مقایسه جاذبه بین مولکولی

ب) **افزایش کاهش** یا **افزایش کاهش** **کاهش افزایش**

تست: با توجه به مولکول‌های O_2 ، N_2 و NO کدام گزینه درست است؟ ($N = 14$ ، $O = 16$ ؛ $g \cdot mol^{-1}$)

- ۱) گاز NO زودتر از N_2 ولی دیرتر از O_2 در اثر سرد کردن به مایع تبدیل می‌شود.
- ۲) گاز N_2 به دلیل قطبی بودن، بیش‌تر از O_2 در آب حل می‌شود.
- ۳) نقطه جوش O_2 به دلیل بیش‌تر بودن جرم مولی، بالاتر از N_2 است.
- ۴) تعداد جفت الکترون‌های ناپیوندی O_2 کم‌تر از مولکول N_2 است.

پاسخ: نقطه جوش O_2 از N_2 بیش‌تر است، زیرا گازهای N_2 و O_2 هر دو دارای مولکول‌های ناقطبی هستند، ولی جرم مولی O_2 بزرگ‌تر از N_2 می‌باشد (جرم مولی $O_2 = 32 g \cdot mol^{-1}$ و $N_2 = 28 g \cdot mol^{-1}$ است) به همین دلیل، هم نقطه جوش O_2 بیش‌تر است و هم، میزان انحلال‌پذیری O_2 در آب از N_2 زیاده‌تر می‌باشد.

گاز NO دارای مولکول‌های قطبی است و جاذبه بین مولکول‌های آن قوی‌تر می‌باشد. به همین دلیل در اثر سرد کردن، این گاز زودتر از N_2 یا O_2 به مایع تبدیل می‌شود و مولکول NO دارای جفت ناپیوندی بیش‌تری نسبت به $N \equiv N$ است؛ بنابراین گزینه (۳) پاسخ تست است.

تست: با توجه به مولکول‌های CH_4 ، CO_2 ، CS_2 و CH_2Cl_2 کدام گزینه نادرست است؟

$$(C=12, H=1, O=16, S=32, Cl=35.5; \text{g.mol}^{-1})$$

(۱) مولکول CH_4 ، CO_2 و CS_2 ناقطبی هستند.

(۲) نقطه جوش CH_2Cl_2 از CH_4 بیش‌تر است.

(۳) تعداد پیوندهای کووالانسی CS_2 کم‌تر از CH_4 است.

(۴) نقطه جوش CS_2 بیش‌تر از CO_2 است.

پاسخ: ساختار CS_2 به صورت $\text{S}=\text{C}=\text{S}$ ؛ و ساختار CH_4 (متان) به صورت $\text{H}-\text{C}-\text{H}$ است و تعداد پیوندهای کووالانسی هر دو ۴ عدد است. مولکول‌های CH_4 ، CO_2 و CS_2 ناقطبی هستند، ولی مولکول CH_2Cl_2 قطبی است. لذا بر قطبیت CH_2Cl_2 غلبه می‌کند بنابراین گزینه (۳) پاسخ تست است.

است. مولکول‌های CH_4 ، CO_2 و CS_2 ناقطبی هستند، ولی مولکول CH_2Cl_2 قطبی است. لذا بر قطبیت CH_2Cl_2 غلبه می‌کند بنابراین گزینه (۳) پاسخ تست است.

چون جرم مولی CS_2 بیش‌تر است، لذا بر قطبیت CH_2Cl_2 غلبه می‌کند بنابراین گزینه (۳) پاسخ تست است.

توجه: در اکثر موارد، مواد با مولکول‌های قطبی و جرم مولی برابر یا نزدیک به هم، نقطه جوش بالاتری از مواد ناقطبی دارند. مثلاً جرم مولی CO و N_2 با هم برابر است ولی نقطه جوش CO مایع بیش‌تر از N_2 مایع می‌باشد، زیرا CO دارای مولکول‌های قطبی است در حالی‌که N_2 مولکول‌های ناقطبی دارد.

توجه: برای فهمیدن این‌که آیا در یک مولکول چندانی مثل SO_2 جفت الکترون ناپیوندی بر روی اتم مرکزی وجود دارد یا خیر، ساختار لوویس آن را رسم می‌کنیم یا از رابطه زیر استفاده می‌کنیم:

ظرفیت اتم جانبی $\times$ تعداد اتم‌های جانبی - عدد سمت راست (یگان) = شعاعه گروه اتم مرکزی = شمار الکترون‌های ناپیوندی

پس SO_2 ناقطبی است.

مثال:

پس بر روی اتم N یک الکترون ناپیوندی وجود دارد و مولکول NO قطبی است.

مثال: در هر یک از مواد روبرو، کدام یک دارای مولکول‌های ناقطبی است؟

COCl_2 ، N_2 ، Br_2 ، HBr ، P_4 ، SO_2

پاسخ: مولکول‌های N_2 ، Br_2 ، P_4 و SO_2 ناقطبی و مولکول‌های COCl_2 و HBr قطبی می‌باشند.

تست: کدام گزینه نادرست است؟

(۱) به دلیل آن‌که I_2 مولکولی ناقطبی است، بین مولکول‌های I_2 جاذبه بین مولکولی وجود ندارد.

(۲) مولکول SO_2 برخلاف مولکول SO_3 قطبی است.

(۳) نسبت تعداد جفت الکترون‌های ناپیوندی به تعداد پیوندهای کووالانسی در مولکول COCl_2 برابر ۲ است.

(۴) مولکول اتان همانند مولکول‌های برم مایع، ناقطبی می‌باشد.

پاسخ: مولکول I_2 به دلیل یکسان بودن اتم‌های تشکیل‌دهنده مولکول دواتمی، ناقطبی است. ولی به دلیل جرم مولی بالا، مولکول قابلیت قطبی‌شدن در اثر برخورد مولکول‌ها به یکدیگر را دارد و بین مولکول‌ها جاذبه دوقطبی القایی - دوقطبی القایی (یا اندروالسی ناقطبی) برقرار می‌شود. پس بین مولکول‌های ناقطبی هم، در حالت مایع و جامد جاذبه بین مولکولی برقرار است.

مولکول اتان (C_2H_6) جزو ترکیب‌های آلی هیدروکربن است و هیدروکربن‌ها تقریباً همگی ناقطبی می‌باشند. هم‌چنین Br_2 نیز مانند I_2 ناقطبی است. بنابراین گزینه (۱) پاسخ تست است.

۱- اگر جرم مولی ماده ناقطبی تفاوت زیادی با جرم مولی ماده قطبی داشته باشد، ماده ناقطبی ممکن است نقطه جوش بیش‌تری نسبت به ماده قطبی داشته باشد.

مثال BF_3 مایع (جرم مولی ۱۰۰ گرم بر مول) که نقطه جوش بالاتری نسبت به HCl مایع (با جرم مولی ۳۶/۵ گرم بر مول) که قطبی است دارد.

۲- در مولکول‌های XeF_4 ، XeF_2 ، XeF_6 اتم مرکزی با این‌که جفت الکترون‌های ناپیوندی دارد ولی این مولکول‌ها ناقطبی هستند، زیرا ساختار هندسی آن‌ها منظم است و برآیند نیروها روی هم منطبق می‌شود. بررسی این نوع ترکیب‌ها از پرتابده درسی شیمی دهم (دیرستان) خارج است.

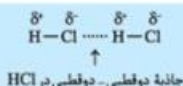
نیروهایی بین مولکولی و دمای جوش آنها

به برهم‌کنش‌های میان مولکول‌های سازنده یک ماده، نیروهای بین مولکولی می‌گویند که به دو دسته تقسیم می‌شوند:

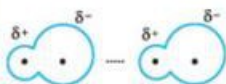
(۱) نیروهای واندروالسی
(۲) پیوند هیدروژنی

(۱) **نیروهای واندروالسی:** برهم‌کنش‌های مولکول با مولکول یا یون را نیروهای واندروالسی می‌نامند که از نام کاشف آن که یک فیزیکدان هلندی است، گرفته شده است. انواع نیروهای واندروالسی عبارتند از:

(۱) **نیروهای جاذبه دوقطبی - دوقطبی:** این نوع جاذبه بین مولکول‌های قطبی برقرار است. مثل نیروی جاذبه بین مولکول‌های HCl یا CO :



توجه: وقتی دو مولکول قطبی به هم نزدیک می‌شوند به گونه‌ای نیست به یکدیگر جهت‌گیری می‌کنند تا قطب‌های ناهم‌نام آن‌ها در مقابل یکدیگر و در راستای محور مشترک خود قرار گیرند.



بنابراین در مولکول‌های قطبی، قطبیت دائمی وجود دارد. مثلاً در مولکول $\text{H}-\text{Cl}$ همواره سر اتم هیدروژن مولکول، قطب مثبت و سر کلردار مولکول همواره قطب منفی است.

۱- بین مولکول‌های قطبی برقرار می‌شود.

۲- عامل اصلی حل شدن ترکیب‌های قطبی در حلال‌های قطبی است.

۳- عامل اصلی تفکیک یونی (یونش) مولکول‌های قطبی در حلال‌های قطبی است.

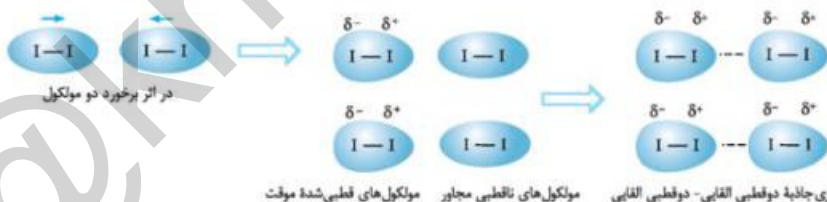
۴- عامل اصلی مایع و یا جامد شدن موادی که دارای مولکول‌های قطبی هستند می‌باشد.

جاذبه دوقطبی - دوقطبی:

(ب) **نیروی جاذبه دوقطبی القایی - دوقطبی القایی:** در مواد ناقطبی مثل پد بین مولکول‌های ناقطبی چنین برهم‌کنشی (جاذبه‌ای) برقرار می‌شود. به نظر می‌رسد مولکول‌های ناقطبی که سرهای مثبت و منفی ندارند، نباید یکدیگر را جذب کنند و در این حالت همه موادی که ناقطبی هستند باستانی همیشه حالت گازی داشته باشند، ولی چنین نیست.

مثلاً در دمای 25°C اتان، پد (I_2) حالت جامد و برم (Br_2) حالت مایع دارند و هر دو ماده دارای مولکول‌های ناقطبی می‌باشند. دلیل جامد و یا مایع بودن این نوع مواد این است که در مواد ناقطبی، مولکول‌ها در اثر برخورد به یکدیگر به طور موقت (لحظه‌ای) قطبی شده و مولکول‌های دوقطبی شده، یکدیگر را جذب می‌کنند به این نیروها جاذبه یا برهم‌کنش دوقطبی القایی - دوقطبی القایی گفته می‌شود.

یعنی پس از برخورد مولکول‌های I_2 به یکدیگر، هر کدام از مولکول‌های دوقطبی شده موجب القاء قطبیت به طور موقت در مولکول‌های مجاور خود شده و سپس جاذبه دوقطبی القایی - دوقطبی القایی ایجاد می‌گردد.



نکته: هر چه مولکول‌ها بزرگ‌تر و جرم مولی بیشتری داشته باشند جاذبه دوقطبی القایی - دوقطبی القایی بیشتر و راحت‌تر برقرار می‌گردد. مثلاً نقطه جوش I_2 بیشتر از Br_2 است. زیرا جرم مولی و حجم مولکول I_2 بیشتر از Br_2 می‌باشد و به همین دلیل جاذبه بین مولکولی I_2 قوی‌تر از Br_2 است.

۱- نقش مهمی در حالت فیزیکی و خواص یک ترکیب مولکولی دارد.

۲- در حالت گازی کم‌ترین برهم‌کنش و در حالت جامد بیش‌ترین برهم‌کنش بین مولکولی وجود دارد.

۳- در حالت جامد قوی‌تر از حالت مایع و در حالت مایع، قوی‌تر از حالت گازی است.

۴- به طور عمده به قطبیت مولکول‌ها و نیز به جرم و حجم آنها وابسته است.

نیروهای بین مولکولی



مثال: نقطه جوش پروپان C_3H_8 بیش تر است یا بوتان C_4H_{10} ؟ چرا؟

پاسخ: نقطه جوش بوتان C_4H_{10} بیش تر است زیرا هر دو ماده دارای مولکول‌های ناطقی می‌باشند ولی جرم و حجم مولکول‌های بوتان بیش تر از مولکول‌های پروپان است به همین دلیل جاذبه بین مولکولی در بین مولکول‌های بوتان بیش تر بوده و نقطه جوش آن بالاتر است.



مثال: گاز مایع موجود در کپسول‌های فولادی، دارای گازهای پروپان و بوتان است، چرا در زمستان، درصد پروپان و در تابستان، درصد بوتان بیش تر است؟



پاسخ: در زمستان که هوا سرد است، بوتان بیش تر در مخلوط، حالت مایع دارد، به همین علت فشار درون کپسول کاهش می‌یابد و خروج گاز سخت تر انجام می‌گیرد. به همین علت درصد پروپان را در زمستان افزایش می‌دهند تا فشار گاز خروجی کم نشود. در تابستان که هوا گرم است هر دو ترکیب پروپان و بوتان هر دو حالت گازی دارند، در تابستان مقدار گاز بوتان را بیش تر می‌کنند زیرا در موقع پُر کردن کپسول راحت تر تبدیل به مایع می‌شود (نیروهای بین مولکولی بوتان قوی تر و بیش تر از پروپان است) و در نتیجه گاز بیش تری در کپسول قرار می‌گیرد.

توجه: هر چه نیروهای جاذبه بین مولکولی در یک مایع قوی تر باشد، دمای جوش آن بالاتر بوده و در نتیجه، دیرتر تبخیر می‌شود. برعکس بخارهای چنین مایعی، در اثر سرد کردن و کاهش دما زودتر مایع می‌شوند.

مثال: در هر مورد سرعت مایع شدن گازها را در اثر سرد کردن مقایسه کنید؟ ($Ar = 40, S = 32, O = 16, C = 12, He = 4; g.mol^{-1}$)



پاسخ: (ا) در اثر سرد کردن، سرعت مایع شدن Ar بیش تر از He می‌باشد. زیرا هر دو دارای ذره‌های ناطقی هستند، ولی جرم مولی Ar بیش تر از جرم مولی He است، به همین دلیل جاذبه‌های واندروالی (جاذبه دوقطبی القایی - دوقطبی القایی) در بین اتم‌های Ar قوی تر است.
(ب) سرعت مایع شدن گاز SO_2 در اثر سرد کردن بیش تر است زیرا گاز SO_2 دارای مولکول‌های قطبی است، در حالی که مولکول‌های گاز CO_2 ناطقی می‌باشند و جاذبه‌های بین مولکولی در SO_2 قوی تر از CO_2 هستند. (نقطه جوش SO_2 برابر $-10^\circ C$ و نقطه جوش CO_2 برابر $-78^\circ C$ می‌باشد).

تست: کدام عبارت درست است؟

(۱) حالت فیزیکی Cl_2 گازی و Br_2 مایع ولی I_2 و F_2 جامد هستند.

(۲) نقطه جوش F_2 بیش تر از HCl است، زیرا جرم مولی $F_2 = 38 g.mol^{-1}$ بوده و بیش تر از $HCl = 36.5 g.mol^{-1}$ می‌باشد.

(۳) در میدان الکتریکی، سر هیدروژن در HCl برخلاف سر هیدروژنی آب به سمت قطب منفی جهت گیری می‌کند.

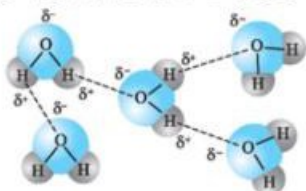
(۴) نوع اتم‌های سازنده و ساختار خمیده مولکول آب، نقش تعیین کننده‌ای در خواص آن دارد.

پاسخ: در گروه هالوژن‌ها Cl_2 و F_2 گازی شکل، Br_2 مایع و I_2 حالت جامد دارد (نادرست بودن گزینه (۱)). نقطه جوش F_2 کم تر از HCl است، زیرا جرم مولی این دو مولکول تفاوت قابل توجهی ندارند ($HCl = 36.5 g.mol^{-1}$ ، $F_2 = 38 g.mol^{-1}$) پس به دلیل قطبی بودن مولکول $H-Cl$ و غیرقطبی بودن F_2 ، جاذبه‌های بین مولکولی HCl قوی تر از F_2 هستند و لذا نقطه جوش گاز F_2 کم تر از HCl می‌باشد. (نادرست بودن گزینه (۲)).



اتم هیدروژن در $H-Cl$ و در مولکول آب $H-O-H$ سرهای مثبت مولکول را تشکیل می‌دهد و هر دو در میدان الکتریکی، جذب قطب منفی می‌شوند. (نادرست بودن گزینه (۳)). بنابراین گزینه (۴) پاسخ تست است.

(۲) پیوند هیدروژنی: نوعی جاذبه قوی (دوقطبی - دوقطبی) است و بین مولکول‌هایی دیده می‌شود که در آن‌ها اتم هیدروژن (با پیوند کووالانسی) متصل به یکی از سه عنصر N، O یا F باشد. به عنوان نمونه در موادی مثل آب (H_2O)، آمونیاک (NH_3) و هیدروژن فلوئورید (HF) بین مولکول‌های آن‌ها جاذبه هیدروژنی برقرار است. پیوند هیدروژنی، جاذبه قوی‌تری در مقایسه با نیروهای واندروالسی ایجاد می‌کند.



نیروهای بین مولکولی آب فراتر از انتظار:

مقایسه دمای جوش آب (H_2O) و هیدروژن سولفید (H_2S):

آب و هیدروژن سولفید هر دو دارای مولکول‌های خمیده و قطبی هستند. جرم مولی هیدروژن سولفید $34 g \cdot mol^{-1}$ و جرم مولی آب $18 g \cdot mol^{-1}$ می‌باشد. اما نقطه جوش آب، $100^\circ C$ و نقطه جوش هیدروژن سولفید، $-6^\circ C$ است. این تفاوت غیرعادی در نقطه جوش، بیانگر وجود نوعی جاذبه قوی بین مولکول‌های آب می‌باشد.

گشتاور دوقطبی (dipole moment): منظور از گشتاور دوقطبی مولکول‌ها، قطبیت آن‌ها است. یعنی وقتی عنوان می‌شود یک مولکول گشتاور دوقطبی دارد یعنی آن مولکول قطبی است.

گشتاور دوقطبی یک مولکول، میزانی از جدایش بارهای الکتریکی منفی و مثبت در یک سامانه (در یک مولکول) می‌باشد و در واقع، میزان و اندازه‌ای از قطبیت کلی یک سامانه قطبی است و کمیتی تجربی می‌باشد.

یک شیان شیمی

$$\mu = e \cdot d$$

گشتاور دوقطبی یک مولکول را با μ نشان می‌دهند و یک کمیت تجربی است و از رابطه روبه‌رو محاسبه می‌شود:

μ : گشتاور دوقطبی، e : مقدار بار الکتریکی (مثبت یا منفی)، d : فاصله (فاصله بین اتم‌های یک پیوند قطبی در یک پیوند کووالانسی) و یکای گشتاور دوقطبی، دی‌ای (D) است.

مقدار گشتاور دوقطبی از این نظر برای ما مهم است که نمایانگر قطبیت نسبی مولکول‌های گوناگون می‌باشد.

قطبیت بسیاری از مولکول‌ها به علت داشتن پیوندهای قطبی است.

گشتاور دوقطبی مولکول‌هایی مانند H_2 ، N_2 ، Cl_2 صفر است، یعنی این مولکول‌ها ناقطبی هستند چون بر روی اتم‌های چنین مولکول‌هایی، بار الکتریکی وجود ندارد.

اما گشتاور دوقطبی در مولکول‌هایی مانند HCl صفر نیست، زیرا در مولکول HCl ، بر روی اتم هیدروژن و اتم کلر به مقدار مساوی اما با علامت متفاوت بار الکتریکی وجود دارد که اگر در فاصله بین آن‌ها ضرب شود، عددی به‌دست می‌آید که گشتاور دوقطبی HCl را بیان می‌کند.



هر چه گشتاور دوقطبی (μ) در یک مولکول بیش‌تر باشد، قطبیت آن زیادتر خواهد بود.

مثلاً گشتاور دوقطبی برای مولکول $HCl = 1.074 D$ و برای مولکول $HBr = 0.794 D$ است. این بدین معنی است که مولکول HCl قطبی‌تر از مولکول HBr می‌باشد.

آیا می‌دانید؟ میان مولکول‌های HF به حالت مایع و جامد پیوندهای هیدروژنی وجود دارند. این نیروها در HF به اندازه‌ای قوی هستند که مولکول‌های این ماده در حالت بخار نیز به‌صورت مجموعه‌های دوتایی، سه‌تایی و گاهی چندتایی با پیوندهای هیدروژنی به هم متصل‌اند.

مثال: گشتاور دوقطبی مولکول‌های CH_4 و CO_2 چقدر است؟ چرا؟

پاسخ: این مولکول‌ها ناقطبی هستند، پس گشتاور دوقطبی آن‌ها صفر است.

O_2 مولکول دواتمی با اتم‌های یکسان است پس مولکولی ناقطبی می‌باشد. در مولکول CO_2 اولاً در اطراف اتم مرکزی اتم‌های مختلف وجود ندارند (فقط یک نوع اتم O وجود دارد، ثانیاً بر روی اتم مرکزی C الکترون‌های ناپیوندی وجود ندارند، پس مولکول CO_2 ناقطبی است. (هیچ‌یک از شرط‌های قطبی‌شدن را ندارند)

$$\text{تعداد الکترون ناپیوندی بر روی اتم مرکزی} = 4 - 2 \times 2 = 0 \quad \text{CO}_2$$

در مولکول CH_4 اولاً در اطراف اتم مرکزی فقط یک نوع اتم (H) وجود دارد، ثانیاً بر روی اتم مرکزی الکترون‌های ناپیوندی وجود ندارند پس مولکول CH_4 هم ناقطبی است.

$$\text{تعداد الکترون‌های ناپیوندی بر روی اتم مرکزی} = 4 - 4 \times 1 = 0 \quad \text{CH}_4$$

مثال: اگر گشتاور دوقطبی مولکول H_2O برابر $1/8 \text{ D}$ و برای مولکول H_2S برابر 0.97 D باشد:

(آ) میزان قطبیت کدام مولکول بیش‌تر است؟ چرا؟
(ب) نقطه جوش آب بیش‌تر است یا هیدروژن سولفید؟ چرا؟

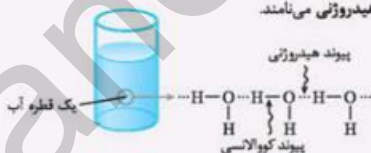
پاسخ: (آ) میزان قطبیت مولکول آب بیش‌تر از مولکول H_2S است، چون گشتاور دوقطبی H_2O بزرگ‌تر می‌باشد.

(ب) نقطه جوش آب بیش‌تر است زیرا قطبیت مولکول‌های آب زیاده‌تر بوده و بین مولکول‌های آب جاذبه قوی‌تری (پیوند هیدروژنی) در مقایسه با مولکول‌های هیدروژن سولفید (جاذبه واندروالسی) برقرار است.

مثال: پیوند هیدروژنی را در مولکول‌های آب نمایش دهید و در آن پیوند هیدروژنی و پیوندهای کووالانسی را مشخص کنید.

پاسخ:

در توده‌ای از مولکول‌های آب، هر اتم هیدروژن همانند پای میان دو اتم اکسیژن از دو مولکول همسایه عمل می‌کند، به طوری‌که از یک سو با پیوند کووالانسی به اتم اکسیژن (مرکزی) متصل است و از سوی دیگر با یک نیروی جاذبه قوی، جذب اتم اکسیژن در مولکول همسایه می‌شود. این نیروی جاذبه قوی میان مولکول‌های آب را پیوند هیدروژنی می‌نامند.



مثال: هر یک از جدول‌های زیر برخی از خواص ترکیب‌های مولکولی هیدروژن‌دار عنصرهای گروه ۱۵ و ۱۷ جدول تناوبی را نشان می‌دهد.

ترکیب	جرم مولی ($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)	دمای جوش ($^{\circ}\text{C}$)	$\mu(\text{D})$
NH_3	۱۷	-۳۳/۵	۱/۴۶
PH_3	۳۴	-۸۷/۵	۰/۵۸
AsH_3	۷۸	-۶۲/۵	۰/۲۱

ترکیب	جرم مولی ($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)	دمای جوش ($^{\circ}\text{C}$)	$\mu(\text{D})$
HF	۲۰	۱۹	۱/۸۲
HCl	۳۶/۵	-۸۵	۱/۰۸
HBr	۸۱	-۶۷	۰/۷۹

برای هر جدول در میان مولکول‌های کدام ماده به حالت مایع، وجود پیوندهای هیدروژنی را پیش‌بینی می‌کنید؟ توضیح دهید.

پاسخ: HF مایع است زیرا گشتاور دوقطبی HF از همه مولکول‌ها بیش‌تر است. در نتیجه HF در دمای کم‌تر از 19°C مایع است اما نقطه جوش HCl ، HBr و HI کم‌تر از نقطه جوش HF می‌باشد. زیرا با این‌که جرم هر سه، HF زیاده‌تر است ولی دلیل آن وجود پیوندهای هیدروژنی در HF است. (در دمای اتاق یعنی 25°C همه مواد ذکرشده در جدول، گازی‌شکل هستند).

بین مولکول‌های HF و هم‌چنین بین مولکول‌های NH_3 در حالت مایع و جامد، پیوند (جاذبه) هیدروژنی برقرار است.

تست: کدام گزینه نادرست بیان شده است؟

- (۱) نیروهای بین مولکولی در تعیین حالت فیزیکی و خواص یک ترکیب نقش مهمی دارند.
 (۲) بین مولکول‌های گازی هیچ برهم‌کنشی (جاذبه‌ای) وجود ندارد.
 (۳) نیروهای بین مولکولی در حالت مایع بیش‌تر از حالت گازی می‌باشند.
 (۴) میزان نقطه جوش یک ماده به میزان نیروهای بین مولکولی آن بستگی دارد.
پاسخ: بین مولکول‌های گازی کم‌ترین مقدار برهم‌کنش وجود دارد و این به معنی نبودن هیچ نیروی جاذبه (یا برهم‌کنش) بین مولکول‌ها در حالت گازی نیست. بنابراین گزینه (۲) پاسخ تست است.

تست: در مورد ترکیب‌های هیدروژن‌دار گروه‌های ۱۵ و ۱۷ کدام مورد نادرست است؟

- (۱) NH_3 گازی زودتر از PH_3 گازی به مایع تبدیل می‌شود.
 (۲) HF مایع دیرتر از HCl مایع به جوش می‌آید.
 (۳) بین مولکولی‌های HF برخلاف NH_3 جاذبه هیدروژنی برقرار است.
 (۴) HCl مایع زودتر از HBr مایع تبخیر می‌شود.
پاسخ: HF همانند NH_3 بین مولکول‌های خود جاذبه قوی هیدروژنی دارد. بنابراین گزینه (۳) پاسخ تست است.

آیا می‌دانید؟ ابرها را می‌توان مخلوط بسیار رقیقی از بخار آب و آب مایع در نظر گرفت. آب موجود در ابرها به طور عمده به‌صورت ریزقطره می‌باشد. برآورد می‌شود که حدود ۱۵ میلیون ریزقطره در شرایط مناسب می‌توانند یک قطره باران را بسازند، با این توصیف، چگالی ابرها بسیار کم است و هواپیماها به آسانی از آن‌ها گذر می‌کنند.

مثال: اتانول و استون دو ترکیب آلی اکسیژن‌دار هستند که به عنوان حلال در صنعت و آزمایشگاه به کار می‌روند. به کمک جدول زیر که برخی ویژگی‌های این دو را نشان می‌دهد، به پرسش‌های مطرح‌شده پاسخ دهید.

ترکیب آلی	فرمول شیمیایی	جرم مولی ($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)
اتانول	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	۴۶
استون	$\text{CH}_3\text{C}(=\text{O})\text{CH}_3$	۵۸

(ا) هر یک از گشتاورهای دوقطبی $1/66\text{D}$ و $2/91\text{D}$ مربوط به کدام یک است؟ چرا؟

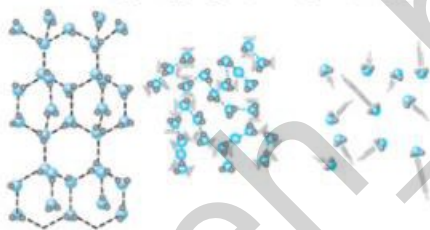
(ب) هر یک از نقطه‌های جوش 56°C و یا 78°C مربوط به کدام یک است؟ چرا؟

پاسخ: (ا) میزان قطبیت مولکول‌های استون بیش‌تر از قطبیت مولکول‌های اتانول است پس گشتاور دوقطبی مولکول استون بزرگ‌تر است.
 (ب) دمای جوش اتانول بیش‌تر است زیرا با این‌که گشتاور دوقطبی در استون زیاده‌تر است (به دلیل قطبیت بیش‌تر در پیوند $\text{C}=\text{O}$ در استون) و همچنین جرم مولی اتانول از استون کم‌تر می‌باشد، ولی چون در مولکول اتانول امکان برقراری پیوند (جاذبه) هیدروژنی از طرف $\text{O}-\text{H}$ اتانول وجود دارد، لذا جاذبه بین مولکولی در اتانول قوی‌تر است.

پیوندهای هیدروژنی در حالت‌های فیزیکی گوناگون آب

پیوند هیدروژنی در آب:

- (۱) آب در حالت بخار، مولکول‌های جدا از هم دارد و بین آن‌ها جاذبه‌های هیدروژنی وجود ندارد.
- (۲) در حالت مایع به دلیل وجود پیوندهای هیدروژنی میان شمار بسیاری از مولکول‌های H_2O ، توده‌های مولکولی بزرگ‌تری وجود دارند.
- (۳) یک نمونه آب را می‌توان توده‌هایی از مولکول‌ها دانست که با پیوندهای هیدروژنی به یکدیگر متصل‌اند.
- (۴) در توده‌های مولکولی یک نمونه آب، شمار مولکول‌های آب در آن‌ها متفاوت است و در میان این توده‌ها، برخی مولکول‌های مجزا هم وجود دارند.
- (۵) توده‌های مولکولی، پیوسته فرو پاشیده و دوباره پدید می‌آیند. یعنی پیوندهای هیدروژنی دائماً تشکیل شده و از هم گسیخته می‌شوند.
- (۶) ساختار یخ، برخلاف آب منظم است، زیرا مولکول‌ها در جاهای نسبتاً ثابتی قرار داشته و در آن‌جا، تنها حرکت ارتعاشی دارند.
- (۷) در ساختار یخ هر اتم اکسیژن به دو اتم هیدروژن با پیوند کووالانسی و به دو اتم هیدروژن دیگر با پیوند هیدروژنی متصل است.
- (۸) در ساختار یخ اتم‌های اکسیژن مولکول‌های آبی که با هم پیوند هیدروژنی دارند، در رأس حلقه‌های شش‌ضلعی قرار گرفته‌اند به طوری‌که شبکه‌ای همانند کندی زنبور با فضای خالی پدید می‌آید و هر مولکول آب حداکثر با چهار مولکول دیگر آب جاذبه هیدروژنی برقرار می‌کند.
- (۹) شکل‌های متنوع و زیبایی دانه‌های برف نیز بر مبنای همین حلقه‌های شش‌ضلعی پدید می‌آیند.



آیا می‌دانید؟ کندی عمل از حلقه‌های شش‌ضلعی تشکیل شده است. به همین دلیل استحکام قابل ملاحظه‌ای دارد.

یک فنجان شیمی

آب فوق داغ (superheated water) که اغلب آب زیر بحرانی نامیده می‌شود و یک حلال کارا و مؤثر برای استخراج هر دو نوع مواد قطبی و غیرقطبی به شمار می‌رود. این قابلیت چندکاره بودن آب فوق داغ به عنوان حلال، به قطبیت آب وابسته است که آن هم مستقیماً به دما وابسته می‌باشد. با افزایش دمای آب، قطبیت آن کاهش می‌یابد که نتیجه آن افزایش حلالیت مواد آلی غیرقطبی و کاهش حلالیت مواد قطبی است.

آب در دمای اتاق و فشار ۱ atm به دلیل وجود ساختار گسترده پیوندهای هیدروژنی، حلال بسیار قطبی یا گشتاور دوقطبی بالا است. از این‌رو به طور سنتی و در دمای اتاق، آب به عنوان مایمی مناسب برای استخراج ترکیب‌های غیرقطبی یا آلی در نظر گرفته نمی‌شود. اما با افزایش دما، گشتاور دوقطبی، گرانروی (ویسکوزیته) و کشش سطحی آب کاهش یافته و در کنار آن میزان نفوذپذیری آب افزایش می‌یابد. این تغییرات به علت افزایش جنبش‌های حرارتی و ایجاد اختلال در شبکه پیوندهای هیدروژنی رخ داده و موجب می‌شود تا خواص آن تغییر قابل ملاحظه‌ای داشته باشد.

فصل

۳

قسمت پنجم

آب و دیگر حلال‌ها



اجزای محلول

به طور کلی تمام آب‌های موجود در اطراف ما مثل آب‌های موجود در دریا، رودخانه و حتی آب آشامیدنی خالص نیستند و هر نمونه از آن‌ها یک محلول به شمار می‌رود. محلول: به مخلوطی که حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی در سرتاسر آن یکسان و یکنواخت باشد، محلول می‌گویند. مثلاً محلول ۰/۲ مولار پتاسیم نیترات را در نظر بگیرید. حالت فیزیکی در این محلول در سرتاسر آن مایع بوده و ترکیب شیمیایی (مانند مزه، رنگ و غلظت $\text{K}^+(\text{aq})$ و $\text{NO}_3^-(\text{aq})$ در تمامی محلول، یکسان و یکنواخت است. در این محلول آب، حلال و پتاسیم نیترات، ماده حل‌شونده می‌باشند.

نکته: در یک محلول، حلال جزئی از محلول است که حل‌شونده را در خود حل می‌کند و شمار مول‌های بیش‌تری دارد و ماده حل‌شونده معمولاً شمار مول‌های کم‌تری دارد.

نکته: آب فراوان‌ترین حلال در طبیعت، صنعت و آزمایشگاه است زیرا می‌تواند بسیاری از ترکیب‌های یونی و مولکولی را در خود حل کند و محلول آبی پدید آورد. آب و محلول‌های آبی در زندگی جانداران نقش حیاتی دارند.

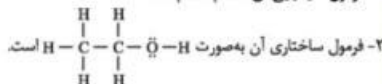
نکته: همه محلول‌ها آبی نیستند زیرا افزون بر آب، حلال‌های دیگری نیز مانند اتانول، استون، هگزان و ... وجود دارند.

حلال‌های آبی

حلال‌های آبی، حلال‌هایی هستند که در ساختار مولکولی آن‌ها اتم کربن (C) وجود دارد. چند نمونه از این حلال‌های مهم عبارتند از:



۱- فرمول شیمیایی آن $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ است.



۳- در ساختار این ترکیب ۸ پیوند کووالانسی وجود دارد.

۴- بین مولکول‌های این حلال، جاذبه هیدروژنی برقرار است.

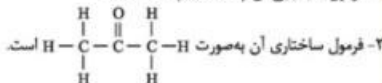
۵- دارای مولکول‌های قطبی با گشتاور دوقطبی ۱/۶۶D می‌باشد.

۶- پس از آب، مهم‌ترین حلال صنعتی است.

۷- حلال در تهیه دارویی، آرایشی و بهداشتی است.

(آ) اتانول:

۱- فرمول شیمیایی آن CH_3COCH_3 است.



۳- در ساختار این ترکیب ۱۰ پیوند کووالانسی وجود دارد.

۴- بین مولکول‌های این حلال، جاذبه دوقطبی - دوقطبی (واندروالسی) برقرار است.

۵- دارای مولکول‌های قطبی با گشتاور دوقطبی ۲/۹۱D می‌باشد و قطبیت آن بیش‌تر از اتانول است.

۶- حلال برخی چربی‌ها، رنگ‌ها و انواع لاک‌ها است.

۷- نقطه جوش اتانول بیش‌تر از استون است.

(ب) استون:

نوع: استون یک ترکیب آلی اکسیژن دار به صورت $(CH_3-C(=O)-CH_3)$ است که دارای مولکول‌های قطبی می‌باشد و در آب به هر نسبتی حل می‌شود. مایعی بی‌رنگ و فرار و به شدت آتش‌گیر است. در صنعت مصرف زیادی به عنوان حلال دارد و خاصیت لکه‌بری داشته و سمی است. قطبیت این مولکول به

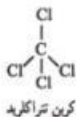
دلیل پیوند $C=O$ می‌باشد. در آب با برقراری جاذبه دوقطبی - دوقطبی بین مولکول‌های آب و استون، به خوبی حل می‌شود.



- ۱- فرمول شیمیایی آن C_3H_6O است و جزو هیدروکربن‌ها می‌باشد.
- ۲- فرمول ساختاری آن به صورت $H-C(=O)-CH_3$ می‌باشد.

(پ هگزان:

- ۳- در ساختار این ترکیب ۱۹ پیوند کووالانسی وجود دارد.
- ۴- گشتاور دوقطبی مولکول این حلال تقریباً صفر است، به عبارت دیگر مولکول‌های سازنده این حلال، ناقطبی هستند.
- ۵- جاذبه بین مولکول‌ها در این حلال از نوع دوقطبی القایی - دوقطبی القایی (واندروالسی ناقطبی) می‌باشد.
- ۶- حلال مواد ناقطبی و رقیق‌کننده رنگ (تیر) می‌باشد.



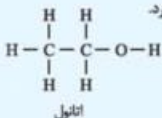
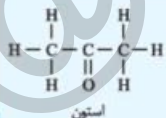
نکته: علاوه بر این سه حلال، می‌توان به تولوئن (C_6H_6) و کربن تتراکلرید (CCl_4) هم اشاره کرد که جزو حلال‌های پرکاربرد در آزمایشگاه و صنعت می‌باشند. به محلول‌های حاصل از حلال‌های آلی، محلول غیری می‌گویند. مثلاً بنزین یک محلول غیری است.

مثال: به هر مورد پاسخ مناسب دهید.

- (آ) پس از آب مهم‌ترین حلال صنعتی کدام است؟
- (ب) دو نمونه از محلول‌هایی را مثال بزنید که از یک حلال و چند حل‌شونده تشکیل شده باشند؟
- (پ) چرا آب و محلول‌های آبی نقش کلیدی در زندگی جانداران دارند؟
- (پاسخ: آ) اتانول (CH_3CH_2OH) پس از آب مهم‌ترین حلال صنعتی است.
- (ب) هوا و آب دریا از جمله محلول‌هایی هستند که از یک حلال و چند حل‌شونده تشکیل شده‌اند.
- هوا از حلال نیتروژن (چون شمار مول‌های نیتروژن نسبت به دیگر اجزای هوا کم‌تر است) و چندین گاز حل‌شونده دیگر مثل CO_2 ، Ar ، O_2 ، بخار آب و ... تشکیل شده است. آب دریا از حلال آب و تعداد زیادی مواد مختلف مثل $NaCl$ ، KCl ، $MgCl_2$ ، O_2 هوا و ... تشکیل شده است.
- (پ) زیرا اغلب فرایندهای زیست‌شیمیایی مثل گوارش، تنفس، سوخت‌وساز و ... در محیط‌های آبی انجام می‌شوند.

تست: در مورد حلال‌های اتانول، استون و هگزان کدام مورد نادرست است؟

- (۱) اتانول و استون برخلاف هگزان، جزو ترکیب‌های آلی اکسیژن دار هستند.
- (۲) اختلاف تعداد پیوندهای کووالانسی هگزان و اتانول برابر ۱۱ می‌باشد.
- (۳) مجموع تعداد اتم‌های هگزان کمتر از مجموع تعداد پیوندهای کووالانسی در دو ترکیب اتانول و استون می‌باشد.
- (۴) احتمالاً فسفر سفید (P_4) در هگزان برخلاف استون محلول است.
- (پاسخ: هگزان کلاً ۲۰ اتم دارد.



در حالی که در اتانول تعداد ۸ پیوند کووالانسی و در استون تعداد ۱۰ پیوند کووالانسی وجود دارد.

تعداد کل پیوندهای کووالانسی $10 + 8 = 18$

بنابراین گزینه (۳) پاسخ تست است.

انواع مخلوط‌ها

(۱) مخلوط همگن (محلول): مخلوطی است که ذره‌های تشکیل‌دهنده آن به طور یکنواخت در یکدیگر پخش شده‌اند و خواص فیزیکی و شیمیایی در تمام قسمت‌های آن یکسان است.

۱۲ مخلوط ناهمگن: در این مخلوط ذره‌های تشکیل‌دهنده به طور یکنواخت در یکدیگر پخش نشده‌اند. به عبارت دیگر در مخلوط ناهمگن، مواد در یکدیگر به صورت کامل همگن نشده‌اند مثل آب و روغن. روغن به دلیل ناقطبی بودن در آب تقریباً حل نمی‌شود و به دلیل چگالی کم‌تر در سطح آب باقی می‌ماند و یک مخلوط دو لایه را تشکیل می‌دهد.

واضح است که در مخلوط آب و روغن لایه بالایی (روغن) دارای خواص شیمیایی و خواص فیزیکی متفاوتی (مانند چگالی، نقطه جوش و ...) نسبت به لایه پایینی یعنی آب است.

نویز: بنزین و محلول پد در هگزان هر دو مخلوط‌های همگن هستند.

کدام مواد با یکدیگر محلول می‌سازند؟



بنزین مخلوطی از انواع هیدروکربن‌های $C_5 - C_{12}$ یعنی C_5H_{12} , C_6H_{14} , C_7H_{16} , C_8H_{18} , C_9H_{20} , $C_{10}H_{22}$, $C_{11}H_{24}$ است که در این میان، درصد حضور اوکتان (C_8H_{18}) از بقیه بیشتر است. در نتیجه C_8H_{18} به عنوان حلال و بقیه به عنوان مواد حل‌شده در نظر گرفته می‌شوند.

از طرف دیگر چون این هیدروکربن‌ها موادی ناقطبی بوده و گشتاور دوقطبی ناچیز و در حدود صفر دارند و جزو ترکیب‌های آلی می‌باشند، این مخلوط (بنزین) محلول غیرآبی است.

مثال: محلول پد در هگزان: پد (I_4) ماده‌ای جامد با مولکول‌های ناقطبی می‌باشد و در هگزان که آن هم حلالی با مولکول‌های ناقطبی است، حل می‌شود و محلول بنفش‌رنگی به وجود می‌آید.

فرایند حل شدن

آزمایش‌ها نشان می‌دهند که فرایند انحلال هنگامی منجر به تشکیل محلول می‌شود که:

مینانگین (جاذبه‌ها در حلال خالص و در حل‌شونده خالص) > (جاذبه‌های حل‌شونده با حلال در محلول)

یعنی جاذبه‌های ایجادشده بین ذره‌های حل‌شونده و حلال پاستی قوی‌تر از مینانگین جاذبه بین ذره‌های حل‌شونده خالص و جاذبه بین مولکول‌های خالص حلال باشد.

مثلاً اگر مولکول‌های حلال را با A و ذره‌های حل‌شونده را با B نمایش دهیم، پس جاذبه میان مولکول‌های حلال خالص را به صورت $A \cdots A$ و بین ذره‌های ماده حل‌شونده خالص را به صورت $B \cdots B$ می‌توان نشان داد. در نتیجه هنگامی که ماده حل‌شونده B در حلال A حل می‌شود برای محلول B در A رابطه زیر برقرار است:

$$(A \cdots B) > \frac{(A \cdots A) + (B \cdots B)}{2}$$

مثال: چگونگی انحلال شکر در آب را توضیح دهید.

پاسخ: بین مولکول‌های شکر جاذبه هیدروژنی و هم‌چنین بین مولکول‌های آب هم جاذبه هیدروژنی برقرار است.

مولکول شکر مولکول شکر

↓ جاذبه هیدروژنی

مولکول آب مولکول آب

↓ جاذبه هیدروژنی

هنگامی که شکر در آب حل می‌شود، بین مولکول‌های آب و شکر جاذبه هیدروژنی قوی‌تری ایجاد می‌شود که موجب انحلال شکر در آب می‌گردد.

شکر آب شکر آب

↑ جاذبه هیدروژنی

$$\text{جاذبه (شکر ... شکر) + جاذبه (آب ... آب)} > \text{جاذبه (شکر ... آب)}$$

نکته: در مخلوط ناهمگن به حالت مایع، مواد به میزان بسیار ناچیزی در یکدیگر حل می‌شوند که در عمل از آن چشم‌پوشی می‌شود.

گازی (مثل هوا)	همگن (محلول)
مایع (مثل محلول آب آشامیدنی)	
جامد (مثل سکه)	
گازی (مثل هوای غبارآلود)	ناهمگن
مایع (مثل آب و روغن یا شیر)	
جامد (مثل ماسه و شن)	

انواع مخلوط (از نظر حالت فیزیکی)

در مخلوط‌های ناهمگن خواص فیزیکی و شیمیایی مواد در تمام مخلوط یکسان نیست در حالی که در مخلوط یا مخلوط همگن در سراسر مخلوط خواص فیزیکی و شیمیایی یکسان است.

مثلاً مخلوط آب و یخ یک مخلوط ناهمگن است زیرا خواص فیزیکی آب و یخ یکسان نیست (چگالی آب و یخ، سرعت جنبش مولکول‌ها و ... متفاوت است).



یا به عنوان مثال دیگر، مخلوط آب و هگزان را در نظر بگیرید:

در این مخلوط ناهمگن، آب ماده‌ای است با مولکول‌های قطبی که جاذبه بین مولکول‌های آن از نوع هیدروژنی می‌باشد و هگزان ماده‌ای با مولکول‌های ناقطبی است که جاذبه بین مولکول‌های آن از نوع دوقطبی القایی - دوقطبی القایی (واندروالسی ناقطبی) می‌باشد.



با مخلوط شدن هگزان و آب، جاذبه قابل توجهی بین مولکول‌های آب و هگزان به وجود نمی‌آید. به همین دلیل مولکول‌های آب جاذبه قوی خود را با یکدیگر رها نمی‌کنند تا با مولکول‌های هگزان جاذبه بسیار ضعیف برقرار نمایند و از طرف دیگر چون چگالی آب بیشتر از چگالی هگزان است، در این مخلوط، هگزان در بالا و آب در پایین قرار می‌گیرند و یک مخلوط دولایه ایجاد می‌کنند.

تست: در یک لوله آزمایش حجم‌های مساوی از هگزان، آب و اتانول را در یک لوله آزمایش ریخته و هم می‌زنیم. با توجه به شکل کدام گزینه درست است؟



(۱) A اتانول است و B و C محلول هگزان در آب می‌باشد.

(۲) جاذبه‌های بین B و C با جاذبه‌های بین A و B و با A و C برابر است.

(۳) B و C محلول اتانول در آب است و A هگزان می‌باشد.

(۴) گشتاور دوقطبی A بیش‌تر از گشتاور دوقطبی هر یک از مولکول‌های B و یا C است.

پاسخ: اتانول دارای مولکول‌های قطبی است و در آب به خوبی حل می‌شود. ولی هگزان دارای مولکول‌های ناقطبی است و چگالی کمتری هم نسبت به اتانول و آب دارد. همچنین گشتاور دوقطبی هگزان برابر صفر است. به همین دلیل جاذبه بین مولکولی آب و اتانول بیش‌تر از جاذبه بین مولکولی آب و هگزان و یا اتانول و هگزان می‌باشد. بنابراین گزینه (۳) پاسخ تست است.

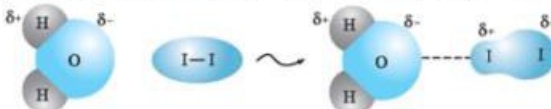
نکته: هگزان، هیدروکربنی از خانواده آلکان‌ها (هیدروکربن‌های خطی سیر شده) است و یکی از مواد موجود در بنزین، چسب کفش، محصولات چرمی و مصالح ساختمانی می‌باشد که از پالایش نفت خام به دست می‌آید. هگزان مایع (همان تیز رنگ) به دلیل ناقطبی بودن، جاذبه بین مولکولی ضعیف دارد و نقطه جوش آن پایین است (حدود 68°C) به همین دلیل به سرعت تبخیر می‌شود و قابلیت اشتعال آن بالا است. در برخی موارد در زمستان، هنگامی که نشان برای فرار از سرما در یک فضای بسته رنگ‌کاری می‌کنند، در اثر گرمای محیط، مولکول‌های تیز (هگزان) رنگ تبخیر شده و در فضا پراکنده می‌شود و در چنین محیطی، کوچک‌ترین جرقه‌ای منجر به انفجار می‌گردد.

همان‌گونه که متوجه شدید، برخی از حل‌شونده‌ها در برخی حلال‌ها حل شده و این فرایند منجر به تشکیل مخلوط همگن می‌شود در حالی که برخی دیگر، مخلوط ناهمگن می‌سازند.

مثلاً استون (CH_3COCH_3) که مولکولی قطبی است در آب به هر نسبتی حل می‌شود. یا به عنوان مثال دیگر، قیر در حلال آلی هگزان به خوبی حل می‌شود و محلول قیر در هگزان تشکیل می‌گردد. اما مخلوط هگزان در آب یا قیر در آب مخلوط‌های ناهمگن هستند.

توجه: وقتی که یک تکه یخ جامد را در آب می‌اندازیم و مخلوط را به شدت تکان بدهیم مقدار کمی یخ در آب حل می‌شود ولی با این حال یخ در آب را نامحلول می‌دانیم. زیرا میزان انحلال یخ خیلی کمتر از 1 گرم در 100 گرم آب می‌باشد. (مطلق تعریف مواد محلول)

البته لازم است بدانید که بین مولکول‌های قطبی (مثل آب) و مولکول‌های ناقطبی مانند یخ هم جاذبه به وجود می‌آید. بدین صورت که با قرار گرفتن مولکول ناقطبی در کنار مولکول قطبی، در مولکول ناقطبی، دوقطبی موقت یا القایی ایجاد می‌شود و سپس بین آن‌ها جاذبه به وجود می‌آید.



در مولکول یخ، دو قطبی القایی به وجود می‌آید و بین مولکول آب و یخ قطبی‌شده جاذبه ایجاد می‌شود.

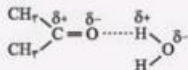
بدین ترتیب مقداری یخ در آب حل می‌شود (محلول زرد کمرنگ ایجاد می‌کند) و بقیه یخ به صورت جامد در ته آب به صورت رسوب باقی می‌ماند. (ولی همان‌طور که گفته شد میزان حل شدن یخ در آب بسیار ناچیز است و این مقدار کمتر از آن است که به آن محلول گفته شود)

مثال: با توجه به مقدار گشتاور دوقطبی مولکول‌های سازنده هر ماده، هر یک از پدیده‌های زیر را توجیه کنید.

(آ) انحلال استون در آب (ب) انحلال ید در هگزان (پ) پدید آمدن مخلوط ناهمگن از آب و هگزان

پاسخ: (آ) گشتاور دوقطبی استون برابر ۲/۹۱D است. تعدادی از مولکول‌های قطبی آب از سمت مثبت خود (اتم‌های H) به سمت اکسیژن استون در پیوند $\text{C}^{\delta-}=\text{O}^{\delta+}$ جهت‌گیری نموده و جاذبه دوقطبی - دوقطبی بین آن‌ها برقرار می‌شود.

هم‌چنین تعدادی دیگر از مولکول‌های آب از سر منفی خود (اتم اکسیژن) به سمت اتم C در پیوند $\text{C}^{\delta+}=\text{O}^{\delta-}$ جهت‌گیری نموده و جاذبه دوقطبی - دوقطبی بین آن‌ها برقرار می‌شود و بدین ترتیب استون به خوبی در آب حل می‌شود.



جاذبه دوقطبی - دوقطبی

(ب) ید دارای مولکول‌های ناقطبی (I-I) است. هم‌چنین هگزان نیز دارای مولکول‌های ناقطبی می‌باشد. وقتی ید را در هگزان وارد می‌کنیم در اثر برخورد مولکول‌های هگزان به مولکول‌های ید (در ید جامد) به تدریج در مولکول‌ها دوقطبی موقت ایجاد می‌گردد و سپس بین آن‌ها، جاذبه دوقطبی القایی - دوقطبی القایی برقرار می‌شود و مولکول‌های I_2 توسط مولکول‌های هگزان احاطه شده و بدین ترتیب ید در حلال هگزان حل می‌شود.

(پ) جاذبه بین مولکول‌های قطبی آب به شدت بالا است و با مولکول‌های ناقطبی هگزان جاذبه چندانی برقرار نمی‌کند. یعنی مولکول‌های قطبی آب جاذبه قوی هیدروژنی خود را حاضر نیستند، رها کنند و با مولکول‌های هگزان جاذبه ضعیف برقرار نمایند به همین دلیل هگزان و آب یک مخلوط دو لایه ایجاد می‌کنند و محلول به وجود نمی‌آید.

مثال: درستی جمله «شبهه شبیه را در خود حل می‌کند» را تحلیل کنید.

پاسخ: با توجه به مثال‌های فوق می‌توان چنین نتیجه گرفت که مواد قطبی و یونی در حلال‌های قطبی و مواد ناقطبی در حلال‌های ناقطبی حل می‌شوند.

نکته: در مورد گشتاور دوقطبی کدام مطلب نادرست است؟

(۱) گشتاور دوقطبی مولکول‌ها (μ) را با یکای دبی (D) گزارش می‌کنند.

(۲) چون گشتاور دوقطبی H_2S بیش‌تر از H_2O است، لذا قطبیت مولکول آب بیش‌تر از هیدروژن سولفید است.

(۳) بنزین خود مخلوط چند حلال آلی است که در یکدیگر حل شده‌اند.

(۴) هر چه گشتاور دوقطبی مولکول‌های گازی بیش‌تر باشد، در اثر سرد کردن زودتر مایع می‌شوند.

پاسخ: گشتاور دوقطبی H_2O بیش‌تر از H_2S است. هم‌چنین هر چه گشتاور دوقطبی در مولکول‌های یک ترکیب بیش‌تر باشد، نقطه جوش آن بالاتر خواهد بود و چنان‌چه این ترکیب گازی باشد، در اثر سرد شدن، زودتر به مایع تبدیل می‌شود. پس گزینه (۲) پاسخ تست است.

تست: سه حالت ید در هگزان، ید در آب و هگزان در آب را در نظر گرفته و بگویید کدام گزینه نادرست است؟

(۱) هگزان در آب یک مخلوط ناهمگن است که آب در زیر و هگزان در بالای سطح آب قرار می‌گیرد.

(۲) چون گشتاور دوقطبی I_2 برابر صفر است در آب نامحلول می‌باشد.

(۳) ید در هگزان محلول بوده و رنگ محلول بنفش است و این محلول در آب حل می‌شود.

(۴) در محلول ید در هگزان «جاذبه‌های حل‌شونده - حلال در محلول کم میانگین جاذبه‌ها در حلال خالص و حل‌شونده خالص» است.

پاسخ: ید دارای مولکول‌های ناقطبی همانند مولکول‌های هگزان است و ید در حلال بی‌رنگ هگزان به خوبی حل شده و محلول حاصل بنفش‌رنگ است. محلول به‌مدت آمده وقتی در آب قرار می‌گیرد، در آب حل نمی‌شود. به دلیل چگالی کم‌تر محلول ید و هگزان، محلول بنفش‌رنگ در بالای آب قرار می‌گیرد.

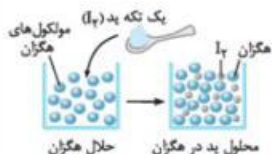
پس گزینه (۳) پاسخ تست است.



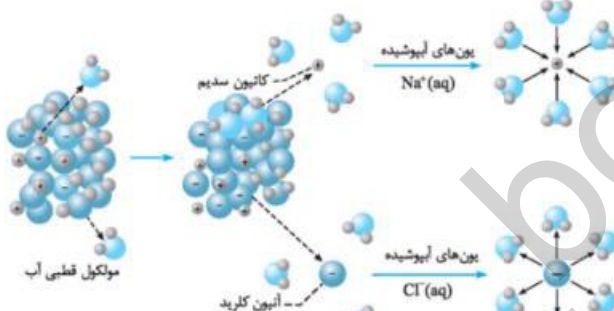
محلول ید در هگزان

آب

تفکیک یونی در فرایند انحلال



با انحلال مولکولی آشنا شدید. انحلالی که در آن مولکول‌های حل‌شونده، ماهیت خود را در محلول حفظ می‌کنند. گویی ساختار مولکول‌های حل‌شونده در محلول دچار تغییر نشده است. مثلاً در انحلال استون در آب، در محلول حاصل از آن‌ها هر یک از مولکول‌های استون و آب ماهیت خود را حفظ می‌کنند. مثال مشابه دیگر انحلال ید در هگزان است. این انحلال نیز از نوع مولکولی می‌باشد و مولکول‌های ید و هگزان ماهیت خود را در محلول حفظ می‌کنند. انحلال ترکیب‌های یونی مانند انحلال سدیم کلرید (NaCl) در آب را در نظر بگیرید.



نمک سدیم کلرید یک ترکیب یونی با بلورهای مکعبی است که در آن یون‌های Na^+ و Cl^- با آرایش منظمی در سه بعد جای گرفته‌اند. هنگامی‌که به‌طور کوچکی از این ماده جامد در آب وارد می‌شود، تعدادی از مولکول‌های قطبی آب از سرهای مخالف به یون‌های بیرونی بلور نزدیک شده به گونه‌ای که نیروی جاذبه‌ای میان مولکول‌های آب و هر یک از یون‌های Na^+ و Cl^- برقرار می‌شود. این نیروی جاذبه، یون - دوقطبی نام دارد. این نیروهای جاذبه‌ای به اندازه‌ای قوی هستند که موجب جدا شدن تدریجی یون‌ها از شبکه بلوری نمک سدیم کلرید می‌شوند و سپس هر یک از یون‌ها توسط تعدادی از مولکول‌های آب احاطه می‌شوند، یعنی در واقع آبپوشی می‌شوند. این یون‌های آبپوشیده در سرتاسر محلول پراکنده خواهند شد. به گونه‌ای که محلول آب‌نمک را می‌توان محلولی حاوی یون‌های $Na^+(aq)$ و $Cl^-(aq)$ دانست.

تست: انحلال‌پذیری چه تعداد از ترکیب‌های زیر در آب به‌صورت یونی است؟

«کلسیم سولفات - پتاسیم یدید - استون - متانول - هیدروژن کلرید - هگزان - پاریم سولفات»

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

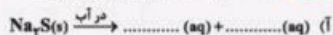
پاسخ: همه ترکیب‌های یونی در آب به‌صورت یونی حل می‌شوند حتی اگر در آب نامحلول یا کم‌محلول باشند.

متانول (CH_3OH) برخلاف هگزان (C_6H_{14}) در آب انحلال‌پذیر است ولی در آب به‌صورت مولکولی حل می‌شود.

از بین ترکیب‌های داده‌شده کلسیم سولفات ($CaSO_4$)، پتاسیم یدید (KI) و پاریم سولفات ($BaSO_4$) در آب به‌صورت یونی حل می‌شوند.

پس گزینه (۳) پاسخ تست است.

مثال: معادله‌های تفکیک یونی زیر را کامل کنید.



پاسخ: بسیاری از ترکیب‌های یونی در آب حل شده و در این فرایند یون‌ها تفکیک و آبپوشیده می‌شوند.





تست: کدام گزینه زیر با توجه به شکل در مورد نمک AB نادرست بیان شده است؟

- (۱) یون A بار الکتریکی منفی و یون B بار الکتریکی مثبت دارد.
 - (۲) با آبپوشی یون‌ها به وسیله مولکول‌های آب، بار آن‌ها خنثی می‌شود.
 - (۳) جاذبه برقرارشده بین یون A و مولکول‌های آب همانند یون B و مولکول‌های آب از نوع یون - دوقطبی است.
 - (۴) به هنگام انحلال بلور نمک AB در آب، به طور همزمان آبپوشی یون‌های A و B صورت می‌گیرد.
- پاسخ:** مولکول‌های آب خنثی هستند و با قرار گرفتن در اطراف یون‌ها، موجب خنثی شدن بار الکتریکی یون‌ها نمی‌شوند. بنابراین گزینه (۲) پاسخ تست است.

تست: به چه علت انحلال AgCl در آب بسیار کم است؟

- (۱) قدرت پیوند در AgCl و پیوندهای هیدروژنی در آب بیش‌تر از نیروی جاذبه یون - دوقطبی در محلول است.
 - (۲) یون‌های بلور این نمک توانایی آبپوشی ندارند.
 - (۳) AgCl از جمله جامدهای مولکولی است.
 - (۴) بین یون‌های حاصل از تفکیک AgCl و مولکول‌های آب، جاذبه‌های یون - دوقطبی برقرار نمی‌شود.
- پاسخ:** یون‌های حاصل از تفکیک AgCl، به وسیله مولکول‌های آب احاطه شده و آبپوشی می‌شوند، لذا جاذبه یون - دوقطبی‌های ایجادشده که گرما آزاد می‌کنند به اندازه‌ای کم است که نمی‌تواند بر جاذبه بین یون‌های درون شبکه بلور نمک AgCl و همچنین بر جاذبه هیدروژنی بین مولکول‌های آب غلبه کند و تعداد یون‌های خارج‌شده از شبکه بلور نمک بسیار کم است، به گونه‌ای که گفته می‌شود این نمک در آب نامحلول می‌باشد.
- پس گزینه (۱) پاسخ تست است.

مثال: دو ترکیب یونی منیزیم سولفات و باریم سولفات در 25°C ، به ترتیب محلول و نامحلول در آب هستند. با توجه به این ویژگی با قرار دادن علامت $\geq$ یا $\leq$ هر یک از موارد زیر را کامل کنید.

- (آ) میانگین نیروی پیوند یونی در MgSO_4 و پیوندهای هیدروژنی آب $\leq$ ☐ نیروی جاذبه یون - دوقطبی در محلول
- (ب) میانگین نیروی پیوند یونی در BaSO_4 و پیوندهای هیدروژنی آب $\leq$ ☐ نیروی جاذبه یون - دوقطبی در محلول
- پاسخ:** (آ) میانگین نیروی پیوند یونی در MgSO_4 و پیوندهای هیدروژنی آب $\geq$ ☐ نیروی جاذبه یون - دوقطبی در محلول
- (ب) میانگین نیروی پیوند یونی در BaSO_4 و پیوندهای هیدروژنی آب $\leq$ ☐ نیروی جاذبه یون - دوقطبی در محلول
- نکته:** MgSO_4 در آب حل می‌شود و جزو نمک‌های محلول می‌باشد، در حالی که BaSO_4 (باریم سولفات) در آب نامحلول است و جزو نمک‌های نامحلول می‌باشد.

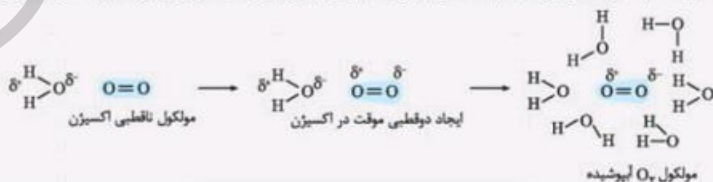
آیا کارها هم در آب حل می‌شوند؟



گاز O_2 هوا به مقدار ناچیزی در آب حل می‌شود، ولی همین مقدار ناچیز موجب ادامه حیات آبزیان درون آب می‌گردد. همان‌طور که می‌دانید همه جانوران به اکسیژن (O_2) نیازمندند زیرا هنگام تنفس، در عمل دم با حل شدن گاز اکسیژن و در عمل بازدم با حل شدن گاز کربن دی‌اکسید در خون و خروج آن از بدن، ادامه حیات امکان‌پذیر می‌شود. ماهی‌ها با عبور آب از درون آبشش خود، اکسیژن مولکولی (O_2) در آب را جذب و از آن برای سوختوساز سلولی استفاده می‌کنند.

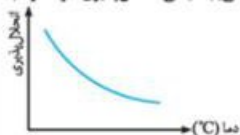
مثال: چرا با این‌که مولکول‌های اکسیژن (O_2) ناقطبی هستند، ولی تعداد کمی از آن‌ها در آب حل می‌شوند؟

پاسخ: مولکول‌های O_2 وقتی وارد آب می‌شوند در کنار مولکول‌های دوقطبی آب (H_2O) که سرهای مثبت و منفی دارند، قرار می‌گیرند. در این حالت، مولکول ناقطبی اکسیژن ($\text{O}=\text{O}$) در میدان الکتریکی قطب‌های مولکول آب، برای لحظه‌ای قطبی می‌شود که آن را دوقطبی القایی می‌نامند. سپس مولکول قطبی‌شده O_2 توسط مولکول‌های آب احاطه و آب‌پوشیده می‌شوند، بدین ترتیب تعدادی از مولکول‌های O_2 در آب حل می‌شوند.



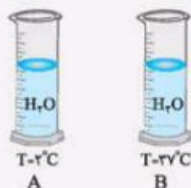
عوامل مؤثر بر انحلال پذیری گازها

(۱) اثر دما: با افزایش دما میزان انحلال گازها در آب کاهش و با کاهش دما میزان انحلال پذیری گازها در آب افزایش می یابد. یعنی انحلال پذیری گازها در آب با تغییرات دما نسبت عکس دارد. مثلاً گاز اکسیژن



نکته: انحلال گازها در آب گرماده است و نمودار انحلال پذیری آن‌ها به صورت نزولی می باشد.

مثال: در هر یک از استوانه های مدرج A و B یک قرص جوشان با جرم برابر می اندازیم:



(آ) چه گازی در اثر انحلال قرص جوشان در آب آزاد می شود؟

(ب) حجم گاز خارج شده از کدام استوانه بیش تر است؟ چرا؟

(پ) چه رابطه ای بین دمای آب و میزان انحلال پذیری گاز وجود دارد؟

(ت) با این توصیف می توانید بگویید چرا در هوای گرم، ماهی ها به سطح آب می آیند؟

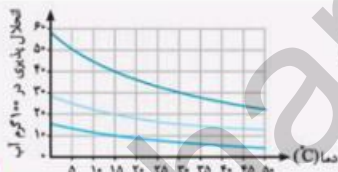
پاسخ: (آ) در اثر انحلال قرص جوشان در آب گاز کربن دی اکسید (CO_2) تولید می شود.

(ب) چون جرم دو قرص جوشان به کار رفته در ظرف A و ظرف B یکسان است پس حجم نهایی گاز CO_2 تولید شده از هر دو انحلال برابر است. اما چون در آب سرد گاز بیش تری حل می شود، مقدار بیش تری از گاز CO_2 در آب سرد می ماند؛ یعنی گاز CO_2 خارج شده از ظرف B، بیش تر از ظرف A است.

(پ) هر چه دمای آب بیش تر باشد، گاز CO_2 خارج شده بیش تر است؛ یعنی انحلال پذیری گاز CO_2 در آب سرد بیش تر از آب گرم است. پس با افزایش دما میزان انحلال پذیری گاز کم می شود.

(ت) چون در هوای گرم میزان انحلال پذیری گاز O_2 در آب کاهش می یابد، O_2 کم تر در آب وجود دارد و ماهی ها به آب های سطحی می آیند تا در سطح، به اکسیژن بیش تری دسترسی داشته باشند.

نکته: در واقع با افزایش دما جنبش مولکول ها زیاد می شود و در نتیجه افزایش تحرک مولکول های آب، فاصله بین مولکول های آب با مولکول O_2 که توسط مولکول های آب احاطه شده اند، بیش تر شده و جاذبه بین مولکولی آن ها کم تر می شود و بدین ترتیب مولکول O_2 از محاصره مولکول های آب رهایی یافته و از سطح آب خارج می شود.



مثال: نمودار روبه رو انحلال پذیری سه گاز را که با آب واکنش شیمیایی نمی دهند، در

فشار یک اتمسفر نشان می دهد. این نمودار تأثیر چه عاملی را بر انحلال پذیری گازها

نشان می دهد؟ توضیح دهید.

پاسخ: این نمودار تأثیر دما را بر انحلال پذیری گازها نشان می دهد. چون انحلال پذیری

گازها فرایندی گرماده است، لذا با افزایش دما میزان انحلال پذیری کاهش می یابد.

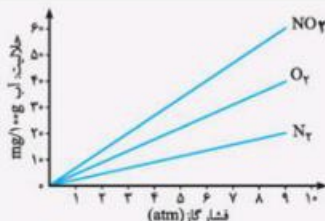
(۲) اثر فشار: در دمای ثابت، انحلال پذیری گازها در آب با فشار رابطه مستقیم و خطی دارد، یعنی با افزایش فشار، انحلال پذیری گازها زیادتر شده و با کاهش فشار، انحلال پذیری کم تر می شود (این مطلب در مورد تمامی گازهایی که با حلال خود واکنش شیمیایی نمی دهند، صدق می کند).

نکته: در درون آکواریوم توسط پمپی هوا دمیده می شود تا با فشار، مقدار بیش تری از O_2 در آب حل شود.

(۳) اثر نوع گاز (ماهیت مولکول ها): مولکول های قطبی در آب بیش تر از مولکول های ناقطبی حل می شوند. مثلاً NH_3 و HCl که گازهایی با مولکول های قطبی هستند بیش تر از گازهای N_2 و O_2 که ناقطبی می باشند، در آب حل می شوند. در جدول زیر مقایسه انحلال پذیری چند گاز با مولکول های قطبی و ناقطبی آورده شده است.

گاز	N_2	O_2	CO_2	NH_3	HCl
قطبیت مولکول	ناقطبی	ناقطبی	ناقطبی	قطبی	قطبی
جرم مولکولی g.mol^{-1}	۲۸	۳۲	۴۴	۱۷	۳۶/۵
انحلال پذیری در دمای 25°C ($\frac{\text{g}}{100\text{g H}_2\text{O}}$)	۰/۰۰۱۸	۰/۰۰۳۹	۰/۱۴۵	۴۷	۶۹/۵

انحلال‌پذیری CO_2 بیشتر از O_2 و آن هم بیشتر از N_2 است. زیرا در مواد گازی با مولکول‌های ناقطبی، هر چه جرم مولی گاز بیشتر باشد، انحلال‌پذیری زیادت‌ر خواهد بود. انحلال‌پذیری گازهای NH_3 و HCl از گاز CO_2 بیشتر می‌باشد، با وجود این‌که جرم مولی CO_2 زیادت‌ر است. علت این موضوع قطبیت مولکول‌های NH_3 و HCl می‌باشد. علت انحلال‌پذیری زیادت‌ر HCl در مقایسه با NH_3 ، این است که HCl با آب واکنش شیمیایی می‌دهد.



مثال: نمودار روبه‌رو انحلال‌پذیری سه گاز را که با آب واکنشی نمی‌دهند، در دمای 0°C نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.
(آ) این نمودار تأثیر چه عاملی را بر انحلال‌پذیری گازها نشان می‌دهد؟ توضیح دهید.
(ب) نتیجه‌گیری از این نمودار «قانون هنری» نام دارد. آن را در یک سطر بنویسید.
(پ) شیب نمودار انحلال‌پذیری - دما برای کدام گاز بیش‌تر است؟ چرا؟

پاسخ: (آ) تأثیر فشار بر انحلال‌پذیری گازهای N_2 ، O_2 و NO را نشان می‌دهد.

نکته: نمودار میزان انحلال‌پذیری گازها، با تغییر فشار در دمای ثابت یک نمودار خطی است (فشار α انحلال‌پذیری) و این نمودار از مبدأ می‌گذرد یعنی در فشار صفر اقسفر میزان گاز حل‌شده در آب هم صفر گرم است.

نکته: هر چه جرم مولی گاز بیشتر باشد و یا مولکول‌های سازنده گاز، قطبی باشند انحلال‌پذیری چنین گازی با افزایش فشار، به مقدار زیادی تغییر کرده و افزایش می‌یابد.

(ب) طبق قانون هنری در دمای ثابت انحلال‌پذیری گازها در آب با فشار رابطه مستقیم و خطی دارد. یعنی با افزایش فشار، انحلال‌پذیری گازها زیادت‌ر شده و با کاهش فشار انحلال‌پذیری کم‌تر می‌شود.

نکته: قانون هنری در مورد محلول‌های رقیق صق می‌کند.

(پ) شیب نمودار انحلال‌پذیری در مورد گاز NO بیش‌تر است. زیرا گاز NO قطبی است و به هنگام حل شدن، جاذبه‌های قوی‌تری با مولکول‌های قطبی آب برقرار می‌کند.

تست: در مورد انحلال گازها در آب کدام مورد نادرست است؟

(۱) آیزان با عبور دادن آب از درون آبش خود، اتم اکسیژن حل‌شده در آب را جذب می‌کنند.

(۲) گاز اکسیژن به مقدار کمی در آب حل می‌شود.

(۳) با افزایش فشار و کاهش دما، انحلال‌پذیری گازها در آب افزایش می‌یابد.

(۴) اگر دو گاز گشتاور دوقطبی برابر صفر داشته باشند، میزان انحلال‌پذیری آن‌ها به جرم مولی بستگی خواهد داشت.

پاسخ: آیزان با عبور دادن آب از درون آبش خود، اکسیژن مولکولی (نه اکسیژن اتمی) حل‌شده در آب را جذب می‌کنند بنابراین گزینه (۱) پاسخ تست است.

یک فلزات شیمی

قرص جوشان انواع گوناگونی دارد. ولی به طور کلی از ترکیب یک اسید آلی مثل ویتامین ث (آسکوربیک اسید)، جوهر لیمو (سیتریک اسید) و ... با یک نمک کربنات یا بی‌کربنات به وجود می‌آید.

باید بداند که از واکنش اسید با یک کربنات یا بی‌کربنات، گاز CO_2 با شدت زیاد آزاد می‌شود. آب + $\text{CO}_2(\text{g})$ + نمک $\rightarrow$ بی‌کربنات یا کربنات + اسید آلی
در قرص جوشان، هم اسید آلی و هم کربنات یا بی‌کربنات به‌کار رفته، پودر جامد می‌باشند که در حالت خشک قرار گرفته‌اند، ولی وقتی قرص جوشان در آب انداخته می‌شود، واکنشی بین این دو ماده انجام گرفته و چون شدت واکنش زیاد است، گاز CO_2 زیادی تولید می‌شود که منجر به کف کردن آب و ایجاد مقدار زیادی حباب می‌گردد.



پودر قنادی یا بیکنینگ پودر (Baking Powder)

نوعی عامل ورآورنده است که از مخلوط کردن یک باز (کربنات یا بی‌کربنات) با یک اسید ضعیف تهیه می‌شود و برای ورآمدن خمیر و حجم دادن به انواع نان و کیک استفاده می‌شود.

از آن‌جا که بیکنینگ پودر یک نوع باز است، به محض مخلوط شدن با مایعاتی که خاصیت اسیدی دارند، موجب آزاد شدن گاز CO_2 می‌شود که باعث ورآمدن خمیر و ایجاد حجم در نان یا کیک می‌شود.

تست: کدام گزینه عبارت درست را نشان می‌دهد؟

- ۱) در اثر وارد کردن قوس جوشان در آب، گازهای O_2 و CO_2 آزاد می‌شوند.
 - ۲) انحلال گازها در آب با افزایش دما و فشار زیادتر می‌شود.
 - ۳) در اثر انحلال اکسیژن در آب، مولکول‌های آب با O_2 واکنش شیمیایی می‌دهند.
 - ۴) هر چه جرم مولی مولکول‌های گاز بیشتر و گشتاور دوقطبی آن‌ها بزرگ‌تر باشد، انحلال‌پذیری گاز در آب زیادتر خواهد بود.
- پاسخ:** قوس جوشان وقتی در آب انداخته می‌شود فوراً شروع به واکنش نموده و گاز CO_2 تولید می‌کند. انحلال گازها در آب به سه عامل دما، فشار و نوع گاز بستگی دارد. هر چه دمای آب کمتر باشد میزان انحلال گاز بیشتر خواهد بود (رابطه معکوس) و هر چه فشار وارد بر گاز به هنگام انحلال زیادتر باشد انحلال گاز بیشتر خواهد بود (رابطه مستقیم). هر چه مولکول قطبی‌تر و گشتاور دوقطبی آن بزرگ‌تر باشد میزان انحلال‌پذیری آن در آب زیادتر خواهد بود. و همچنین انحلال مولکول‌های گاز O_2 در آب فیزیکی است و فقط بین مولکول‌های O_2 و H_2O جاذبه بین مولکولی برقرار می‌گردد. بنابراین گزینه (۴) پاسخ تست است.

تست: با توجه به جدول زیر که بیانگر میزان انحلال‌پذیری چند گاز مختلف در فشار 10 atm در 100 g آب می‌باشد، کدام عدد را می‌توان به انحلال‌پذیری گاز آرگون در همین شرایط نسبت داد؟

گاز	O_2	NO	N_2	$(Ar = 40, O = 16, N = 14 : g.mol^{-1})$	
انحلال‌پذیری (g/100g H_2O)	0.045	0.063	0.018	0.025 (۲)	0.008 (۱)
				0.092 (۴)	0.060 (۳)

پاسخ: از میان مولکول‌های ناقطبی N_2 و O_2 ، هر چقدر مولکولی سنگین‌تر و به عبارتی حجم‌تر باشد، به دلیل قوی‌تر بودن جاذبه‌های بین مولکولی (ایجاد شده با آب)، آن، بیشتر در آب حل می‌شود. چنانچه به اعداد گزارش شده در جدول نگاه کنید، متوجه می‌شوید که انحلال‌پذیری گاز O_2 به جرم مولی بیشتری دارد، زیادتر است. براساس جاذبه‌ها و برهم‌کنش‌های میان ذرات، برهم‌کنش میان مولکول قطبی با مولکول‌های آب به مراتب از یک مولکول ناقطبی قوی‌تر است. به همین علت میزان انحلال‌پذیری گاز NO در آب به دلیل قطبی بودن این مولکول، از N_2 و O_2 بیشتر است. با توجه به این دلایل می‌توان چنین پیش‌بینی نمود که گاز آرگون که تک‌اتمی و فاقد قطبیت است، تنها به دلیل سنگین‌تر بودن یا حجم‌تر بودن نسبت به N_2 و O_2 ، انحلال‌پذیری بیشتری دارد و همچنین نسبت به گاز NO با مولکول‌های قطبی، انحلال‌پذیری کمتری دارد پس عدد حدودی 0.06 را به میزان انحلال‌پذیری این گاز در آب می‌توان نسبت داد. بنابراین گزینه (۳) پاسخ تست است.

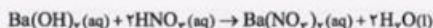
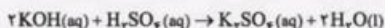
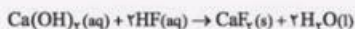
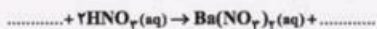
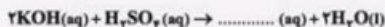
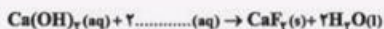
مثال: جدول زیر را کامل کنید.

نام اسید	فرمول شیمیایی	فرمول نمک سدیم	نام نمک
سولفوریک اسید	H_2SO_4		سدیم سولفات
.....	H_3PO_4		سدیم فسفات
نیتریک اسید		$NaNO_3$	
نیترو اسید	HNO_3		

پاسخ:

نام اسید	فرمول شیمیایی	فرمول نمک سدیم	نام نمک
سولفوریک اسید	H_2SO_4	Na_2SO_4	سدیم سولفات
فسفریک اسید	H_3PO_4	Na_3PO_4	سدیم فسفات
نیتریک اسید	HNO_3	$NaNO_3$	سدیم نیترات
نیترو اسید	HNO_2	$NaNO_2$	سدیم نیتريت

مثال: نمک‌ها را می‌توان فراورده واکنش اسید با باز دانست. با این توصیف جای خالی را در هریک از واکنش‌های زیر با فرمول شیمیایی مناسب پر کنید.



پاسخ:

در بدن انسان یون‌های فراوانی وجود دارند که نقش مهمی در فعالیت‌های بدن دارند. یکی از مهم‌ترین یون‌ها در مایع‌های بدن، یون پتاسیم (K^+) است. نیاز روزانه بدن هر فرد بالغ به یون پتاسیم دو برابر یون سدیم است. از آن‌جا که بیش‌تر مواد غذایی حاوی یون پتاسیم است، کمبود آن به ندرت احساس می‌شود. وجود یون پتاسیم (K^+) برای تنظیم عملکرد مناسب دستگاه عصبی بسیار ضروری است به طوری‌که انتقال پیام‌های عصبی در عصب‌ها بدون وجود این یون، امکان‌پذیر نیست. در واقع اختلال در حرکت این یون مانع از انتقال پیام‌های عصبی می‌شود و گاهی در موارد شدید، این اختلالات منجر به مرگ می‌شوند.

آیا می‌دانید؟ افزایش غلظت یون پتاسیم به میزان دو تا سه برابر مقدار طبیعی، باعث ضعف قلبی و ضربان‌های غیرطبیعی قلب می‌شود که در نهایت موجب مرگ می‌گردد.

اما زیادی یون‌های کلسیم (Ca^{2+}) موجب اثراتی تقریباً مخالف اثرات یون پتاسیم (K^+) می‌شود. به این ترتیب قلب را به حالت انقباض درمی‌آورد. این امر ناشی از اثر مستقیم یون‌های کلسیم در تحریک روند انقباض قلب است. کمبود یون‌های کلسیم موجب شل شدن قلب می‌شود.

آیا می‌دانید؟ ماره‌ای سیاه مناطق گرمسیری با تزریق زهری که کتال‌های عبور یون‌های پتاسیم را در سلول عصبی مسدود می‌کند، شکار خود را از پای در می‌آورند.

تست: کدام گزینه نادرست است؟

- ۱) احساس خستگی پس از مدتی دویدن، ناشی از کاهش شدید برخی یون‌ها در مایع‌های بدن است.
 - ۲) انتقال پیام‌های عصبی در عصب‌ها بدون یون K^+ ممکن نیست.
 - ۳) نیاز بدن به یون پتاسیم دو برابر یون سدیم است. از این رو امکان کمبود یون پتاسیم بیش‌تر است.
 - ۴) شرط کنترل منظم احساسات و حرکات ما توسط پیام‌های عصبی، برقراری جریان الکتریکی مناسب در محیط‌های شیمیایی بدن است.
- پاسخ:** نیاز روزانه هر فرد بالغ به یون پتاسیم دو برابر یون سدیم (Na^+) است. اما از آن‌جایی که بیش‌تر مواد غذایی حاوی یون پتاسیم (K^+) هستند، کمبود آن به ندرت احساس می‌شود.
- گزینه‌های (۱)، (۲) و (۴) درست هستند. بنابراین گزینه (۳) پاسخ تست است.

فصل

۳

قسمت ششم

ردپای آب در زندگی

۱۶۹

آموزش | فصل سوم (آب، آهنگ زندگی)



مصرف آب

انسان روزانه مقادیر زیادی آب را برای نوشیدن، پخت و پز و شستشو مصرف می‌کند اما مقادیر مصرف غیرمستقیم آب، برای رفع نیازهای بشر مانند تولید مواد اولیه خوراکی، کاغذ، لباس و غیره بسیار بیش‌تر از مصرف مستقیم آن است.

ردپای آب نمادی است که میزان مصرف مستقیم و غیرمستقیم آب را برای هر فرد تولیدکننده یا مصرف‌کننده ارائه می‌دهد. علاوه بر آب مصرفی توسط هر شخص، روزانه در صنایع گوناگون، حجم بسیار زیادی آب استفاده می‌شود. در میان صنایع، صنعت کشاورزی بیش‌ترین حجم آب مصرفی را به خود اختصاص داده است. واضح است که برای تولید هر وسیله یا فرآورده مقدار معینی آب نیاز است.

۱۰۰۰ گرم شکلات ← ۲۴۰۰ لیتر آب

برای یک بلوز نخی ← ۲۷۰۰ لیتر آب

یک کیلوگرم کوجه فرنگی ← ۱۸۰ لیتر آب

یک کیلوگرم چرم ← ۱۶۶۰۰ لیتر آب

مثلاً

ردپای آب: مقدار آب قابل استفاده و در دسترس که یک فرد مصرف می‌کند و در نتیجه آن از حجم منابع آبی کم می‌شود را ردپای آب گویند. این میزان آب همه آبی را که در تولید کالاها، ارائه خدمات و فعالیت‌های گوناگون مصرف می‌شود نشان می‌دهد. مثلاً اگر هر شخصی به طور میانگین سالانه حدود ۱۵۰۰ kg گندم مصرف کند برای تولید این مقدار گندم حدود ۲۷۴۵۰۰ لیتر آب مصرف می‌شود. برای هر فرد مقدار آبی را که در زندگی سالانه او به طور کلی مصرف می‌شود، ردپای آب تعریف می‌کنند. این آب شامل استفاده مستقیم (نوشیدن، استحمام، پختن غذا و ...) و غیرمستقیم (تولید لباس، وسایل زندگی و ...) می‌شود. پژوهش دانشمندان نشان می‌دهد که هر انسانی به طور میانگین سالانه ۱۰۰۰۰۰۰۰۰ لیتر آب مصرف می‌کند. همه آب مورد نیاز جهت کشاورزی، دامداری، نساجی، ساخت‌وساز، خانه، مدرسه و ... از آب‌های سطحی (رود، دریاچه و نهر آب شیرین) یا آب‌های زیرزمینی (چشمه، قنات و چاه عمیق) تهیه می‌شوند. آب آشامیدنی با آب مصرفی در صنایع تفاوت دارد. ممکن است آبی جهت شستشو یا نظافت مناسب باشد اما قابل استفاده برای آشامیدن نباشد.



مثال: چرا با این‌که آب دریاها و اقیانوس‌ها، منبع بسیار بزرگی برای تهیه آب به شمار می‌آیند اما قابل استفاده برای نوشیدن نمی‌باشند؟

پاسخ: زیرا آب دریاها و اقیانوس‌ها به اندازه‌ای شور هستند که باید قبل از مصرف نمک‌زدایی و تصفیه شوند.

آیا می‌دانید؟ ردپای آب در جهان برای یک سال حدود 7×10^{15} لیتر است. این ردپا برای کشورهایی مانند چین و هند، به دلیل جمعیت زیاد و در کشورهای توسعه‌یافته به دلیل حجم فعالیت‌های صنایع گوناگون، سنگین‌تر و بزرگ‌تر است.

آیا می‌دانید؟ میانگین جهانی ردپای آب در تولید هر کیلوگرم گندم ۱۸۲۰ لیتر است. هر چه میزان مصرف گندم در یک کشور بیش‌تر باشد، ردپای آب سنگین‌تر است.

تست: کدام گزینه نادرست است؟

(۱) هر چه میزان مصرف گندم در یک کشور بیش‌تر باشد ردپای آب در آن‌جا سنگین‌تر است.

(۲) ردپای آب برای تولید یک کیلوگرم گندم سنگین‌تر از یک کیلوگرم چرم است.

(۳) مفهوم ردپای آب برای هر فرد، یعنی کل آبی که یک انسان به طور مستقیم و غیرمستقیم مصرف می‌کند.

(۴) در میان صنایع گوناگون، صنعت کشاورزی بیش‌ترین حجم آب را مصرف می‌کند.

پاسخ: برای تولید یک کیلوگرم چرم، آب خیلی بیش‌تری از یک کیلوگرم گندم مصرف می‌شود. بنابراین گزینه (۲) پاسخ تست است.

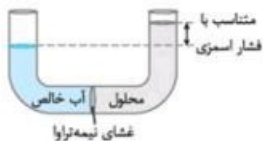
غشای نیمه تراوا: اسمز و اسمز وارونه (معکوس)

اسمز (گذرندگی): عبور مولکول‌های آب از محلول رقیق به محلول غلیظ است.

غشای نیمه تراوا: غشایی که برخی از مولکول‌ها و نه همه آن‌ها را از خود عبور می‌دهد غشای نیمه تراوا نامیده می‌شود. مثل مثانه گوسفند. دیواره پاخته‌ها در گیاهان روزنه‌هایی بسیار ریز دارد که ذره‌های سازنده مواد می‌توانند از آن گذر کنند. به گونه‌ای که این روزنه‌ها فقط اجازه گذر به برخی از ذره‌ها و مولکول‌های کوچک مانند آب و یون‌ها را می‌دهند و از گذر یا عبور مولکول‌های درشت‌تر مانند مولکول ساکاروز (شکر) جلوگیری می‌کنند.



شکل مقابل غشایی را نشان می‌دهد که نسبت به حلال (آب) تراواست (می‌تواند گذر کند) ولی نسبت به ساکاروز (شکر) تراوا نیست (می‌تواند گذر نکند) و میان آب و محلولی از شکر جای داده شده است. در ابتدای آزمایش، ارتفاع آب موجود در بازوی چپ لوله U شکل با ارتفاع محلول شکر یکسان است. مولکول‌های آب (نه مولکول‌های شکر) می‌توانند از غشا بگذرند و در بین دو بخش رفت و آمد کنند. چون تعداد مولکول‌های آب در واحد حجم در سمت چپ (سمت دارای آب خالص) بیش‌تر از سمت راست است در نتیجه سرعت عبور از سمت چپ غشا به سمت راست آن بیش‌تر از سرعت در جهت مخالف است. بدین ترتیب شمار مولکول‌های آب در سمت راست افزایش می‌یابد و محلول شکر رقیق‌تر می‌شود و ارتفاع محلول در بازوی سمت راست لوله U شکل افزایش می‌یابد. این فرایند را اسمز می‌نامند.

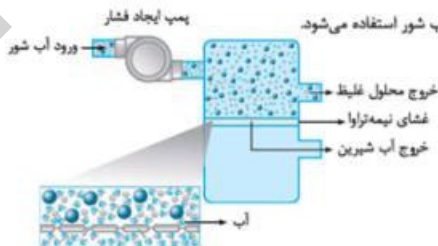


فشار اسمزی: تفاوت ارتفاع سطح دو مایع در دو بازوی لوله U شکل فشاری را ایجاد می‌کند که فشار اسمزی می‌نامند.

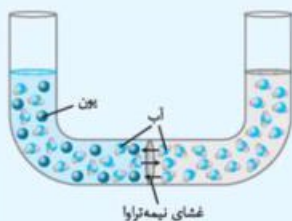
نوعه 2: افزایش فشار ایجادشده در سمت راست (در اثر افزایش مقدار محلول در بازوی راست) مولکول‌های آب را از سمت راست به سمت چپ می‌راند و در نهایت، سرعت عبور به چپ برابر با سرعت عبور به راست می‌شود (حالت تعادلی به وجود می‌آید).



اسمز معکوس: اگر فشاری بالاتر از فشار تعادلی (فشار در زمانی که در آن سرعت رفت و برگشت مولکول‌های آب به سمت چپ و راست با هم برابر است) در بازوی راست بر محلول وارد شود، مولکول‌های آب در جهتی خلاف جهت معمولی به حرکت درمی‌آیند یعنی کمک فشار ایجادشده در بازوی سمت راست (محلول آب شور)، مولکول‌های آب از سمت راست به چپ وارد شده و سرعت حرکت مولکول‌های آب به سمت چپ لوله U شکل بیش‌تر می‌شود. به این فرایند اسمز معکوس گفته می‌شود.



در شکل بالا، پس از ورود آب شور به دستگاه، به کمک پمپ، فشار ایجاد می‌شود و در نتیجه مولکول‌های آب از قسمت آب شور از غشای نیمه تراوا گذر نموده و در قسمت پایین که آب خالص است جمع می‌شود، یعنی اصطلاحاً آب شیرین می‌شود. آیا می‌دانید؟ دستگاه‌های تصفیه آب، به طور چشمگیری از غلظت یون‌های موجود در آب می‌کاهد. این در حالی است که وجود مقدار مناسبی از یون‌ها برای استخوان‌ها، قلب و ... ضروری و مفید است.

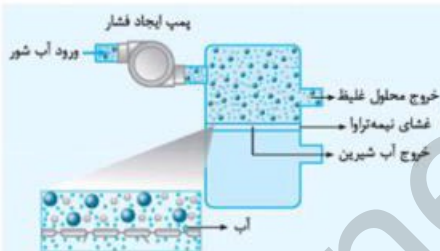


تست: با توجه به شکل کدام مطلب درست است؟

- (آ) مربوط به فرایند اسمز معکوس است.
 (ب) با گذشت زمان غلظت محلول در سمت چپ کاهش می‌یابد.
 (پ) ارتفاع آب در سمت راست کاهش و در سمت چپ افزایش می‌یابد.
 (ت) با این روش می‌توان آب دریا را نمک‌زدایی و آب شیرین تهیه کرد.
 (۱)، (آ)، (ب)
 (۲)، (ب)، (پ)
 (۳)، (ب)، (پ)، (ت)
 (۴)، (پ)، (ت)

پاسخ: (۱) نادرست، فرایند نشان داده‌شده، اسمز نام دارد.
 (ب) و (پ) درست هستند.

(ت) نادرست، با این روش نمی‌توان آب دریا را نمک‌زدایی کرد زیرا در فرایند نمک‌زدایی، یون‌ها از محلول جدا می‌شوند ولی در این فرایند تعداد یون‌ها در محلول ثابت است و فقط با گذشت زمان غلظت نمک‌ها در آب دریا کاهش می‌یابد زیرا با انتقال آب از راست به چپ تنها حجم محلول سمت چپ افزایش می‌یابد. بنابراین گزینه (۲) پاسخ تست است.



تست: با توجه به شکل کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) فرایند اسمز معکوس را نشان می‌دهد.
 (۲) چگونگی تولید آب شیرین از آب دریا را نشان می‌دهد.
 (۳) مولکول‌های آب از بخش پایینی غشای نیمه‌تراوا به بخش بالایی آن جابه‌جا می‌شوند.
 (۴) با گذشت زمان محلول بالایی غلیظ‌تر می‌شود.

پاسخ: با اعمال فشار بر محلول غلیظ، مولکول‌های آب از محلول بالایی به قسمت پایین می‌روند و محلول بالایی غلیظ‌تر می‌شود.
 بنابراین گزینه (۳) پاسخ تست است.

یک فنجان شیمی

$$\pi V = nRT$$

برای محاسبه فشار اسمزی رابطه روبه‌رو بیان شده است.
 که در آن π فشار اسمزی (برحسب atm)، n شمار مول‌های ماده حل‌شده در حجم V (برحسب لیتر)، T دمای مطلق برحسب کلوین و R ثابت گازها ($0.08206 \text{ L.atm/K.mol}$) است.

$$\pi = \left(\frac{n}{V}\right)RT \Rightarrow \pi = MRT$$

می‌توان رابطه بالا را به‌صورت روبه‌رو و برحسب غلظت مولار نیز بیان کرد.
 M همان غلظت مولار برحسب mol.L^{-1} است.

اسمز نقش مهمی در فرایندهای فیزیولوژیکی در گیاهان و جانوران دارد.

گذر مواد از دیواره‌های نیمه‌تراوی پاخته‌های زنده، کار کلیه‌ها و صعود شیره گیاهی در درختان، نمونه‌های آن هستند.

غشای گلیول قرمز خون نیمه‌تراوست. اگر گلیول‌های قرمز را در آب خالص قرار دهیم، بر اثر جریان آب به داخل سلول، مایع درون‌پاخته‌های (سلولی) رقیق‌تر می‌شود و در نتیجه سلول متورم شده و ممکن است پتزد و برعکس اگر گلیول‌های قرمز در محلول قند غلیظ قرار گیرند آب موجود در داخل سلول وارد محلول قندی شده و در نتیجه سلول‌ها کوچک‌تر خواهند شد.

مثال: شکل روبه‌رو برخی روش‌های تصفیه یک نمونه آب را نشان می‌دهد، با توجه به شکل به پرسش‌ها پاسخ دهید.

(آ) با انجام تقطیر، کدام مواد موجود در آب از آن جدا می‌شوند؟ توضیح دهید.

(ب) با عبور آب از صافی کرین، کدام آلاینده‌ها حذف می‌شوند؟

(پ) با روش اسمز معکوس، کدام مواد را می‌توان از آب جدا کرد؟

(ت) آب به‌دست آمده از کدام روش‌ها، آلاینده کم‌تری دارد؟

(ث) چرا آب تصفیه‌شده در این روش‌ها را باید پیش از مصرف کلرزنی کرد؟

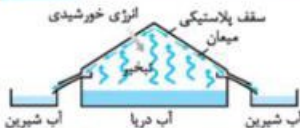
پاسخ: (آ) با توجه به شکل، ترکیب‌های آلی فرار که نقطه جوش پایین دارند به همراه بخار آب از مخلوط خارج می‌شوند، یعنی ترکیب‌های آلی فرار را نمی‌توان با روش تقطیر از آب تصفیه‌شده جدا کرد.

(ب) صافی کرین، صافی کرینی فعال به دلیل خاصیت جذب بالا، باعث حذف طعم نامطبوع، بو و رنگ و همچنین حشره‌کش و آفتکش‌ها (ترکیب‌های آلی ستی، فلزهای سنگین، ناقل‌ها، ترکیب‌های آلی فرار و دیگر آلاینده‌ها می‌شود ولی میکروب‌ها یا ویروس‌ها گذر می‌کنند و همراه آب باقی می‌مانند.

(پ) در روش اسمز معکوس همه مواد از آب جدا شده و فقط میکروب‌ها می‌توانند همراه با آب عبور کنند! البته شاید ویروس‌هایی که اندازه بسیار کوچک دارند نیز بتوانند عبور کنند.

(ت) در روش اسمز معکوس و صافی کرین، آلاینده‌های کم‌تری در آب باقی می‌مانند و این دو روش بهتر از روش تقطیر جهت تصفیه آب می‌باشد.

(ث) زیرا احتمال دارد که ویروس‌ها و میکروب‌ها در هر یک از روش‌های گفته‌شده، همراه آب باقی بمانند و از آب جدا نشوند، در نتیجه موجب بیماری در انسان شوند.



شکل روبه‌رو فرایند تقطیر را نشان می‌دهد که آب دریا را می‌توان توسط انرژی خورشیدی، به آب آشامیدنی تبدیل کرد. به کمک انرژی خورشیدی، مولکول‌های آب بخار شده و با میعان شدن، در ظرف‌های دو طرف آن جمع می‌شوند.

تست: چند مورد از مطالب زیر درست است؟

- (آ) دیوارهٔ یاخته‌ها در گیاهان روزنه‌های بسیار ریزی دارد که همانند یک غشای تراوا عمل می‌کند.
- (ب) هرچه آب دریا غلیظ‌تر باشد، فشار کم‌تری برای انجام اسمز معکوس نیاز است.
- (پ) اسمز معکوس روشی برای جابه‌جایی یون‌ها و درشت مولکول‌ها از غشای نیمه‌تراوا است.
- (ت) اسمز فرایندی خودبه‌خودی ولی اسمز معکوس فرایندی غیرخودبه‌خودی است.

۴ (۱) ۳ (۲) ۲ (۳) ۱ (۴)

پاسخ: (۱) نادرست؛ دیوارهٔ یاخته‌ها در گیاهان نمونه‌ای از غشای نیمه‌تراوا است. (نه تراوا)

(۲) نادرست؛ هرچه آب دریا غلیظ‌تر باشد، فشار بیش‌تری نیاز است تا فرایند اسمز معکوس انجام گیرد.

(۳) نادرست؛ به کمک اسمز معکوس نمی‌توان یون‌ها و درشت مولکول‌ها را از غشای نیمه‌تراوا عبور داد، بلکه تنها می‌توان آب را از محیط غلیظ‌تر به محیط رقیق‌تر جابه‌جا کرد.

(۴) درست؛ زیرا اسمز معکوس برخلاف فشار طبیعی آب بوده و با کمک فشار می‌توان آب را از محیط غلیظ به محیط رقیق فرستاد.

پس گزینه (۴) پاسخ تست است.

تست: کدام عبارت نادرست بیان شده است؟

- (۱) در فرایند اسمز معکوس، فشار در ستون آب خالص را افزایش می‌دهند.
- (۲) هنگامی که حیوانات و میوه‌های خشک برای مدتی درون آب قرار گیرند، متورم می‌شوند.
- (۳) اگر خیابان را در آب شور قرار دهیم، چروکیده می‌شود.
- (۴) اسمز به مفهوم عبور مولکول‌های آب از محلول رقیق به محلول غلیظ است.

پاسخ: در اسمز معکوس با وارد کردن فشار بر روی محلول غلیظ برخلاف عمل اسمز، مولکول‌های آب از محلول غلیظ و از طریق غشای نیمه‌تراوا به محلول رقیق وارد شده و آب تقریباً خالص در طرف دیگر جمع می‌شود. بنابراین گزینه (۱) پاسخ تست است.



کیهان زادگاه الفبای هستی

فصل ۱

۱۷۷

قسمت اول: چگونگی تشکیل عناصرها

شناخت کیهان و پیدایش عناصرها

۱. چرا کره زمین از جنس سنگ اما مشتری از جنس گاز متراکم شده است؟
 - ۱) چون فراوانی عنصرهای سنگین در مشتری بیش تر از فراوانی این عناصرها در زمین است.
 - ۲) چون عنصرهای فراوان تشکیل دهنده سیاره مشتری بیش تر حالت گازی دارند.
 - ۳) چون فراوانی گازهای هیدروژن و هلیوم در مشتری کم تر از کره زمین است.
 - ۴) چون کره زمین نسبت به مشتری به خورشید نزدیک تر است.
۲. چند مورد از جمله های زیر درست است؟

(آ) در شناسنامه فیزیکی و شیمیایی یک سیاره نوع عنصرهای سازنده سیاره مشخص می شود.

(ب) ستاره ها پس از مرگ، عنصرهای تشکیل دهنده خود را در فضا پراکنده می کنند.

(پ) عناصرها به صورت همگون در جهان هستی توزیع شده اند.

(ت) در روند تشکیل عناصرها، عنصرهای سبک مانند هلیوم، لیتیم، آلومینیم و ... به عنصرهای سنگین تر مانند اکسیژن و نیتروژن تبدیل می شوند.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)
۳. کدام یک از عبارات های داده شده جمله زیر را به درستی تکمیل می کنند؟

«وویجرهای ۱ و ۲ مأموریت داشتند تا با گذر از کنار سیاره های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون شناسنامه ای حاوی اطلاعاتی مانند را تهیه و ارسال کنند.»

(آ) نوع عنصرهای سازنده سیاره

(ب) دما و فشار هسته سیاره

۱ (۱)، (ب) و (پ) ۲ (۱)، (ب) و (ت) ۳ (ب)، (پ) و (ت) ۴ (۱) و (ت)
۴. از عبارات های زیر، چند مورد درست است؟

(آ) ستاره ها کارخانه ساخت عناصرها هستند.

(ب) ترکیب و درصد عنصرهای سیاره مشتری شبیه سیاره زمین است.

(پ) واکنش های هسته ای درون ستاره ها در شرایط ویژه و در دماهای بسیار بالا انجام می شوند.

(ت) در تمام واکنش های هسته ای، ذره های زیراتمی و هسته ها به هم جوش خورده و عنصرهای سنگین تر تشکیل می شوند.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)
۵. تاکنون عنصر شناخته شده است که از این میان تعداد عنصر از آن ها در طبیعت یافت شده است. (به ترتیب از راست به چپ)

۱) ۱۱۸ - ۲۶ ۲) ۱۱۸ - ۹۲ ۳) ۱۲۰ - ۲۶ ۴) ۱۲۰ - ۹۲
۶. کدام ایزوتوپ هیدروژن در آغاز کیهان، قبل از سایر ایزوتوپ ها تشکیل شده است؟

۱) ${}^1_1\text{H}$ ۲) ${}^2_1\text{H}$ ۳) ${}^3_1\text{H}$ ۴) ${}^4_1\text{H}$
۷. از عبارات های زیر چند مورد درست هستند؟

(آ) اختر شیمی به مطالعه مولکول های موجود در فضا های بین ستاره ای می پردازد.

(ب) پس از مهپانگ، آهن زود تر از اکسیژن پدید آمد.

(پ) دمای سطح خورشید به 6000°C و دمای مرکز آن به 10^7°C می رسد.

(ت) سحابی بومرنگ، سرد ترین مکان شناخته شده در جهان هستی با دمای -273°C است.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)



کدام گزینه عبارت زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟

«..... سیارهٔ زمین از سیارهٔ مشتری..... است.»

- ۱) شعاع - بیش‌تر (۲) درصد فراوانی He - کم‌تر (۳) میانگین دمای - کم‌تر (۴) درصد فراوانی عنصرهای گازی - بیش‌تر
و هر ستاره تعیین می‌کند که چه عنصرهایی باید در آن ستاره ساخته شود. هر چه یک ستاره بیش‌تر باشد، شرایط تشکیل عنصرهای در آن فراهم می‌شود.

- ۱) دما - اندازه - دمای - سنگین‌تر
۲) سرعت - دما - اندازه - سنگین‌تر
۳) سرعت - شعاع - دمای - سبک‌تر
۴) سرعت - دما - سرعت - سبک‌تر

چند مورد، از جمله‌های زیر نادرست می‌باشند؟

- آ) یکی از پرسش‌های مهمی که شیمی‌دان‌ها در پی یافتن پاسخ آن هستند، چگونگی پیدایش عنصرهاست.
ب) مطالعهٔ کیهان به ویژه سامانهٔ خورشیدی برای پاسخ به پرسش چگونگی پیدایش عنصرها، کمک شایانی می‌کند.
پ) سیلیسیم و کلسیم از جمله عنصرهای مشترک موجود در دو سیارهٔ زمین و مشتری می‌باشند.
ت) هر چه دمای ستاره بیش‌تر باشد، شرایط تجزیهٔ عنصرهای سنگین‌تر بیش‌تر فراهم می‌شود.
ث) پس از انفجار مهیب، با گذشت زمان و کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیوم تولید شده، متراکم شده و سحابی‌ها به وجود آمدند.

- ۱) ۴ (۲) ۳ (۳) ۲ (۴) ۱

با در نظر گرفتن شکل رویه‌رو، کدام عبارت زیر نادرست است؟

- ۱) علاوه بر عنصرهای مرفقی شده در شکل رویه‌رو، عنصرهای دیگری نیز در زمین وجود دارد.
۲) علت گازی بودن سیاره‌هایی هم‌چون مشتری، دور بودن آن‌ها از خورشید است.
۳) بزرگ‌ترین سیارهٔ منظومهٔ شمسی دارای هیچ عنصر فلزی در میان پنج عنصر فراوان آن نیست.
۴) اغلب عنصرهای فراوان سیارهٔ زمین در دمای اتاق، به حالت جامد هستند.



هم‌چون‌ی هسته‌ها

با توجه به روند تشکیل عنصرها در ستارگان، از به هم پیوستن حداقل چند اتم فراوان‌ترین ایزوتوپ هلیوم، یک اتم ایزوتوپ ^{24}Mg می‌تواند به‌وجود آید؟ (از تبادل انرژی و تغییرات جرم صرف‌نظر شود.)

- ۱) ۴ (۲) ۶ (۳) ۸ (۴) ۱۲

کدام عبارت درست است؟

- ۱) در واکنش‌های هسته‌ای همانند واکنش‌های شیمیایی، جرم مواد واکنش‌دهنده با جرم مواد فراورده برابر است.
۲) در واکنش‌های هسته‌ای، یقیناً کاهش یا افزایش جرم در هسته رخ می‌دهد.
۳) واکنش‌های هسته‌ای را با دقت فراوان می‌توان در آزمایشگاه انجام داد.
۴) واکنش‌های هسته‌ای با کاهش جرم اتمی عنصرها و آزاد شدن انرژی هنگفت همراه هستند.

کدام یک از قسمت‌های نمایش داده شده در شکل زیر نادرست است؟

- ۱) (۱)، (۲)
۲) (۲)، (۳)
۳) (۲)، (۴)
۴) (۳)، (۴)



رابطهٔ اینشتین

اگر در تبدیل هسته‌ای $^{16}\text{O} \rightarrow ^8\text{H} + ^8\text{H}$ ، افت جرم به اندازهٔ $1/4 \times 10^{-4}\text{g}$ اتفاق بیفتد، با تولید گاز اکسیژن در یک ستاره، به

تقریب چند کیلوژول انرژی آزاد می‌شود؟ ($1\text{g} = 1\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

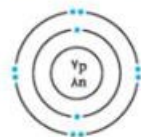
- ۱) $1/24 \times 10^{-4}$ (۲) $1/24 \times 10^{-3}$ (۳) $1/24 \times 10^{-2}$ (۴) $1/24 \times 10^{-1}$

۱۶. اگر انرژی لازم برای ذوب کردن ۳۰۰۰ کیلوگرم آهن، از طریق واکنش هسته‌ای تبدیل هیدروژن به هلیوم تأمین شود، جهت تأمین گرمای مورد نیاز، چند گرم ماده بایستی به انرژی تبدیل گردد؟ (فرض کنید برای ذوب شدن یک گرم آهن، ۲۴۷ ژول انرژی نیاز است.)
 (۱) $82/3 \times 10^{-7}$ (۲) $82/3 \times 10^{-5}$ (۳) $28/3 \times 10^{-7}$ (۴) $28/3 \times 10^{-5}$
۱۷. جرم هسته یکی از ایزوتوپ‌های اورانیوم ($^{235}_{92}\text{U}$) برابر 235.043929 kg است. مقدار انرژی آزادشده بر اثر تشکیل این هسته از ذره‌های بنیادی اولیه، تقریباً چند ژول است؟ (جرم پروتون و نوترون به ترتیب برابر $1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ و $1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ است.)
 (۱) $6/3 \times 10^{-12}$ (۲) $6/3 \times 10^{-9}$ (۳) $3/6 \times 10^{-9}$ (۴) $3/6 \times 10^{-12}$
۱۸. انرژی حاصل از انفجار ۲۰ تن TNT را تقریباً از تبدیل چند گرم ماده پرتوزا به انرژی می‌توان تولید کرد؟ (انرژی آزادشده از انفجار TNT برابر $2/76 \text{ kJ.g}^{-1}$ است.)
 (۱) $0/0613$ (۲) $0/0613$ (۳) $0/0613$ (۴) $0/0006$

قسمت دوم: عناصرها و ایزوتوپ‌ها

نماد شیمیایی عناصرها

۱۹. عدد جرمی عنصری ۹۵ است. اگر در این عنصر $A = 2Z + 5$ باشد، عدد اتمی و تعداد نوترون‌های آن به ترتیب از راست به چپ کدام است؟
 (۱) ۵۵ - ۴۰ (۲) ۴۵ - ۵۰ (۳) ۵۰ - ۴۵ (۴) ۴۰ - ۵۵
۲۰. تفاوت تعداد الکترون و نوترون در کدام یون بیش‌تر است؟
 (۱) $^{40}_{20}\text{Ca}^{2+}$ (۲) $^{35}_{17}\text{Cl}^{-}$ (۳) $^{80}_{35}\text{Br}^{-}$ (۴) $^{64}_{29}\text{Cu}^{2+}$
۲۱. عدد جرمی X^{2+} برابر ۴۲ است. اگر تفاوت تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها در این یون برابر ۶ باشد، عدد اتمی این یون کدام است؟
 (۱) ۱۹ (۲) ۲۱ (۳) ۲۳ (۴) ۴۰
۲۲. با توجه به جدول روبه‌رو، کدام عبارت درست است؟
 (۱) X برابر ۱۲ است.
 (۲) Z برابر ۳۴ است.
 (۳) B و C ایزوتوپ هستند.
 (۴) Y برابر ۲۹ است.
۲۳. شکل روبه‌رو، ساختار کدام ذره زیر را نشان می‌دهد؟
 (۱) $^{14}_7\text{N}$ (۲) $^{14}_7\text{N}^{2+}$ (۳) $^{16}_8\text{O}$ (۴) $^{16}_8\text{O}^{2-}$



ایزوتوپ‌ها

۲۴. هیدروژن در طبیعت دارای ایزوتوپ است که جرم سنگین‌ترین ایزوتوپ آن برابر جرم سبک‌ترین آن‌ها است.
 (۱) ۲ - ۲ (۲) ۳ - ۳ (۳) ۲ - ۲ (۴) ۱ - ۲
۲۵. هیدروژن در طبیعت به ترتیب از راست به چپ دارای چند ایزوتوپ پایدار و چند ایزوتوپ ناپایدار است؟
 (۱) ۲ - ۱ (۲) ۱ - ۲ (۳) ۳ - ۲ (۴) ۲ - ۲
۲۶. در صورت تولید، کدام ایزوتوپ هیدروژن از همه ناپایدارتر است؟
 (۱) ^1_1H (۲) ^2_1H (۳) ^3_1H (۴) ^4_1H
۲۷. ایزوتوپ‌های یک عنصر به ترتیب، فراوانی و پایداری دارند.
 (۱) یکسان - یکسان (۲) یکسان - متفاوت (۳) متفاوت - متفاوت (۴) متفاوت - یکسان
۲۸. نسبت شمار نوترون به شمار پروتون در سنگین‌ترین ایزوتوپ طبیعی عنصر هیدروژن، کدام است؟
 (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۷
۲۹. با توجه به شکل روبه‌رو، درصد فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر لیتمیم کدام است؟
 (۱) ۱۰ (۲) ۲۰ (۳) ۹۰ (۴) ۸۰



۳۰. کدام دو اتم، ایزوتوپ یکدیگرند؟
 $^{13}_6\text{C} - ^{12}_6\text{C}$ (۲) $^{13}_6\text{C} - ^{12}_5\text{B}$ (۱)
 ایزوتوپ‌های متیزیم در کدام مورد با یکدیگر اختلاف دارند؟
 (۱) نقطه ذوب (۲) تعداد پروتون
 در اثر افزودن یک پروتون و یک الکترون به اتم سدیم ($^{23}_{11}\text{Na}$)
 (۱) ایزوتوپ از $^{23}_{11}\text{Mg}$ تشکیل می‌شود. (۲) یون Na^+ حاصل می‌شود. (۳) یون $^{23}_{12}\text{Mg}^+$ به وجود می‌آید. (۴) ایزوتوپ از سدیم تشکیل می‌شود.
 ایزوتوپ‌های اتم هیدروژن، دارای یکسان، اما متفاوت و خواص شیمیایی هستند.
 (۱) عدد اتمی - عدد جرمی - متفاوت (۲) عدد جرمی - عدد اتمی - یکسان
 (۳) تعداد پروتون‌های - تعداد نوترون‌های - متفاوت (۴) تعداد الکترون‌های - تعداد نوترون‌های - یکسان
 با توجه به شکل روبه‌رو، در میان ایزوتوپ‌های متیزیم با عدد اتمی، ایزوتوپ دارای بیش‌ترین درصد فراوانی بوده و سنگین‌ترین ایزوتوپ متیزیم تعداد نوترون در هسته خود دارد.



- (ب) درصد فراوانی آن‌ها در طبیعت زیاد است.
 (ت) در کشاورزی و تولید سوخت هسته‌ای کاربرد دارند.
 (ج) ماندگاری بالایی در طبیعت دارند.
 (ح) در اثر پرتوزایی به عنصرهای سنگین‌تر تبدیل می‌شوند.
 (۱) (ا)، (ت) و (ج) (۲) (پ)، (ا)، (ب) و (ج) (۳) (ا)، (ب) و (ج) (۴) (ت) و (ج)

رادیوایزوتوپ‌ها

۳۵. کدام عبارت‌ها در مورد رادیوایزوتوپ‌ها درست‌اند؟
 (آ) واکنش‌پذیری شیمیایی بالایی دارند.
 (ب) نیم‌عمر آن‌ها بسیار پایین است.
 (ث) عنصرهایی پایدار هستند.
 (ج) خاصیت پرتوزایی دارند.
 (۱) (ا)، (ت) و (ج) (۲) (پ)، (ا)، (ب) و (ث) (۳) (ا)، (ب) و (ج) (۴) (ت) و (ج)
 چند مورد از عبارت‌های زیر نادرست است؟
 (آ) رادیوایزوتوپ‌ها را می‌توان در درمان تومورهای سرطانی به کار برد.
 (ب) دفع زباله‌های هسته‌ای از جمله مشکلات استفاده از صنایع هسته‌ای به شمار می‌رود.
 (پ) رادون به طور پیوسته از طریق واکنش‌های هسته‌ای در کره زمین تولید می‌شود.
 (ت) گاز رادون موجود در هواگره خطری برای تندرستی ماست.
 (۱) صفر (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۳
 ۳۷. نیم‌عمر اتم‌های ^3H حدود ۱۲/۳۲ سال است. حدود چند سال طول می‌کشد تا ۸۷/۵ درصد از اتم‌های ^3H تجزیه شوند؟
 (۱) ۱۲/۳۲ (۲) ۲۴/۶۴ (۳) ۳۶/۹۶ (۴) ۴۸/۱۲۸
 ۳۸. اگر نیم‌عمر ایزوتوپ ^3H برابر ۱۲ سال باشد، چند سال طول می‌کشد تا حدود ۹۷٪ آن به اتم‌های دیگر تبدیل شود؟
 (۱) ۲۴ (۲) ۳۶ (۳) ۴۸ (۴) ۶۰
 ۳۹. ۱۶ گرم تکنسیم در اختیار بوده است. اگر بعد از ۳۶ ساعت فقط ۲۵۰ میلی‌گرم آن باقی مانده باشد، نیم‌عمر آن کدام است؟
 (۱) ۴ ساعت (۲) ۶ ساعت (۳) ۸ ساعت (۴) ۱۲ ساعت
 ۴۰. جهت تشخیص توده‌های سرطانی در غده تیروئید یک بیمار، مقدار ۸ میلی‌گرم از اتم‌های پرتوزای تکنسیم تزریق شده است. چنان‌چه ۲۴ ساعت پس از تزریق این رادیودارو فقط مقدار ۰/۵ میلی‌گرم از اتم‌های تکنسیم باقی مانده باشد، نیم‌عمر تکنسیم چند ساعت است؟
 (۱) ۴ (۲) ۶ (۳) ۸ (۴) ۱۰

عنصرهای ساخت بشر

۴۱. در یک نمونه مخلوط طبیعی شامل تعداد ۱۰۰۰۰ اتم اورانیوم، تقریباً چند اتم از نوع اورانیوم - ۲۳۵ وجود دارد؟
 (۱) ۰/۷ (۲) ۷ (۳) ۷۰ (۴) ۷۰۰
 ۴۲. چند مورد از کاربرد مواد، درست بیان شده است؟
 (آ) تکنسیم: تصویربرداری غده تیروئید
 (ب) آهن - ۵۹: تصویربرداری دستگاه گردش خون
 (ث) کربن - ۱۴: تعیین قدمت اشیاء قدیمی
 (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۵

(کودک خارج از کشور ۹۸)

۴۳. چند مورد از مطالب زیر، درباره ^{99}Tc درست‌اند؟

- در تصویربرداری از غده تیروئید، کاربرد دارد.
- نخستین عنصری است که در واکنشگاه هسته‌ای ساخته شد.
- اندازه یون آن درست به اندازه یون یدید است و در تیروئید جذب می‌شود.
- زمان ماندگاری آن اندک است و نمی‌توان مقدار زیادی از آن را تولید و انبار کرد.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۴۴. کدام عبارت نادرست است؟

- (۱) غنی‌سازی ایزوتوپی یکی از مراحل چرخه تولید انرژی هسته‌ای است.
- (۲) دفع پسماند راکتورهای هسته‌ای یکی از مهم‌ترین چالش‌های صنایع هسته‌ای است.
- (۳) فرولانی رادیوایزوتوپ‌های اورانیوم در مخلوط طبیعی آن کم‌تر از ۰/۷ درصد است.
- (۴) گاز رادون به‌طور پیوسته در لایه‌های زیرین زمین از طریق واکنش‌های هسته‌ای تولید می‌شود.

۴۵. اگر مقداری رادیوایزوتوپ ^{59}Fe و ^{99}Tc وارد بدن فرد شود، تصویربرداری در کدام اندام‌های بدن به‌ترتیب واضح‌تر خواهد بود؟

- (۱) گردش خون - تیروئید (۲) تیروئید - گردش خون (۳) گردش خون - روده‌ها (۴) دست‌ها - تیروئید

۴۶. چند مورد از عبارتهای زیر، درست‌اند؟

- (آ) تشابه خواص شیمیایی یون حاوی تکنسیم با یون یدید (I^-) دلیل استفاده تکنسیم در تصویربرداری از غده تیروئید است.
- (ب) پسماند راکتورهای اتمی خاصیت پرتوزایی نداشته و خطرناک نیستند.
- (پ) هم گلوکز معمولی و هم گلوکز نشان‌دار در یاخته‌های سرطانی تجمع می‌کنند.
- (ت) به‌طور تقریبی حدود ۲۲ درصد از عنصرهای شناخته‌شده، ساخته دست بشر هستند.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۴۷. پاسخ پرسش‌های (آ) و (ب) در کدام گزینه قرار دارد؟

(آ) دلیل استفاده از عنصر تکنسیم در تصویربرداری از غده تیروئید چیست؟

- (ب) تعداد نوترون‌های شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزایی که اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به‌کار می‌رود، کدام است؟
- (۱) پرتوزا بودن - ۱۴۶
- (۲) تشابه اندازه یون حاوی آن با یون یدید و پرتوزا بودن - ۱۴۳
- (۳) طیف نشری خطی آن - ۱۴۳
- (۴) تشابه اندازه یون حاوی آن با یون یدید - ۱۴۶

۴۸. چند مورد از عبارتهای داده‌شده عبارت «غنی‌سازی ایزوتوپی» را به درستی کامل می‌کنند؟

(آ) فراپندگی است که مقدار یک ایزوتوپ را در مخلوط ایزوتوپ‌های آن افزایش می‌دهد.

(ب) یکی از مراحل مهم چرخه تولید سوخت هسته‌ای است.

(پ) تنها در ده کشور هسته‌ای جهان از جمله کشور ایران انجام می‌شود.

(ت) بخشی از انرژی الکتریکی مورد نیاز کشور ما را تأمین کرده است.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۴۹. کدام گزینه عبارتهای (آ) تا (پ) را به‌ترتیب به درستی کامل می‌کند؟

(آ) دفع پسماند راکتورهای اتمی به علت از جمله چالش‌های صنایع هسته‌ای به‌شمار می‌آید.

(ب) نخستین عنصر ساخت بشر در ساخته شده است.

(پ) اغلب افرادی که به دچار می‌شوند، مقدار قابل توجهی مواد پرتوزا از دود سیگار و قلیان دریافت کرده‌اند.

(ت) پرتوزایی - واکنشگاه هسته‌ای - سرطان ریه

(۱) پرتوزایی - واکنشگاه شیمیایی - سرطان ریه

(۲) پرتوزایی - واکنشگاه هسته‌ای - سرطان ریه

(۳) خطرناک بودن - واکنشگاه هسته‌ای - سرطان خون

(۴) خطرناک بودن - واکنشگاه هسته‌ای - سرطان تیروئید

قسمت سوم: طبقه‌بندی عناصر

جدول دوره‌ای عناصر

۵۰. از عبارتهای زیر چند مورد درست است؟

- (آ) طبقه‌بندی عناصر، می‌تواند اطلاعات ارزشمندی در مورد ویژگی‌های عناصرها در اختیار ما قرار دهد.
- (ب) به کمک جدول تناوبی می‌توان تعداد ذره‌های زیراتمی یک عنصر را تعیین کرد.
- (پ) جدول تناوبی امروزی برحسب افزایش جرم اتمی سازماندهی شده است.
- (ت) لاتانتیدها از عنصر شماره ۵۸ تا ۷۲ خانه‌های جدول تناوبی را اشغال کرده‌اند.
- (ث) برای اندازه‌گیری جرم اتم‌ها، دانشمندان از دستگاهی به نام طیف‌بین استفاده می‌کنند.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۵۱. کدام مجموعه از عنصرهای زیر، خواص شیمیایی مشابه هم دارند؟
 (۱) سدیم - منیزیم - کلسیم (۲) سدیم - پتاسیم - آلومینیم (۳) آلومینیم - کلسیم - منیزیم (۴) منیزیم - کلسیم - باریم
۵۲. کدام عبارت یا عبارتها درست است؟
 (ا) عدد اتمی اولین عنصر و آخرین عنصر دوره پنجم، به ترتیب ۳۷ و ۵۴ است.
 (ب) در دوره چهارم جدول دورهای، فقط دو عنصر با نماد شیمیایی تک حرفی وجود دارد.
 (پ) خواص فیزیکی و شیمیایی ${}_{27}^{63}\text{Co}$ و ${}_{27}^{59}\text{Co}$ شبیه هم است.
 (ت) عدد اتمی عنصر واقع در دوره ۵ از گروه ۸ جدول دورهای برابر ۴۲ است.
۵۳. آ - ا - ب (۱) آ - ب - ت (۲) پ - ت (۳) آ - ب - ت (۴) پ - ت
 سبکترین و سنگین‌ترین گاز نجیب موجود در طبیعت، به ترتیب کدام‌اند؟
 (۱) هلیوم - آرگون (۲) رادون - کریپتون (۳) هلیوم - رادون (۴) آرگون - نئون
۵۴. کدام گزینه پاسخ درست دو پرسش زیر است؟
 (آ) مبنای تنظیم جدول دورهای عنصرها کدام مورد است؟ (ب) آخرین عنصر جدول تناوبی کدام است؟
 (۱) عدد اتمی - لوگتسون (۲) عدد جرمی - لوگتسون (۳) تعداد نوترون‌ها - نوپلیم (۴) جرم اتمی - نوپلیم
۵۵. خواص و رفتار شیمیایی یک عنصر توسط کدام مورد زیر مشخص می‌شود؟
 (۱) تعداد نوترون‌ها (۲) تعداد پروتون‌ها (۳) تعداد ایزوتوپ‌ها (۴) جرم اتمی
۵۶. کدام ویژگی روند تکرار خواص دورهای عنصرها را بهتر نشان می‌دهد؟
 (۱) جرم اتمی (۲) عدد جرمی (۳) عدد اتمی (۴) حجم اتم‌ها
۵۷. در جدول دورهای عنصرها، تعداد تناوب و تعداد گروه وجود دارد که بیش‌ترین تعداد عنصر گازی در گروه و کم‌ترین تعداد عنصر در تناوب وجود دارد.
 (۱) ۷ - ۱۸ - ۱۸ - ۷ (۲) ۷ - ۱۸ - ۱۸ - ۷ (۳) ۷ - ۱۸ - ۱۸ - ۷ (۴) ۷ - ۱۸ - ۱۸ - ۷
۵۸. کم‌ترین و بیش‌ترین تعداد عنصرها به ترتیب در کدام تناوب‌ها قرار گرفته‌اند؟
 (۱) دوم - ششم (۲) اول - ششم (۳) دوم - هفتم (۴) اول - پنجم
۵۹. تعداد عنصرها در کدام دو تناوب مثل هم است؟
 (۱) اول - دوم (۲) سوم - چهارم (۳) ششم - هفتم (۴) پنجم - ششم
۶۰. در دوره سوم جدول دورهای، شمار عنصرهای فلز و نافلز به ترتیب از راست به چپ، کدام است؟ (با صرف‌نظر از گازهای نجیب)
 (۱) ۴، ۳ (۲) ۳، ۴ (۳) ۴، ۴ (۴) ۳، ۴
۶۱. موقعیت یک عنصر در جدول تناوبی کدام ویژگی آن عنصر را به طور دقیق مشخص نمی‌کند؟
 (۱) جرم اتمی میانگین (۲) عدد اتمی (۳) تعداد الکترون‌ها (۴) تعداد پروتون‌ها
۶۲. خواص شیمیایی عنصرهای X و Y به ترتیب، به خواص شیمیایی کدام عنصر، نزدیک‌تر است؟
 (۱) ${}_{17}^{35}\text{Cl}$ - ${}_{17}^{37}\text{Cl}$ (۲) ${}_{10}^{20}\text{Ne}$ - ${}_{10}^{22}\text{Ne}$ (۳) ${}_{17}^{35}\text{Cl}$ - ${}_{17}^{37}\text{Cl}$ (۴) ${}_{10}^{20}\text{Ne}$ - ${}_{10}^{22}\text{Ne}$
۶۳. کدام عنصر در جدول تناوبی با نیکل (${}_{28}\text{Ni}$) هم‌گروه است؟
 (۱) ${}_{27}\text{Co}$ (۲) ${}_{29}\text{Cu}$ (۳) ${}_{48}\text{Cd}$ (۴) ${}_{56}\text{Ba}$
۶۴. در میان چهار عنصر ${}_{11}\text{Na}$ ، ${}_{12}\text{Mg}$ ، ${}_{19}\text{K}$ ، ${}_{20}\text{Ca}$ کدام دو عنصر به ترتیب در یک دوره و کدام دو عنصر در یک گروه جدول تناوبی جای دارند؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید).
 (۱) $\text{D}_2\text{O} - \text{D}_2\text{O}$ (۲) $\text{D}_2\text{O} - \text{X}_2\text{O}$ (۳) $\text{D}_2\text{O} - \text{Y}_2\text{O}$ (۴) $\text{Y}_2\text{O} - \text{D}_2\text{O}$
۶۵. با توجه به جدول دورهای عنصرها کدام مطلب نادرست است؟
 (۱) برخلاف هر گروه، عنصرهایی که در یک دوره از جدول جای دارند، خواص شیمیایی آن‌ها متفاوت است.
 (۲) عنصرهای گروه ۱۸ همگی گازی و عنصرهای گروه ۱۴ همگی جامدند.
 (۳) مجموع عنصرهای دوره‌های اول، دوم، سوم و چهارم بیش‌تر از تعداد عنصرهای دوره ششم است.
 (۴) متدلیف به وجود روند تناوبی میان عنصرها پی برد که متفاوت با شیوه‌ای که امروز می‌شناسیم، است.
۶۶. در چند مورد از موارد زیر، نماد شیمیایی عنصر به درستی نشان داده نشده است؟
 • کلسیم: Ca • منگنز: Mg • فسفر: F • گوگرد: S • کبالت: CO • برم: Br
 (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۵
۶۷. تفاوت عدد اتمی دو عنصر واقع در گروه‌های ۲ و ۱۳ از دوره سوم و چهارم به ترتیب از راست به چپ کدام است؟
 (۱) ۱ - ۱ (۲) ۱ - ۱ (۳) ۱۱ - ۱ (۴) ۱۰ - ۲

۶۸. در دوره ششم جدول تناوبی، مابین گروه‌های دوم و سیزدهم چند عضو قرار دارد؟

۳۲ (۴)	۲۸ (۳)	۲۴ (۲)	۱۸ (۱)
A	C	X	
		D	
B			E

۶۹. با توجه به شکل روبه‌رو که بخشی از جدول دوره‌ای عناصرها را نشان می‌دهد، کدام مطالب نادرست هستند؟

- (آ) عنصر A به گروه دوم و تناوب دوم جدول دوره‌ای تعلق دارد.
 (ب) عنصر B دارای خواص مشابه عنصر E است.
 (پ) اختلاف عدد اتمی عنصر C با D برابر با ۱۲ است.
 (ت) عنصر B دارای ۲۳ پروتون است.
 (ث) اگر عنصر D یون پایدار D^{2-} تولید کند، عنصر X نیز یون پایدار X^{2-} تولید می‌کند.
 (۱) و (ب) (۲) (۱) و (ب) (۳) (ب) و (پ) (۴) (ت) و (ث)

جرم اتمی عناصرها

۷۰. جرم اتمی هر عنصر، برابر است با:

- (۱) جرم یک اتم از آن
 (۲) جرم 6.02×10^{23} اتم از آن
 (۳) نسبت جرم اتم به جرم واحد amu
 (۴) نسبت جرم اتم به $1/1836$ برابر جرم اتم کربن-۱۲

۷۱. کدام عبارت درست است؟

- (۱) جرم مولی کربن-۱۲ برابر است با ۱۲ amu
 (۲) جرم یک پروتون برابر است با ۱ amu
 (۳) جرم یک الکترون برابر است با ۱ amu

(۴) جرم یک پروتون برابر است با ۱ amu

(۵) جرم اتم هیدروژن برابر است با 1.66×10^{-24} g

به ترتیب از راست به چپ، یک amu تقریباً برابر است با

گرم و ۱ مول برابر است با ذره.

(۱) 6.02×10^{23} (۲) 1.66×10^{-24} (۳) 6.02×10^{23} (۴) 1.66×10^{-24}

۷۲. ایزوتوپ‌های یک عنصر از نظر و با هم تفاوت دارند.

- (۱) جرم اتمی - عدد اتمی (۲) جرم اتمی - فراوانی
 (۳) تعداد نوترون‌ها - تعداد الکترون‌ها (۴) تعداد پروتون‌ها - پایداری

۷۳. در کدام گزینه، نماد ذره‌ای زیراتمی به درستی نشان داده شده است؟

- (۱) 1_1p (۲) 1_1n (۳) 1_0e (۴) 1_0p

۷۴. اگر جرم الکترون با تقریب، برابر $\frac{1}{1836}$ جرم هریک از ذره‌های پروتون و نوترون فرض شود، نسبت جرم الکترون‌ها در اتم A_ZX به جرم این اتم، به کدام کسر نزدیک‌تر است؟

- (۱) $\frac{1}{1000}$ (۲) $\frac{1}{2000}$ (۳) $\frac{1}{4000}$ (۴) $\frac{1}{5000}$

۷۵. چند مورد از مطالب زیر، درست‌اند؟

(آ) جرم اتم‌ها را با سنجهای اندازه می‌گیرند که جرم آن با جرم ایزوتوپ کربن - ۱۲ برابر است.

(ب) جرم ۱ amu برابر با حدود 1.66×10^{-24} جرم ایزوتوپ کربن - ۱۲ است.

(پ) در مقیاس amu جرم اتم کربن - ۱۲ دقیقاً برابر با ۱۲ amu است.

(ت) تنها به پروتون و نوترون ذره‌های بنیادی اتم گفته می‌شود.

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۷۶. اگر برای اندازه‌گیری جرم اتمی به جای واحد کربن - ۱۲ از اتم اکسیژن - ۱۶ به عنوان واحد استفاده کنیم و مقیاس جرم اتمی را $\frac{1}{16}$ جرم ایزوتوپ اکسیژن - ۱۶ فرض کنیم، جرم اتمی روی در مقیاس اکسیژن - ۱۶ (جرم اتمی اکسیژن - ۱۶ در نظر بگیریم) به ترتیب ۱۵۰/۹۹ و ۶۵/۳۹ در نظر بگیریم.

- (۱) ۶۵/۳۹ (۲) ۶۵/۲۱ (۳) ۶۵/۴۵ (۴) ۶۵/۵۸

۷۷. اگر جرم پروتون ۱۸۴۰ برابر جرم الکترون، جرم نوترون ۱۸۵۰ برابر جرم الکترون و جرم الکترون برابر 9.11×10^{-31} kg در نظر گرفته شود، جرم تقریبی یک اتم تریتیم برابر چند گرم خواهد بود؟ ($1 \text{ amu} = 1.66 \times 10^{-24}$ g)

- (۱) 4.96×10^{-24} (۲) 9.11×10^{-24} (۳) 4.74×10^{-24} (۴) 9.11×10^{-24}

محاسبه جرم اتمی میانگین

۷۸. جرم اتمی میانگین کالر ۳۵/۵ amu است که از دو ایزوتوپ و تشکیل شده است.

- (۱) ${}^{35}\text{Cl}$ درصد ۲۵ - ${}^{37}\text{Cl}$ درصد ۷۵ (۲) ${}^{35}\text{Cl}$ درصد ۲۵ - ${}^{37}\text{Cl}$ درصد ۷۵

- (۳) ${}^{35}\text{Cl}$ درصد ۲۵ - ${}^{37}\text{Cl}$ درصد ۷۵ (۴) ${}^{35}\text{Cl}$ درصد ۲۵ - ${}^{37}\text{Cl}$ درصد ۷۵

۸۰. عنصری دارای دو ایزوتوپ به جرم‌های اتمی ۱۲۳ و ۱۲۱ برابر یکای جرم اتمی است. در صورتی که ۵۷ درصد آن را ایزوتوپ سبک‌تر تشکیل داده باشد، جرم اتمی تقریبی این عنصر برحسب amu کدام است؟

۱) ۱۲۰/۳ (۱) ۲) ۱۲۱/۹ (۲) ۳) ۱۲۲/۰ (۳) ۴) ۱۲۲/۲ (۴)

۸۱. نمودار مقابل، فراوانی ایزوتوپ‌های آهن با جرم‌های اتمی ۵۵ و ۵۹ را نشان می‌دهد. جرم اتمی متوسط آهن کدام است؟

۱) ۵۵/۸ (۱) ۲) ۵۶/۴ (۲) ۳) ۵۷ (۳) ۴) ۵۸/۲ (۴)

۸۲. با توجه به این‌که هیدروژن سه ایزوتوپ (^1H ، ^2H و ^3H) در طبیعت دارد، در یک نمونه طبیعی از گاز هیدروژن (H_2)، چند نوع مولکول H_2 می‌تواند وجود داشته باشد؟

- ۱) ۶ (۱) ۲) ۹ (۲) ۳) ۱۲ (۳) ۴) ۱۸ (۴)
۸۳. با توجه به وجود سه ایزوتوپ هیدروژن در طبیعت (^1H ، ^2H و ^3H) و وجود دو ایزوتوپ کلر در طبیعت (^{35}Cl و ^{37}Cl)، در مجموع چند نوع مولکول HCl در طبیعت می‌تواند وجود داشته باشد؟

۱) ۳ (۱) ۲) ۶ (۲) ۳) ۹ (۳) ۴) ۱۲ (۴)

۸۴. براساس شکل مقابل که فراوانی نسبی اتم‌های عنصر فرضی X را در حالت طبیعی نشان می‌دهد، جرم اتمی میانگین X برحسب amu کدام است؟

۱) ۱/۴ (۱) ۲) ۲/۸ (۲) ۳) ۲/۵ (۳) ۴) ۲/۶ (۴)

۸۵. اتم فرضی A دارای سه ایزوتوپ به جرم‌های اتمی ۲۱.۲۰ و ۲۲ برحسب amu است. اگر جرم اتمی میانگین آن 21.4amu و فراوانی سبک‌ترین ایزوتوپ آن نصف فراوانی ایزوتوپ دوم آن باشد، فراوانی سنگین‌ترین ایزوتوپ A چند درصد است؟

- ۱) ۲۵ (۱) ۲) ۴۰ (۲) ۳) ۵۵ (۳) ۴) ۷۰ (۴)
۸۶. عنصر فرضی X دارای دو ایزوتوپ سبک و سنگین با جرم‌های اتمی 14amu و 16amu و جرم اتمی میانگین 14.4amu است. نسبت شمار اتم‌های ایزوتوپ سنگین به سبک، در آن کدام است؟

- ۱) $\frac{1}{8}$ (۱) ۲) $\frac{1}{9}$ (۲) ۳) $\frac{1}{10}$ (۳) ۴) $\frac{1}{11}$ (۴)
۸۷. عنصر فرضی از دو ایزوتوپ ^AX و ^{26}A تشکیل شده است. اگر جرم اتمی میانگین 24.8 برابر با 24.4amu باشد، با توجه به شکل زیر کدام عبارت نادرست است؟

- ۱) ایزوتوپ سنگین‌تر، از پایداری بیشتری برخوردار است.
۲) فراوانی ایزوتوپ ^AX برابر ۸۰ درصد است.
۳) ایزوتوپ سبک‌تر دارای ۱۲ نوترون در هسته خود است.
۴) در طبیعت به ازای هر ۴ اتم سبک‌تر، یک اتم سنگین‌تر یافت می‌شود.
۸۸. عنصر فرضی X دارای دو ایزوتوپ با جرم اتمی 27amu و 29amu است که در شکل زیر باید به ترتیب با دایره‌های سفید و سیاه رنگ نشان داده شوند. اگر جرم اتمی میانگین این عنصر برابر 26.7amu باشد، چند دایره در شکل زیر باید سیاه رنگ باشد تا فراوانی ایزوتوپ‌ها را به درستی نشان دهد؟

۱) ۱۶ (۱) ۲) ۱۹ (۲) ۳) ۲۲ (۳) ۴) ۲۷ (۴)

۸۹. عنصر X با جرم اتمی میانگین 36.8amu ، دارای سه ایزوتوپ طبیعی است که یکی از آن‌ها دارای ۲۰ نوترون با فراوانی ۲۰٪ و دیگری دارای ۱۸ نوترون با فراوانی ۷۰٪ است. تعداد نوترون‌های ایزوتوپ دیگر کدام است؟

- ۱) ۲۱ (۱) ۲) ۲۲ (۲) ۳) ۲۳ (۳) ۴) ۲۴ (۴)
۹۰. فرض کنید عنصر A دارای دو ایزوتوپ است. اگر فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر برابر ۲۰٪ باشد و تفاوت جرم اتمی دو ایزوتوپ $1/25\text{amu}$ باشد، جرم اتمی میانگین عنصر A برابر خواهد بود با:

- ۱) یک واحد کم‌تر از جرم ایزوتوپ سنگین‌تر
۲) نیم واحد بیش‌تر از جرم ایزوتوپ سبک‌تر
۳) $\frac{1}{4}$ واحد کم‌تر از جرم ایزوتوپ سنگین‌تر
۴) $\frac{3}{4}$ واحد بیش‌تر از جرم ایزوتوپ سبک‌تر

ایزوتوپ	^{25}A	^{27}A	^{35}X	^{37}X
درصد فراوانی	۱۰	۹۰	۲۰	۸۰

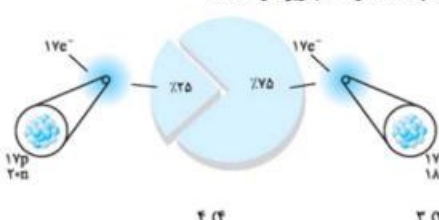
۹۱. با توجه به داده‌های جدول روبه‌رو، جرم مولکولی ترکیب A_pX_q ، چند amu است؟ (عدد جرمی را برابر جرم اتمی یا یکای amu در نظر بگیرید.)

- (۱) $213/6$ (۲) $203/4$ (۳) $198/5$ (۴) $188/7$

۹۲. عنصر A دارای سه ایزوتوپ ^{24}A ، ^{26}A ، ^{28}A است. اگر درصد فراوانی سبک‌ترین ایزوتوپ آن ۲۰٪ و جرم اتمی میانگین A برابر $26/4\text{amu}$ باشد، درصد فراوانی دو ایزوتوپ دیگر به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟ (عدد جرمی را به تقریب معادل جرم یک مول از هر ایزوتوپ در نظر بگیرید.)

- (۱) $60 - 20$ (۲) $40 - 40$ (۳) $30 - 50$ (۴) $20 - 60$

۹۳. با توجه به شکل روبه‌رو که ایزوتوپ‌های کالر در طبیعت را نشان می‌دهد، چه تعداد از مطالب زیر، درست‌اند؟



- (۱) ایزوتوپ دارای ۲۰ نوترون، پایداری بیش‌تری در طبیعت دارد.
(ب) در یک نمونه طبیعی از کالر، به ازای هر یک اتم ^{37}Cl تعداد سه اتم ^{35}Cl وجود دارد.
(پ) جرم اتمی میانگین کالر، تقریباً $1/5\text{amu}$ کم‌تر از جرم اتمی ایزوتوپ با فراوانی کم‌تر است.
(ت) تفاوت جرم اتمی دو ایزوتوپ کالر در حدود $2/22 \times 10^{-27}\text{kg}$ است. ($1\text{amu} = 1/66 \times 10^{-27}\text{g}$)

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۹۴. کالر دارای دو ایزوتوپ با جرم اتمی 35amu و 37amu و کربن دارای دو ایزوتوپ با جرم اتمی 12amu و 13amu است. تفاوت جرم مولکولی سبک‌ترین و سنگین‌ترین مولکول CCl_4 چند amu است؟

- (۱) ۶ (۲) ۷ (۳) ۸ (۴) ۹

۹۵. در طبیعت به ازای هر اتم ^{56}Fe ، چهار اتم ^{55}Fe وجود دارد. جرم اتمی متوسط آهن چند است؟

- (۱) ۵۶ (۲) ۵۷ (۳) ۵۵/۸ (۴) ۵۸/۲

۹۶. نقره دارای دو ایزوتوپ با جرم‌های اتمی $106/9$ و $108/9$ است. اگر فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر آن برابر با ۵۲ درصد باشد، جرم اتمی متوسط نقره کدام است؟

- (۱) $107/84$ (۲) $107/86$ (۳) $107/88$ (۴) $107/89$

مول و شمارش ذره‌ها

۹۷. کدام مطلب نادرست است؟

- (۱) یک مول به مجموعه‌ای شامل $6/02 \times 10^{23}$ ذره گفته می‌شود.
(۲) جرم مولی مواد را برحسب گرم بر مول بیان می‌کنند.
(۳) در $5/5$ گرم از اتم‌های هیدروژن تعداد $3/01 \times 10^{23}$ اتم هیدروژن وجود دارد. ($H = 1\text{g.mol}^{-1}$)
(۴) جرم یک مول از هر ماده را جرم مولی آن ماده می‌گویند.

۹۸. چند مورد از مطالب زیر، درست است؟

- (۱) عدد آووگادرو را با N_A نشان می‌دهند.
(ب) جرم یک مول ذره برحسب amu را جرم مولی می‌گویند.
(پ) دانشمندان جرم اتم‌ها را با استفاده از طیف‌سنج جرمی با دقت زیاد اندازه می‌گیرند.
(ت) گرم، رایج‌ترین یکای اندازه‌گیری جرم در آزمایشگاه است.

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۹۹. در $0/28$ گرم فلز آهن، چند اتم از این فلز وجود دارد؟ ($\text{Fe} = 56\text{g.mol}^{-1}$)

- (۱) $3/01 \times 10^{23}$ (۲) $12/04 \times 10^{23}$ (۳) $3/01 \times 10^{23}$ (۴) $6/02 \times 10^{23}$

۱۰۰. 2mol مس معادل چند گرم مس است؟ ($\text{Cu} = 64\text{g.mol}^{-1}$)

- (۱) $3/5$ (۲) $3/5 \times 64$ (۳) $3/5 \times 6/02 \times 10^{23}$ (۴) $3/5 \times 64$

۱۰۱. در چند گرم فلز آلومینیم، $1/024 \times 10^{23}$ اتم Al وجود دارد؟ ($\text{Al} = 27\text{g.mol}^{-1}$)

- (۱) ۲۷ (۲) ۱۷ (۳) ۰/۲۷ (۴) ۴/۵۹

۱۰۲. تعداد اتم‌های هیدروژن موجود در $0/2\text{mol}$ متان (CH_4) برابر است با:

- (۱) $9/63 \times 10^{23}$ (۲) $9/63 \times 10^{22}$ (۳) $6/93 \times 10^{21}$ (۴) $6/93 \times 10^{23}$

۱۰۳. اگر جرم اتم هلیوم (${}^4\text{He}$) برابر با 6.644×10^{-27} g باشد، در ۴ گرم هلیوم چند اتم هلیوم وجود دارد؟
 (۱) 6.02×10^{23} (۲) 6.02×10^{22} (۳) 6.02×10^{24} (۴) 6.02×10^{20}
۱۰۴. در ۶ گرم اتان خالص (C_2H_6)، چند مول اتم‌های هیدروژن (H) وجود دارد؟ ($1 \text{ mol C}_2\text{H}_6 = 30 \text{ g}$)
 (۱) ۰/۲ (۲) ۰/۵ (۳) ۱ (۴) ۱/۲
۱۰۵. در 3.01×10^{22} مولکول آمونیاک (NH_3) چند مول اتم هیدروژن وجود دارد؟
 (۱) ۰/۱۵ (۲) ۰/۵ (۳) ۱/۵ (۴) ۲
۱۰۶. شمار مولکول‌های موجود در ۴/۴ g کربن دی‌اکسید (CO_2) برابر با شمار مولکول‌های موجود در چند گرم آب است؟ ($\text{O} = 16, \text{C} = 12, \text{H} = 1; \text{amu}$)
 (۱) ۲ (۲) ۱/۶ (۳) ۱/۸ (۴) ۰/۹
۱۰۷. تعداد 1.1204×10^{24} اتم نئون، چند گرم جرم دارد؟ ($1 \text{ mol Ne} = 20/18 \text{ g}$)
 (۱) ۱۰/۹ (۲) ۴۰/۳۶ (۳) ۴۰/۳۶ (۴) ۱۰/۹
۱۰۸. ۰/۰۰۱ مول از مولکول‌های اکسیژن تقریباً چند amu جرم دارند؟ ($\text{O} = 16 \text{ amu}$)
 (۱) 1.92×10^{23} (۲) 1.92×10^{22} (۳) 9.6×10^{22} (۴) 9.6×10^{23}
۱۰۹. چند مورد از عبارات‌های زیر درست است؟ ($\text{H} = 1, \text{C} = 12, \text{O} = 16, \text{S} = 32; \text{g.mol}^{-1}$)
 (ا) ۲/۵ مول کربن، شامل ۳۰ g کربن است.
 (ب) ۰/۰۱ مول H_2SO_4 ۹/۸ گرم جرم دارد.
 (پ) جرم یک اتم اکسیژن حدود 2.66×10^{-27} گرم است. ($1 \text{ amu} = 1.66 \times 10^{-27}$ g)
 (ت) ۳/۲ گرم گوگرد دارای 6.02×10^{23} اتم گوگرد است.
 (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴
۱۱۰. تعداد اتم‌های موجود در ۰/۴ g هلیوم با تعداد اتم‌های موجود در چند گرم کربن برابر است؟ ($\text{C} = 12, \text{He} = 4; \text{g.mol}^{-1}$)
 (۱) ۱۲ (۲) ۰/۶ (۳) ۰/۱۲ (۴) ۱/۲
۱۱۱. گرم آب شامل چند مولکول آب است؟ ($1 \text{ mol H}_2\text{O} = 18 \text{ g}$)
 (۱) 3.01×10^{23} (۲) 3.01×10^{24} (۳) 6.02×10^{23} (۴) 6.02×10^{22}
۱۱۲. ۰/۰۰۲ مول یون آلومینیم (Al^{3+}) دارای چند الکترون است؟
 (۱) 6.02×10^{23} (۲) 6.02×10^{21} (۳) 1.2×10^{22} (۴) 1.2×10^{21}
۱۱۳. بنزویک اسید با فرمول شیمیایی $\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_2$ از جمله اسیدهای آلی است که در تشنگ پالت می‌شود. از این ماده به عنوان محافظ مواد غذایی و ضد اکسایش در نوشابه‌ها، سس‌ها و آب میوه‌ها استفاده می‌شود. جرم یک مول بنزویک اسید کدام است؟ ($\text{H} = 1, \text{C} = 12, \text{O} = 16; \text{g.mol}^{-1}$)
 (۱) ۱۱۲ (۲) ۱۲۲ (۳) ۱۳۲ (۴) ۱۳۶
۱۱۴. جرم مولی آسپرین ($\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$) برابر گرم بر مول و در ۰/۰۰۵ مول از آن میلی‌گرم آسپرین وجود دارد.
 (۱) $168 - 90$ (۲) $168 - 900$ (۳) $180 - 90$ (۴) $180 - 900$
۱۱۵. مدل فضاپرکن مولکول کربن دی‌اکسید به صورت شکل روبه‌رو است. کدام گزینه به ترتیب پاسخ دو سؤال زیر را در بر دارد؟
 (ا) جرم مولی کربن دی‌اکسید چند گرم بر مول است؟
 (ب) جرم یک مول مولکول کربن دی‌اکسید برحسب amu کدام است؟
 (۱) $44/01 - 26/49 \times 10^{23}$ (۲) $44/01 - 44/01$ (۳) $26/49 \times 10^{23} - 26/49 \times 10^{24}$ (۴) $44/01 - 26/49 \times 10^{23}$



قسمت چهارم: نور و شناسایی عنصرها

نور، کلید شناخت جهان

۱۱۶. کدام عبارت نادرست است؟

- ۱) دمای خورشید را می‌توان توسط دماسنج‌های بسیار مقاوم به حرارت، اندازه‌گیری کرد.
 - ۲) به کمک نور می‌توان دمای شعله‌های بسیار داغ و ستارگان را اندازه‌گیری کرد.
 - ۳) نوری که از یک ستاره یا سیاره به ما می‌رسد، نشان می‌دهد که آن ستاره یا سیاره از چه ساخته شده و چه دمایی دارد.
 - ۴) دانشمندان با استفاده از طیف‌سنج می‌توانند از پرتوهای گسیل‌شده از مواد گوناگون اطلاعات ارزشمندی درباره آن‌ها به دست آورند.
۱۱۷. کدام عبارت درست است؟
- ۱) نور فاقد خاصیت موجی است.
 - ۲) نور کلید قفل صندوقچه رازهای جهان است.
 - ۳) رنگین‌کمان حاصل از نور خورشید دارای ۷ ملول موج از رنگ‌های اصلی است.
 - ۴) نور خورشید با عبور از منشور تجزیه شده و گستره گستره‌ای از رنگ‌ها ایجاد می‌کند.

۱۱۸. چند مورد از عبارتهای زیر درست است؟

- (آ) برای تعیین دمای شعله‌های بسیار داغ مثل خورشید و شناسایی اجزای سازنده آن می‌توان از نور استفاده کرد.
 (ب) بلندترین طول موج در طیف الکترومغناطیسی مربوط به امواج کیهانی و سپس مربوط به امواج گاما است.
 (پ) تجربه نشان داده است که تمام نمک‌ها، شعله رنگی دارند و سبب تغییر رنگ شعله می‌شوند.
 (ت) انرژی الکترون با فاصله آن از هسته، رابطه مستقیم دارد.
 (ث) الکترون به هر شیوه‌ای که انرژی کافی دریافت کند و برانگیخته شود، معمولاً از طریق نشر نور می‌تواند به حالت پایه برگردد.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۱۱۹. کدام مقایسه در مورد انرژی امواج زیر درست است؟

- (۱) مرئی > گاما > ایکس > فرابنفش
 (۲) ریزموج‌ها > رادیویی > فروسرخ > مرئی
 (۳) به گونه‌ای از انرژی که به صورت بسته‌های انرژی مبادله می‌شود، می‌گویند.
 (۴) فروسرخ > رادیویی > رادار > ریزموج‌ها

(۱) انرژی کوانتومی (۲) نشر نور (۳) طیف نشری (۴) موج

۱۲۱. کدام عبارت نادرست است؟

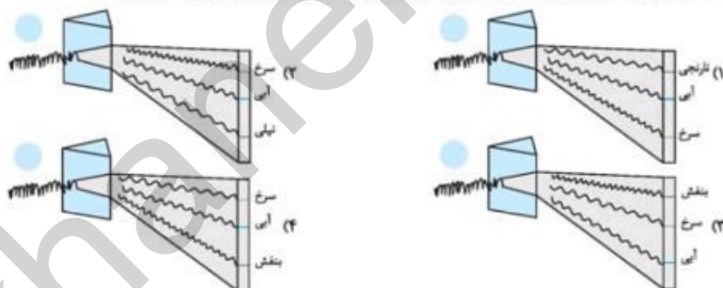
- (۱) نور مرئی جزئی از طیف الکترومغناطیسی است.
 (۲) پرتوهای فرابنفش طول موج بلندتری نسبت به نور مرئی دارند.
 (۳) پرتوهای گاما نسبت به امواج رادیویی طول موج کوتاه‌تری دارند.
 (۴) نوری که ما را قادر به دیدن اشیاء می‌کند، طول موجی بین ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر دارد.

۱۲۲. از عبارتهای زیر، کدام موارد درست هستند؟

- (آ) نور سفید خورشید با عبور از قطره‌های آب موجود در هوا، تجزیه شده و طیف گسترده‌ای از رنگ‌ها را ایجاد می‌کند.
 (ب) گستره رنگی در رنگین‌کمان، شامل بی‌نهایت طول موج از رنگ‌های گوناگون است.
 (پ) در طیف رنگی حاصل از تجزیه نور خورشید، رنگ قرمز کم‌ترین شکست را دارد.
 (ت) میزان انرژی نور زرد از نور سبز و نارنجی بیش‌تر است.

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

۱۲۳. کدام طیف زیر، گستره‌ای از رنگ‌های حاصل از عبور نور خورشید از منشور را به درستی نشان می‌دهد؟



۱۲۴. نور سفید خورشید شامل دو بخش مرئی و نامرئی است که بخش آن دارای طول موج‌هایی در گستره تا نانومتر است و در گستره نامرئی آن قرار دارد.

- (۱) نامرئی - بیش‌تر از ۴۰۰ - کم‌تر از ۷۰۰ - پرتوهای فروسرخ
 (۲) نامرئی - ۴۰۰ - ۷۰۰ - پرتوهای فروسرخ
 (۳) مرئی - کم‌تر از ۴۰۰ - بیش‌تر از ۷۰۰ - امواج فرابنفش
 (۴) مرئی - ۴۰۰ - ۷۰۰ - پرتوهای فرابنفش

۱۲۵. چند مورد از عبارتهای زیر درست است؟

- (آ) با هیچ روشی نمی‌توان پرتوهای نامرئی طیف الکترومغناطیسی را به طور مستقیم مشاهده کرد.
 (ب) به کمک رنگ شعله‌های مختلف می‌توان آن‌ها را از نظر میزان دمای شعله با هم مقایسه کرد.
 (پ) به کمک دماسنج فروسرخ بدون تماس با اشیاء داغ می‌توان دمای آن‌ها را مشخص کرد.
 (ت) چشم انسان فقط می‌تواند گستره محدودی از نور را ببیند.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

نشر نور و طیف نشری

۱۲۶. کدام مورد برای تهیه طیف نشری خطی یک عنصر کاربرد ندارد؟

- (۱) نور نشرشده از عنصر (۲) منشور (۳) فیلم عکاسی یا نمایشگر (۴) دستگاه طیف‌سنج جرمی

۱۲۷. تشخیص و شناسایی کدام دو عنصر از همدیگر، به کمک تغییر رنگ شعله آسان‌تر است؟ (رنگ شعله کلسیم قرمز آجری است.)

۱) سدیم و کلسیم ۲) لیتیم و کلسیم ۳) لیتیم و مس ۴) نئون و لیتیم

۱۲۸. رنگ شعله نمک سولفات کدام فلزها درست بیان نشده است؟

۱) سدیم: زرد ۲) مس: سبز ۳) لیتیم: نارنجی ۴) نئون و لیتیم: آبی
۱) (۱) و (۲) ۲) (۲) و (۳) ۳) (۳) و (۴) ۴) (۱) و (۴)

۱۲۹. چند مورد از عبارات‌های زیر، درست هستند؟

(آ) در طیف نشری خطی اتم هیدروژن در ناحیه مرئی با افزایش طول موج، فاصله خطوط طیفی از هم بیش‌تر می‌شود.
(ب) در یک اتم برانگیخته، طول موج نور حاصل از بازگشت الکترون از لایه ۵ به لایه ۲ کم‌تر از طول موج نور حاصل از بازگشت الکترون از لایه ۳ به لایه ۲ است.

(پ) طیف نشری خطی هر فلز، همانند اثر انگشت برای انسان، خاص همان فلز است.

(ت) مقایسه انرژی امواج الکترومغناطیسی به صورت پرتو ایکس < پرتو بنفش < ریزموج می‌باشد.

(ث) تعداد خط‌های به دست آمده از طیف نشری خطی هیدروژن در ناحیه مرئی، کم‌تر از طیف نشری خطی لیتیم در این ناحیه است.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۱ ۴) صفر

۱۳۰. چند مورد از عبارات‌های زیر درست است؟

(آ) نور زرد لامپ‌های روشن‌کننده بزرگراه‌ها و خیابان‌ها به دلیل وجود بخار سدیم در آن‌هاست.

(ب) از لامپ نئون در ساخت تابلوهای تبلیغاتی برای ایجاد نوشته‌های سرخ فام استفاده می‌شود.

(پ) تمام نمک‌ها دارای شعله‌های رنگی هستند.

(ت) بخش فلزی نمک‌ها عامل اصلی تغییر رنگ شعله است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۳۱. چند مورد از عبارات‌های زیر در مورد نشر نور درست است؟

(آ) به فرایندی که در آن یک ماده شیمیایی با نشر انرژی، از خود پرتوهای الکترومغناطیسی گسیل می‌دارد، نشر نور گفته می‌شود.

(ب) اگر نور نشر شده از اتم‌های گازی یک عنصر را از منشور عبور دهیم، الگوی با نوارهای رنگی پدید می‌آید که به آن طیف نشری خطی آن عنصر گفته می‌شود.

(پ) در طیف نشری خطی لیتیم همانند طیف نشری خطی هیدروژن ۴ نوار رنگی مشاهده می‌شود.

(ت) چهار نوار رنگی در طیف نشری خطی لیتیم عبارتند از: قرمز، سبز، آبی و بنفش

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

(پانصد و هشتاد و چهار)

۱۳۲. کدام مطلب نادرست است؟

۱) نمک‌های مس مانند مس (II) سولفات، اگر در شعله قرار گیرند، رنگ شعله به سبزی می‌گراید.

۲) تمام خط‌های طیف نشری عناصر در ناحیه مرئی قرار دارند.

۳) رنگ شعله تمامی نمک‌های لیتیم قرمز رنگ است.

۴) بررسی طیف نشری خطی یک نمونه، می‌تواند به شناسایی فلزهای موجود در آن کمک کند.

۱۳۳. طیف نشری خطی مقابل از یک عنصر تهیه شده است.



با بررسی طیف‌های نشان داده شده در گزینه‌های زیر مشخص کنید که طیف نشری بالا به کدام عنصر تعلق دارد؟



۱) لیتیم

۲) هلیوم

۳) هیدروژن

۴) نئون

۱۳۴. همه عبارات‌های زیر درست هستند به جز

(آ) می‌توان گلت دمای سطحی ستاره‌های آبی‌رنگ از دمای سطحی ستاره‌های سرخ‌رنگ بالاتر است.

(ب) تمام خط‌های طیف نشری تمام عناصر در گستره مرئی قرار دارند.

(پ) عنصر هلیوم برای اولین بار با مشاهده طیف نشری خطی آن در یک خورشیدگرفتگی کشف شد.

(ت) طیف نشری خطی برای شناسایی عناصرهای فلزی و نافلزی استفاده می‌شود.

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

(ریاضی خارج از کشور ۹۸)

۴) هیدروژن

(ریاضی خارج از کشور ۹۷)

۱۳۵. طیف نشری - خطی کدام اتم در ناحیه مرئی، از خطوط بیش‌تری تشکیل شده است؟

۱) هلیوم ۲) لیتیم ۳) نئون ۴) هیدروژن

۱۳۶. کدام مطلب نادرست است؟

- ۱) نمک‌های مس، مانند مس (II) سولفات، اگر در شعله قرار گیرند، رنگ آبی شعله به سبزی می‌گراید.
- ۲) خط‌های طیف نشری همه عناصرها در ناحیه مرئی قرار دارند.
- ۳) نور نشرشده در لامپ نئون، شبیه نور نشرشده از شعله نمک‌های لیتیم است.
- ۴) بررسی طیف نشری خطی یک نمونه، می‌تواند به شناسایی فلزهای موجود در آن کمک کند.

کشف ساختار اتم

۱۳۷. براساس مدل اتمی بور، الکترون می‌تواند با گرفتن مقدار معینی انرژی، از حالت به حالت (لایه یا انرژی) انتقال یابد.

۱) پایه - برانگیخته - کم‌تر ۲) برانگیخته - پایه - بیش‌تر ۳) پایه - برانگیخته - بیش‌تر ۴) برانگیخته - پایه - کم‌تر

۱۳۸. کدام عبارت نادرست است؟

- ۱) انرژی الکترون با فاصله آن از هسته رابطه مستقیم دارد.
- ۲) الکترون در حالت پایه، پایدار و در حالت برانگیخته، ناپایدار است.
- ۳) الکترون فقط می‌تواند با انرژی مشخص و معین پیرامون هسته گردش کند.
- ۴) با دادن مقدار دلخواه انرژی به الکترون، می‌توان آن را از حالت پایه به حالت برانگیخته منتقل کرد.

۱۳۹. انرژی اضافی الکترون در حالت برانگیخته، برابر کدام مورد است؟

- ۱) گرمای آزادشده به هنگام انجام واکنش
- ۲) طول موج نور انتشاریافته
- ۳) تفاوت انرژی میان حالت پایه و برانگیخته
- ۴) تفاوت انرژی بین امواج الکترومغناطیسی

۱۴۰. پایداری لایه الکترونی در اتم می‌باشد.

۱) آخرین لایه الکترونی ۲) نزدیک‌ترین لایه به هسته ۳) دورترین لایه از هسته ۴) شامل n^2 الکترون

۱۴۱. از عبارات‌های زیر چند مورد درست است؟

- ا) مدل اتمی بور با موفقیت توانست طیف نشری خطی اتم‌های هیدروژن و هلیوم را توجیه کند.
- ب) هر نوار رنگی در طیف نشری خطی یک اتم، نور با طول موج و انرژی معین را نشان می‌دهد.
- پ) لایه‌های الکترونی اتم‌ها را از درون به بیرون با عدد کوانتومی اصلی (n) شماره‌گذاری می‌کنند.
- ت) مدل اتمی بور با این‌که عمر زیادی نداشت اما گام بسیار مهمی برای بهبود نگرش دانشمندان نسبت به ساختار اتم بود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۴۲. براساس مدل اتمی بور، الکترون در اتم هیدروژن، در مسیرهای دایره‌ای معینی به دور هسته گردش می‌کند. این الکترون در لایه ممکن (.....) لایه نسبت به هسته قرار دارد که به حالت موسوم است.

(ریاضی خارج از کشور ۸۵)

- ۱) پایین‌ترین - نزدیک‌ترین - پایه
- ۲) پایین‌ترین - دورترین - پایه
- ۳) بالاترین - نزدیک‌ترین - برانگیخته
- ۴) بالاترین - دورترین - برانگیخته

۱۴۳. چند عبارت در مورد تصویر مقابل نادرست است؟

- ا) شکل، مدل کوانتومی یا ساختار لایه‌ای اتم را نشان می‌دهد.
- ب) در ساختار لایه‌ای اتم، هر بخش پررنگ، مهم‌ترین بخش از یک لایه الکترونی را نشان می‌دهد.
- پ) اعداد مربوط به n در شکل، بیانگر عدد کوانتومی اصلی هر لایه هستند.
- ت) هر چه n کوچک‌تر باشد، انرژی الکترون‌های مربوط به آن بیش‌تر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۴۴. عدد کوانتومی اصلی چه اطلاعاتی به ما نمی‌دهد؟

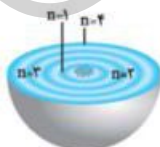
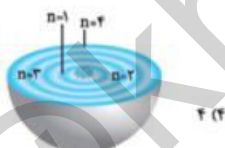
- ا) شماره لایه اصلی الکترونی
- ب) سطح انرژی نسبی هر لایه الکترونی اصلی
- ت) تعداد پروتون‌های اتم
- ث) $1 - n$

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۴۵. چه تعداد از عبارات‌های زیر در رابطه با شکل روبه‌رو درست است؟

- ا) ساختار لایه‌ای اتم را نشان می‌دهد که به کمک آن می‌توان فقط طیف نشری خطی هیدروژن را توجیه کرد.
- ب) هسته اتم در فضای بسیار کوچک و در مرکز آن جای دارد و احتمال حضور الکترون در آن صفر است.
- پ) الکترون‌ها در هر لایه‌ای که باشند در همه نقاط پیرامون هسته حضور دارند.
- ت) احتمال حضور الکترون در بخش‌های پررنگ هر لایه بیش‌تر از دیگر نقاط اتم است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴



۱۴۶. پیرامون هسته اتم‌های شناخته شده تاکنون، تعداد لایه الکترونی اصلی مشاهده شده است. این لایه‌ها از به سمت از تا شماره‌گذاری شده‌اند.

(۱) ۷ - بیرون - درون - ۱ - ۷ (۲) ۷ - بیرون - درون - ۱ - ۷ (۳) ۸ - بیرون - درون - ۱ - ۸ (۴) ۸ - بیرون - درون - ۱ - ۸



(۱)

(۲)

۱۴۷. با توجه به شکل‌های (۱) و (۲) چند مورد از مطالب زیر درست است؟

(ا) در شکل داده شده مصرف انرژی در حالت (۱) به صورت کوانتومی و در حالت (۲) به صورت پیوسته است.

(ب) داد و ستد انرژی بر اثر انتقال الکترون‌ها بین لایه‌ها به حالت (۲) شباهت بیشتری دارد.

(پ) پور، انرژی الکترون در اتم هیدروژن را به صورت حالت (۲) فرض کرد.

(ت) طبق حالت (۱) الکترون در اتم، انرژی معینی دارد و نمی‌تواند هر مقدار انرژی داشته باشد.

(۱) ۴ (۲) ۳ (۳) ۲ (۴) ۱

۱۴۸. چه تعداد از عبارات‌های زیر نادرست است؟

(آ) شیوه نردبانی دریافت و یا نشر انرژی را داد و ستد کوانتومی انرژی می‌گویند.

(ب) انرژی همانند ماده در نگاه میکروسکوپی پیوسته اما در نگاه ماکروسکوپی، گسسته یا کوانتومی است.

(پ) الکترون‌ها در اتم برای جذب و یا نشر انرژی هنگام انتقال بین لایه‌ها با محدودیت مواجه هستند.

(ت) با افزایش فاصله از هسته، تفاوت انرژی بین لایه‌ها کاهش می‌یابد.

(۱) صفر (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۳

۱۴۹. با فاصله الکترون از هسته، انرژی الکترون و با فاصله لایه‌ها از هسته، اختلاف انرژی بین لایه‌ها می‌یابد.

(۱) افزایش - کاهش - افزایش - کاهش (۲) کاهش - کاهش - کاهش - افزایش

(۳) افزایش - افزایش - افزایش - کاهش (۴) کاهش - افزایش - افزایش - کاهش

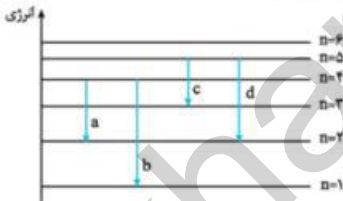
۱۵۰. کدام یک از انتقال‌های الکترون در اتم هیدروژن، موجب تولید نور مرئی با انرژی کم‌تر می‌شود؟

(۱) $n=5 \rightarrow n=2$ (۲) $n=4 \rightarrow n=2$ (۳) $n=7 \rightarrow n=2$ (۴) $n=6 \rightarrow n=1$

۱۵۱. در طیف نشری خطی هیدروژن، بیش‌ترین در ناحیه مرئی، به انتقال الکترونی از لایه به لایه مربوط می‌شود.

(۱) طول موج - $n=3$ - $n=2$ (۲) طول موج - $n=6$ - $n=2$

(۳) انرژی - $n=5$ - $n=2$ (۴) انرژی - $n=3$ - $n=1$



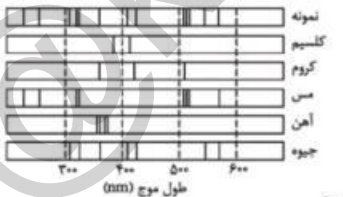
۱۵۲. در شکل روبه‌رو، چهار انتقال الکترونی در اتم‌های هیدروژن نمایش داده شده است.

نور حاصل از کدام انتقال موجب انتشار رنگ آبی می‌شود؟

(۱) a (۲) b (۳) c (۴) d

۱۵۳. کدام طول موج، انتقال الکترون از لایه پنجم به لایه دوم در اتم هیدروژن را در ناحیه مرئی نشان می‌دهد؟

(۱) ۴۱۰ (۲) ۴۳۴ (۳) ۴۸۶ (۴) ۶۵۲



۱۵۴. شکل روبه‌رو طیف نشری خطی یک قطعه سفال و چند عنصر فلزی را نشان می‌دهد. با توجه به طیف‌های داده شده مشخص کنید چه فلزهایی در این قطعه

سفال وجود دارد؟

(۱) مس و کروم (۲) مس و جیوه (۳) کلسیم و کروم (۴) کلسیم و جیوه

۱۵۵. کدام مقایسه در مورد تفاوت طول موج انتقال‌های الکترون در اتم هیدروژن درست است؟

(۱) $(n=4 \rightarrow n=2) > (n=5 \rightarrow n=2) > (n=6 \rightarrow n=2)$

(۲) $(n=3 \rightarrow n=1) > (n=4 \rightarrow n=3) > (n=6 \rightarrow n=5)$

(۳) $(n=6 \rightarrow n=2) > (n=5 \rightarrow n=2) > (n=4 \rightarrow n=2)$

(۴) $(n=3 \rightarrow n=1) > (n=6 \rightarrow n=5) > (n=2 \rightarrow n=2)$

۱۵۶. همه گزینه‌ها عبارت زیر را کامل می‌کنند، به‌جز گزینه

«پرواساس مدل کوانتومی اتم،»

- (۱) اتم‌ها دارای ساختاری لایه‌ای هستند و در هر لایه تعداد محدودی الکترون وجود دارد.
- (۲) الکترون‌ها در هر لایه، آرایش و انرژی معینی دارند و اتم از پایداری نسبی برخوردار است که به آن حالت پایه می‌گویند.
- (۳) الکترون‌های اتم با جذب انرژی به لایه‌ای بالاتر برانگیخته می‌شوند.
- (۴) الکترون‌های یک اتم فقط با جذب نور می‌توانند به لایه‌های بالاتر برانگیخته شوند.

۱۵۷. شکل روبه‌رو، در رابطه با کدام موضوع کتاب درسی مطرح شده است؟

- (۱) توجیه بخش مرئی طیف نشری خطی اتم هیدروژن
- (۲) کوانتومی بودن انرژی الکترون در اتم
- (۳) توجیه بخش نامرئی طیف نشری خطی اتم هیدروژن
- (۴) ترتیب سقوط الکترون از حالت برانگیخته به حالت پایه

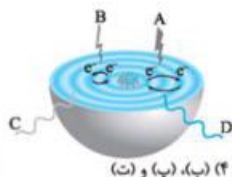
۱۵۸. اگر اتم هیدروژن دارای لایه‌های الکترونی نباشد،

- (۱) انرژی الکترون کوانتومی است.
- (۲) الکترون فقط مجاز به دریافت مقادیر معینی انرژی است.
- (۳) طیف نشری خطی اتم هیدروژن دارای خطوط بیش‌تری است.
- (۴) طیف نشری پیوسته اتم تشکیل می‌شود.

۱۵۹. کدام عبارت درست است؟

- (۱) تغییر آرایش الکترونی یک اتم در حالت پایه به انرژی معین و کافی نیازمند است.
- (۲) بازایی آرایش الکترونی یک اتم همراه با دریافت مقدار معینی انرژی است.
- (۳) آرایش الکترونی اتم در حالت پایه و در حالت برانگیخته یکسان است.
- (۴) توزیع الکترون‌ها در لایه‌های الکترونی یک اتم با انرژی الکترون ارتباطی ندارد.

۱۶۰. کدام عبارت‌های داده‌شده برای شکل زیر درست‌اند؟



- (۱) A: انرژی جذب‌شده بیش‌تر
- (۲) B: انرژی جذب‌شده کم‌تر
- (۳) C: طول موج جذب‌شده بلندتر با انرژی کم‌تر
- (۴) D: طول موج نشرشده کوتاه‌تر با انرژی بیش‌تر

۱۶۱. کدام عبارت درست است؟

- (۱) الکترون‌ها در اتم‌ها برای گرفتن یا از دست دادن انرژی هنگام انتقال بین لایه‌ها با محدودیت روبه‌رو هستند.
- (۲) مدل بور توانست طیف نشری خطی اکثر عناصر را توجیه کند.
- (۳) انرژی لایه‌های الکترونی پیرامون هسته اتم‌ها مشابه یکدیگر و مساوی هستند.
- (۴) طول موج انتقال بین لایه‌های الکترونی در یک اتم یکسان است.

۱۶۲. کدام عبارت نادرست است؟

- (۱) الکترون‌ها در اتم برای دادوستد انرژی با محدودیت مواجه هستند.
- (۲) تشکیل رنگین‌کمان شادی بر کوانتومی بودن انرژی است.
- (۳) با توجه به رنگ مشاهده‌شده در طیف نوری یک ستاره می‌توان دمای آن ستاره را اندازه گرفت.
- (۴) به کمک دوربین یک موبایل می‌توان برخی از پرتوهای نامرئی را مشاهده کرد.

۱۶۳. لایه‌های چهارم و پنجم یک اتم به ترتیب از راست به چپ، دارای حداکثر و الکترون است.



- (۱) ۲۵ - ۱۶
- (۲) ۳۲ - ۵۰
- (۳) ۸ - ۱۶
- (۴) ۲۴ - ۳۶

۱۶۴. با توجه به شکل روبه‌رو، کدام عبارت درست است؟

- (۱) طول موج نور (۳) از نور (۱) بیش‌تر است.
- (۲) نور قرمز و (۴) نور بنفش است.
- (۳) نور (۱) انرژی بیش‌تری از نور (۲) دارد.
- (۴) علت تشکیل ۴ خط در ناحیه نامرئی اتم هیدروژن را نشان می‌دهد.

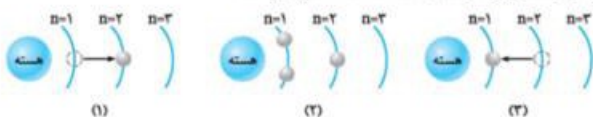
۱۶۵. کدام مورد از مطالب زیر، درست‌اند؟

- (۱) طول موج نور بنفش از طول موج نور سبز، کوتاه‌تر است.
- (۲) انرژی هر رنگ نور مرئی، با طول موج آن نسبت مستقیم دارد.
- (۳) نوارهای رنگی در طیف نشری -خطی اتم هیدروژن، ناشی از انتقال الکترون‌ها از لایه‌های بالاتر به لایه $n = 2$ است.
- (۴) هرچه فاصله میان لایه‌های انتقال الکترون در اتم برانگیخته هیدروژن بیش‌تر باشد، طول موج نور، بلندتر است.

- (۱) به پدیده ۲
- (۲) به پدیده ۳
- (۳) به پدیده ۴
- (۴) به پدیده ۱

۱۶۶. پیرامون هسته اتم لایه الکترونی مشاهده شده است و هر چه عدد کوانتومی n باشد، پایداری الکترون‌های آن است.
(۱) ۷ - بیش تر - کم تر (۲) ۷ - بیش تر - بیش تر (۳) ۶ - بیش تر - کم تر (۴) ۶ - بیش تر - بیش تر

۱۶۷. هر یک از شکل‌های ۱ تا ۳ به ترتیب از راست به چپ الکترون را در کدام حالت داده شده نشان می‌دهند؟



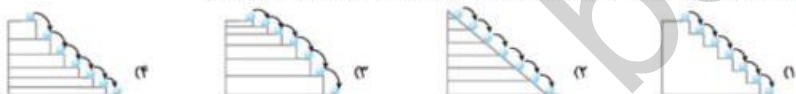
- (۱) پایه - برانگیخته - بازگشت
(۲) پایه - بازگشت - برانگیخته
(۳) برانگیخته - بازگشت - پایه
(۴) برانگیخته - پایه - بازگشت

چند مورد از عبارتهای زیر درست هستند؟

- (آ) مدل اتمی بور فقط توانست طیف نشری خطی اتم هیدروژن را در بین تمام عناصر توجیه کند.
(ب) طیف نشری خطی یون‌های He^+ و Li^{2+} توسط مدل اتمی بور توجیه می‌شوند.
(پ) انرژی الکترون از نگاه ماکروسکوپی پیوسته اما از نگاه میکروسکوپی گسسته است.
(ت) انرژی لایه‌های الکترونی پیرامون هسته هر اتم به عدد اتمی آن اتم بستگی دارد.

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۱۶۸. کدام شکل زیر برای نشان دادن بازگشت الکترون در اتم هیدروژن به حالت پایه درست‌تر است؟



۱۷۰. برای الکترون مناسب‌ترین شیوه برای انرژی الکترون‌ها در اتم برانگیخته، هنگام بازگشت به حالت پایه، با طول موج معین منتشر می‌کند.

- (۱) نشر نور - از دست دادن - نوری (۲) جذب نور - داد و ستد - نوری (۳) نشر نور - داد و ستد - گرمایی (۴) جذب نور - کسب - گرمایی

قسمت پنجم: توزیع الکترون‌ها در اتم (ارایش الکترونی)

لایه‌ها و زیرلایه‌های اتم

۱۷۱. چند مورد از عبارتهای زیر نادرست است؟

- (آ) میان تعداد عنصرهای موجود در همه دوره‌های جدول دورهای با گنجایش لایه‌های الکترونی اتم رابطه‌ای وجود ندارد.
(ب) در نزدیک‌ترین لایه الکترونی به هسته همه اتم‌ها در حالت پایه فقط دو الکترون وجود دارد.
(پ) در هر اتم هر لایه الکترونی حداکثر تعداد $4l + 2$ الکترون وجود دارد.
(ت) در هر لایه الکترونی به تعداد n تا زیرلایه وجود دارد.

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۱۷۲. گنجایش لایه‌های پنجم و ششم یک اتم، به ترتیب از راست به چپ چند الکترون است؟

- (۱) ۱۸ - ۳۲ (۲) ۲۵ - ۳۶ (۳) ۵۰ - ۷۲ (۴) ۲۲ - ۲۶

۱۷۳. تناوب‌های پنجم و ششم جدول دوره‌ای عنصرها به ترتیب از راست به چپ دارای چند عنصر است؟

- (۱) ۱۸ - ۱۸ (۲) ۲۸ - ۴۲ (۳) ۱۸ - ۳۲ (۴) ۲۲ - ۳۲

۱۷۴. در هر یک از تناوب‌های اول و سوم جدول دوره‌ای عنصرها به ترتیب از راست به چپ چند دسته عنصر وجود دارد؟

- (۱) ۱ - ۲ (۲) ۲ - ۲ (۳) ۲ - ۳ (۴) ۱ - ۳

چند مورد از عبارتهای زیر نادرست است؟

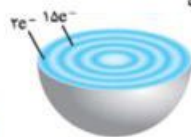
- (آ) هر لایه اصلی الکترونی از زیرلایه‌هایی تشکیل شده است که گنجایش الکترونی آن‌ها با هم متفاوت است.
(ب) تعداد زیرلایه‌های موجود در لایه‌های الکترونی یک اتم با هم برابرند.
(پ) در اتم‌های شناخته شده در حالت پایه، حداکثر چهار زیرلایه s ، p ، d و f از الکترون اشغال شده است.
(ت) گنجایش پذیرش الکترون در زیرلایه $4d$ برابر با مجموع گنجایش زیرلایه‌های $4p$ و $4s$ است.

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

چند مورد از عبارتهای زیر درست است؟

- (آ) با افزایش عدد کوانتومی اصلی، تعداد زیرلایه‌های آن لایه نیز افزایش می‌یابد.
(ب) حداکثر گنجایش زیرلایه $l = 4$ از الکترون، دو برابر زیرلایه $l = 2$ است.
(پ) در یک لایه اصلی الکترونی (n برابر)، هر چه l یک زیرلایه بزرگ‌تر باشد، سطح انرژی آن زیرلایه نیز بیش تر است.
(ت) نمادهای حرفی زیرلایه $l = 3$ و $l = 4$ به ترتیب عبارتند از f و h .

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴



۱۷۷. در کدام گزینه به ترتیب پاسخ پرسش‌های (آ) تا (پ) به درستی بیان شده است؟

(آ) حداکثر گنجایش الکترون در هر زیرلایه با چه رابطه‌ای قابل پیش‌بینی است؟

(ب) گنجایش چهارمین زیرلایه در لایه اصلی ششم چند برابر گنجایش سومین زیرلایه در لایه اصلی چهارم است؟

(پ) حداکثر تعداد الکترون‌ها در زیرلایه ۴f چند برابر ظرفیت الکترونی در ۶s است؟

$$۱) \quad ۲(۲l+1) - ۱/۴ - ۷ \quad ۲) \quad ۱/۸ - ۴l+۲ \quad ۳) \quad ۲/۵ - ۱/۸ - ۲(۲l+1) \quad ۴) \quad ۲/۵ - ۱/۴ - ۴l+۲$$

۱۷۸. عددهای کوانتومی اصلی و فرعی برای هر یک از زیرلایه‌های ۳d و ۶s به ترتیب از راست به چپ کدامند؟

$$۱) \quad ۱=۰, n=۶ - ۱=۲, n=۳ \quad ۲) \quad ۱=۱, n=۶ - ۱=۳, n=۳ \quad ۳) \quad ۱=۰, n=۶ - ۱=۲, n=۴ \quad ۴) \quad ۱=۱, n=۶ - ۱=۳, n=۴$$

۱۷۹. در کدام گزینه حداکثر گنجایش زیرلایه‌ها به ترتیب از راست به چپ برابر با ۱۸، ۱۴، ۱۰ الکترون است؟

$$۱) \quad p - d - g - f \quad ۲) \quad d - f - p - g \quad ۳) \quad p - f - d - g \quad ۴) \quad g - f - d - p$$

۱۸۰. کدام رابطه برای محاسبه تعداد الکترون‌ها درست است؟

$$۱) \quad ۲l+۴ = \text{تعداد الکترون‌های یک زیرلایه} \quad ۲) \quad ۴l+۲ = \text{تعداد الکترون‌های یک زیرلایه}$$

$$۳) \quad ۲n+۲ = \text{تعداد الکترون‌های یک لایه} \quad ۴) \quad ۲n^2+۲ = \text{تعداد الکترون‌های یک لایه}$$

۱۸۱. هر یک از زیرلایه‌های d و f به ترتیب از راست به چپ گنجایش حداکثر چند الکترون دارند؟

$$۱) \quad ۱۰ - ۶ - ۲ \quad ۲) \quad ۱۲ - ۱۰ - ۶ \quad ۳) \quad ۱۴ - ۱۰ - ۶ \quad ۴) \quad ۱۸ - ۱۴ - ۱۰$$

۱۸۲. در اتم‌های شناخته شده در حالت پایه، کدام زیرلایه الکترون نمی‌پذیرد؟

$$۱) \quad ۷s \quad ۲) \quad ۵d \quad ۳) \quad ۷p \quad ۴) \quad ۶f$$

۱۸۳. نسبت شمار الکترون‌های موجود در لایه‌های اصلی چهارم به گنجایش الکترون‌های موجود در زیرلایه ۲l = ۱ کدام است؟

$$۱) \quad ۱/۳ \quad ۲) \quad ۲/۳ \quad ۳) \quad ۳/۲ \quad ۴) \quad ۵/۳$$

۱۸۴. شکل روبه‌رو برشی فرضی از یک اتم را نشان می‌دهد. عدد اتمی این عنصر چند است و چند زیرلایه از آن به طور کامل از الکترون پر شده است؟

$$۱) \quad ۶ - ۲۷ \quad ۲) \quad ۷ - ۲۷ \quad ۳) \quad ۶ - ۲۵ \quad ۴) \quad ۷ - ۲۵$$

۱۸۵. همه عبارات‌های زیر درست هستند، به‌جز

۱) هر زیرلایه را می‌توان با نماد nl نمایش داد.

۲) عدد کوانتومی فرعی هر زیرلایه می‌تواند مقادیر ۰ تا n-1 را بپذیرد.

۳) زیرلایه‌ای با عددهای کوانتومی ۶ = n و ۲ = l می‌تواند حداکثر ده الکترون در خود جای دهد.

۴) لایه الکترونی سوم دارای زیرلایه‌های ۱ = ۲، ۱ = ۳ و ۱ = ۴ است.

اصل آفبا و آرایش الکترونی

۱۸۶. کدام گزینه ترتیب پر شدن زیرلایه یک اتم از الکترون را درست نشان نداده است؟

$$۱) \quad ۴s \rightarrow ۳p \rightarrow ۳d \quad ۲) \quad ۴s \rightarrow ۴p \rightarrow ۳d \quad ۳) \quad ۳d \rightarrow ۴p \rightarrow ۵s \quad ۴) \quad ۴p \rightarrow ۵s \rightarrow ۴d$$

۱۸۷. چند مورد از جملات زیر درست است؟

(آ) رفتار و ویژگی‌های شیمیایی هر اتم را می‌توان از روی آرایش الکترونی آن توضیح داد.

(ب) هنگام پر شدن اتم از الکترون، نخست زیرلایه ۱s و سپس زیرلایه‌های ۲s و ۲p از الکترون پُر می‌شوند.

(پ) به چگونگی توزیع الکترون‌ها در لایه‌ها و زیرلایه‌های اتم، آرایش الکترونی آن اتم گفته می‌شود.

(ت) مطابق مدل کوانتومی، برای به‌دست آوردن آرایش الکترونی اتم باید الکترون‌های اتم هر عنصر در زیرلایه‌ها با نظم و ترتیب معینی توزیع شود.

$$۱) \quad ۱ \quad ۲) \quad ۲ \quad ۳) \quad ۳ \quad ۴) \quad ۴$$

۱۸۸. همه گزینه‌ها می‌توانند جمله زیر را کامل کنند، به‌جز گزینه «مطابق قاعده آفبا:

۱) پر شدن زیرلایه‌ها از الکترون تنها به عدد کوانتومی اصلی (n) وابسته نیست.

۲) پر شدن زیرلایه‌ها از نزدیک‌ترین زیرلایه به هسته شروع می‌شود.

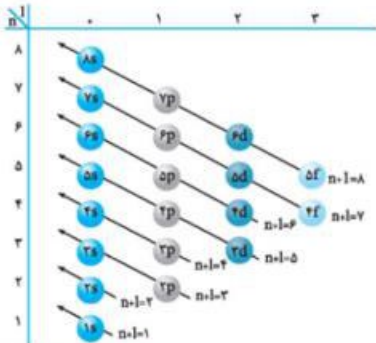
۳) انرژی زیرلایه‌ها به n و l وابسته است.

۴) نخست زیرلایه‌های نزدیک‌تر به هسته، از الکترون پُر می‌شوند که دارای انرژی بیش‌تری هستند.

۱۸۹. در صورتی که برای دو یا چند یکسان باشد، با انرژی دارد.

$$۱) \quad n+l - \text{لایه} - \text{لایه} - n \text{ کم‌تر} - \text{کم‌تری} \quad ۲) \quad n-l - \text{زیرلایه} - \text{زیرلایه} - n \text{ بزرگ‌تر} - \text{بیش‌تری}$$

$$۳) \quad n+l - \text{زیرلایه} - \text{زیرلایه} - n \text{ کم‌تر} - \text{کم‌تری} \quad ۴) \quad n-l - \text{لایه} - \text{لایه} - n \text{ بزرگ‌تر} - \text{بیش‌تری}$$



(زیاده‌تر از ۹۸٪)

۱۹۰. کدام عبارت زیر از شکل روبه‌رو برداشت نمی‌شود؟

- (۱) شکل نشان می‌دهد که انرژی هر زیرلایه فقط به $n + l$ وابسته است.
- (۲) قاعده آفبا، ترتیب پر شدن زیرلایه‌های الکترونی در اتم را نشان می‌دهد.
- (۳) انرژی زیرلایه‌های اتم به n و $n + l$ بستگی دارد.
- (۴) اگر مجموع $n + l$ برای چند زیرلایه یکسان باشد، زیرلایه با n کم‌تر، انرژی کم‌تری دارد.

۱۹۱. کدام موارد از مطالب زیر، درست‌اند؟

- (ا) سومین لایه الکترونی اتم، زیرلایه‌های $3s$ ، $3p$ و $3d$ را در بردارد.
- (ب) ترتیب پر شدن زیرلایه‌ها، تنها به عدد کوانتومی اصلی (n) وابسته است.
- (پ) در سومین دوره جدول دورهای (تناوبی)، ۱۸ عنصر جای دارند که از میان آن‌ها دو عنصر، گازی‌اند.
- (ت) در اتم عنصرهای دوره سوم جدول دورهای (تناوبی)، زیرلایه‌های $3s$ و $3p$ از الکترون پر می‌شوند.

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

۱۹۲. سطح انرژی کدام زیرلایه پایین‌تر است؟

$6d$ (۱) $7s$ (۲) $5f$ (۳) $6p$ (۴)

۱۹۳. آرایش الکترونی فشرده برای کدام اتم درست است؟

$19K: [Ar]3s^1$ (۱) $19K: [Ne]3p^5$ (۲) $19Cl: [Ne]3p^5$ (۳) $19Si: [Ne]3p^2$ (۴) $38Sr: [Kr]5s^2$ (۵)

۱۹۴. چند مورد از آرایش‌های الکترونی زیر درست‌اند؟

$19K: [Ar]3s^1$ (۱) $24Cr: [Ar]3d^5 4s^1$ (۲) $24Cr: [Ar]3d^4 4s^2$ (۳) $24Cr: [Ar]3d^5 4s^2$ (۴) $19K: [Ne]3s^1$ (۵)

۱۹۵. عدد اتمی عنصری برابر با ۳۲ است. آرایش الکترونی آخرین زیرلایه آن کدام است؟

$4s^2$ (۱) $4p^2$ (۲) $4s^1$ (۳) $4p^3$ (۴)

۱۹۶. آرایش الکترونی لایه آخر اتم کدام عنصر، مشابه آرایش الکترونی لایه ظرفیت اتم $19K$ است؟

$19K$ (۱) $20Ca$ (۲) $21Sc$ (۳) $22Ti$ (۴)

۱۹۷. در کدام عنصر، زیرلایه d نیمه‌پر است؟

$26Fe$ (۱) $27Co$ (۲) $28Ni$ (۳) $29Cu$ (۴)

۱۹۸. در کدام عنصر زیرلایه d کاملاً پر نشده است؟

$29Cu$ (۱) $30Zn$ (۲) $31Ga$ (۳) $32Ge$ (۴)

۱۹۹. بیست‌وپنجمین عنصر جدول تناوبی، دارای چند الکترون در زیرلایه $4s$ و $3d$ است؟ (به ترتیب از راست به چپ)

$2 - 5$ (۱) $2 - 6$ (۲) $3 - 2$ (۳) $5 - 2$ (۴)

۲۰۰. چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟

- (ا) قاعده آفبا آرایش الکترونی تمام عنصرها را پیش‌بینی می‌کنند.
- (ب) امروزه به کمک روش‌های طیف‌سنجی پیشرفته، آرایشی الکترونی اتم‌ها را با دقت تعیین می‌کنند.
- (پ) اتم‌های کروم و مس در بیرونی‌ترین زیرلایه خود برخلاف قاعده آفبا تنها یک الکترون دارند.
- (ت) اهمیت آرایش الکترونی فشرده در نمایش الکترون‌های ظرفیتی است.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۲۰۱. آرایش الکترونی اتمی به $4p^3$ ختم می‌شود، عدد اتمی آن کدام است؟

31 (۱) 32 (۲) 33 (۳) 34 (۴)

۲۰۲. کدام سه عنصر در زیرلایه p بالاترین لایه اشغال‌شده اتم خود، الکترونی ندارند؟

$19K, 20Ca, 21Sc$ (۱) $22Ti, 23V, 24Cr$ (۲) $25Mn, 26Fe, 27Co$ (۳) $28Ni, 29Cu, 30Zn$ (۴)

(۹۷٪)

۲.۳. کدام آرایش الکترونی را می‌توان به یک گاز نجیب نسبت داد؟

- (۱) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5$ (۲) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5 4p^1$ (۳) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5 4p^2$ (۴) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5 4p^3$

۲.۴. در چند اتم از عنصرهای تناوب چهارم جدول تناوبی، زیرلایه $3d$ کاملاً پر شده است؟

- (۱) ۲ (۲) ۸ (۳) ۱۰ (۴) ۱۲

۲.۵. آرایش الکترونی اتم X به $4p^5$ ختم می‌شود. اگر تفاوت نوترون و پروتون X برابر ۱۱ باشد، عدد جرمی X کدام است؟

- (۱) ۷۹ (۲) ۷۴ (۳) ۶۸ (۴) ۶۶

۲.۶. چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟

(آ) آرایش الکترونی فشرده کریپتون به صورت $[Ar] 4s^2 4p^6$ است.

(ب) شمار الکترون‌های با $n = 3$ در کروم (Cr ، ۲۴)، نصف شمار الکترون‌های با $n = 3$ در روی (Zn ، ۳۰) است.

(پ) تا همه زیرلایه‌های یک لایه اصلی از الکترون پر نشوند، الکترون وارد لایه اصلی بعدی نمی‌شود.

(ت) تعداد الکترون‌های موجود در لایه آخر Br ۳۵ برابر تعداد الکترون‌های بیرونی‌ترین لایه F ۹ است.

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۲.۷. چند مورد از آرایش‌های الکترونی فشرده زیر نادرست هستند؟

- (I) $_{32}Ge: [Ar] 3d^10 4s^2 4p^2$ (II) $_{42}Mo: [Kr] 4d^5 5s^1$ (III) $_{29}Cu: [Ar] 3d^10 4s^1$

- (IV) $_8O: [Ne] 3s^2 3p^2$ (V) $_{31}Ga: [Ar] 3d^10 4p^2$

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۲.۸. در اتم کدام عنصر (به ترتیب از راست به چپ)، شمار الکترون‌های زیرلایه‌های $3d$ و $4p$ برابر و در اتم کدام عنصر، شمار الکترون‌های

(زیاده از ۳۵)

زیرلایه $3d$ با شمار الکترون‌های زیرلایه $4s$ برابر است؟

- (۱) $_{22}Ti - _{26}Fe$ (۲) $_{24}Cr - _{26}Fe$ (۳) $_{25}Mn - _{24}Cr$ (۴) $_{22}Ti - _{24}Cr$

۲.۹. چند مورد از عبارت‌های زیر نادرست است؟

(آ) در اتم هیچ عنصری نمی‌توان زیرلایه‌ای با ویژگی‌های کوانتومی $n = 3$ و $l = 3$ پیدا کرد.

(ب) تعداد الکترون‌های لایه سوم عنصر Ti ۲۲ برابر تعداد الکترون‌های لایه چهارم عنصر Ge ۳۲ است.

(پ) شمار الکترون‌های با عدد کوانتومی $l = 1$ در اتم آرگون Ar ۱۸ برابر شمار الکترون‌های با $n = 2$ در اتم منیزیم (Mg ، ۱۲) است.

(ت) اتم آرسنیک (As ، ۳۳) دارای شش الکترون با عددهای کوانتومی $n = 3$ و $l = 1$ است.

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۲.۱۰. اگر اتم X فقط دارای ۲ الکترون با عددهای کوانتومی $n = 4$ و $l = 1$ باشد، کدام عبارت‌ها در مورد آن درست است؟

(آ) عدد اتمی عنصر X برابر ۴۰ است.

(ب) شمار نوترون‌های عنصر X ، ۱۱ واحد بیش‌تر از شمار پروتون‌های آن است.

(پ) عنصر X دارای ۸ الکترون با $l = 0$ است.

(ت) شمار الکترون‌های عنصر X که دارای $n = 4$ هستند، $1/25$ برابر تعداد الکترون‌های دارای $n = 2$ آن است.

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

۲.۱۱. اگر شمار الکترون‌های زیرلایه $4s$ اتم عنصر A دو برابر شمار الکترون‌های این زیرلایه در اتم عنصر B و شمار الکترون‌های زیرلایه $3d$ اتم آن

برابر نصف شمار الکترون‌های این زیرلایه در اتم B باشد، A و B به ترتیب از راست به چپ کدام دو عنصر در دوره چهارم جدول تناوبی‌اند؟

- (۱) $_{29}Cu - _{24}Cr$ (۲) $_{25}Mn - _{29}Cu$ (۳) $_{24}Cr - _{29}Zn$ (۴) $_{25}Mn - _{29}Zn$

(زیاده از ۳۵)

الکترون‌های ظرفیتی

۲.۱۲. چند مطلب از مطالب زیر درست است؟

(آ) اختلاف الکترون‌های لایه ظرفیت کبالت (Co ، ۲۷) و شمار الکترون‌های آخرین زیرلایه $4s$ (Cu ، ۲۹) برابر هشت است.

(ب) در عنصرهای گروه‌های سوم تا دوازدهم تناوب چهارم جدول دوره‌ای عناصر، لایه ظرفیت شامل زیرلایه‌های $4s$ و $3d$ است.

(پ) به کمک الکترون‌های ظرفیتی می‌توان شماره دوره و گروه هر عنصر را تعیین کرد.

(ت) برای نمایش الکترون‌های ظرفیتی، آرایش الکترونی فشرده مناسب‌تر از آرایش الکترونی گسترده است.

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۲.۱۳. آرایش الکترونی لایه ظرفیت اتم آرسنیک (As ، ۳۳) کدام است؟

- (۱) $4s^2 4p^3$ (۲) $4s^2 4p^2$ (۳) $3d^10 4p^3$ (۴) $3d^10 4s^2 4p^3$

۲.۱۴. Cu (۲۹) از دسته عنصرهای گروه است که زیرلایه اتم آن آخرین الکترون را دریافت کرده است و آرایش الکترونی لایه

ظرفیت آن به صورت است.

- (۱) $4s^2 3d^9$ (۲) $3d^9 4s^1$ (۳) $3d^9 4s^2$ (۴) $4s^2 3d^9$

۲۱۵. عنصر شماره ۳۴ در آخرین لایه الکترونی خود، چند الکترون دارد؟

- ۶ (۱) ۵ (۲) ۱۴ (۳) ۱۶ (۴)

۲۱۶. در اتم کدام عنصر تنها یکی از الکترون‌ها، در زیر لایه ۴p جای دارد؟

- ۱۳ Al (۱) ۲۱ Sc (۲) ۳۲ Ge (۳) ۳۱ Ga (۴)

۲۱۷. کروم (۲۴ Cr) از دسته عنصرهای است که زیر لایه اتم آن‌ها در حال پُر شدن است و آرایش الکترونی لایه ظرفیت اتم آن به صورت است.

(تلفظ: ۸۵)

- (۱) اصلی - ۲p - ۳s² ۴p² (۲) اصلی - ۲p - ۳s² ۴p³ (۳) واسطه - ۳d - ۳s² ۴s² (۴) واسطه - ۳d - ۳s¹ ۴s¹

۲۱۸. نسبت شمار الکترون‌های لایه الکترونی سوم در اتم Mn به شمار الکترون‌های لایه ظرفیت اتم ۱۷ Cl کدام است؟

- ۱۳/۷ (۱) ۱۲/۷ (۲) ۷/۵ (۳) ۷/۴ (۴)

۲۱۹. اگر عنصر E از گروه ۱۵ با عنصر G که عدد اتمی آن برابر ۳۴ است، هم‌دوره باشد، عدد اتمی عنصر E کدام است و در بیرونی‌ترین زیر لایه الکترونی آن، چند الکترون وجود دارد؟

(تلفظ: ۹۰)

- (۱) ۳۵ - ۳ (۲) ۳۳ - ۳ (۳) ۳۳ - ۵ (۴) ۳۵ - ۵

۲۲۰. در اتم‌های عنصر تکنسیم (۷۳ Tc) به ترتیب چند زیر لایه دارای الکترون است و چند الکترون ظرفیتی دارد؟

- ۷ - ۲ (۱) ۷ - ۱۰ (۲) ۵ - ۱۰ (۳) ۵ - ۲ (۴)

۲۲۱. لایه ظرفیت اتم A به ۴p² ختم شده است. چند عبارت در مورد آن درست است؟

(آ) الکترون‌های ظرفیتی اتم A، ۴ الکترون هستند.

(ب) هر یک از اتم‌های عنصر A دارای ۲۲ پروتون در هسته خود هستند.

(پ) اتم‌های عنصر A دارای ۱۰ الکترون با ۲ l و ۱۰ الکترون با ۱ l هستند.

(ت) اتم عنصر A با اتم عنصر ^{۱۲}C_۶، از نظر تعداد الکترون‌های ظرفیتی و نوع زیر لایه‌های لایه ظرفیت تشابه دارد.

- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۲۲۲. اگر تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها در اتم عنصر X^{۸۰+} برابر با تعداد الکترون‌های ظرفیتی اتم عنصر ۲۸ Y باشد،

(۱) عنصر X دارای ۴۵ پروتون در هسته اتم خود است.

(۲) عنصر X دارای ۶ الکترون در لایه ظرفیت اتم خود است.

(۳) اختلاف عدد اتمی عنصر X و عنصر Y برابر با الکترون‌های لایه ظرفیت X است.

(۴) عنصر X در آخرین زیر لایه خود دارای ۳ الکترون با ۱ l است.

آرایش الکترونی یون‌ها

۲۲۳. آرایش الکترونی یون پایدار A^{۲+} به ۳d^۷ ختم می‌شود. آرایش الکترونی لایه ظرفیت اتم A کدام است؟

- ۳d^۹ (۱) ۳d^۷ ۴s^۲ (۲) ۳d^۷ ۴s^۱ (۳) ۴s^۱ ۴p^۱ ۴s^۱ ۴p^۱ (۴)

۲۲۴. آرایش الکترونی M^{۳+} به ۳d^۳ ختم می‌شود. آرایش الکترونی اتم خنثی M کدام است؟

- [Ar] ۳d^۳ ۴s^۲ (۱) [Ar] ۳d^۳ ۴s^۱ (۲) [Ar] ۳d^۳ ۴s^۲ (۳) [Ar] ۳d^۳ ۴s^۱ (۴)

(تلفظ: ۹۹)

۲۲۵. کدام سه گونه شیمیایی، آرایش الکترونی یکسانی دارند؟

- ۵۵ Cs⁺ - ۵۲ Xe - ۵۳ I⁻ (۱)

- ۳۷ Rb⁺ - ۱۹ K⁺ - ۱۱ Na⁺ (۲)

- ۱۲ Si^{۲-} - ۱۵ P^{۳-} - ۱۶ S^{۲-} (۳)

- ۲۷ Co^{۳+} - ۲۸ Ni^{۲+} - ۲۹ Cu⁺ (۴)

۲۲۶. اگر عنصر X در دوره چهارم و گروه ششم جدول دورهای قرار داشته باشد، آرایش الکترونی یون X^{۲+} کدام است؟

- [Ar] ۳d^۳ (۱) [Ar] ۳d^۴ (۲) [Kr] ۴d^۳ (۳) [Kr] ۴d^۴ (۴)

۲۲۷. اگر آرایش الکترونی یون X^{۲-} به ۴p^۳ ختم شود، کدام موارد از عبارت‌های زیر درست هستند؟

(آ) اتم X به دوره چهارم و گروه شانزدهم جدول دورهای تعلق دارد.

(ب) اتم X دارای چهار الکترون در لایه ظرفیت خود است.

(پ) اتم X دارای ۱۶ الکترون با عدد کوانتومی ۱ l است.

(ت) تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت X با تعداد الکترون لایه ظرفیت عنصر O برابر است.

- (۱) (ا)، (ب) و (پ) (۲) (ا)، (ب) و (ت) (۳) (ا) و (پ) (۴) (پ) و (ت)

۲۲۸. آرایش الکترونی کاتیون ^{۲۵}Zn^{۲+} به ترتیب از راست به چپ با آرایش الکترونی کدام گونه یکسان بوده و شمار نوترون‌های آن با کدام گزینش برابر است؟

(تلفظ: فارغ از کشور: ۹۴)

- ^{۶۵}Co^{۲+} - ^{۳۱}Ga^{۳+} (۱) ^{۶۵}Co^{۲+} - ^{۳۱}Ga^{۳+} (۲) ^{۶۵}Co^{۲+} - ^{۳۱}Ga^{۳+} (۳) ^{۶۵}Co^{۲+} - ^{۳۱}Ga^{۳+} (۴)

۲۲۹. کدام گزینه درست است؟

- ۱) آرایش الکترونی فشرده یون Cu^{+} به صورت $[Ar] 3d^{10}$ است.
 - ۲) یون Zn^{2+} دارای ۸ الکترون یا عدد کوانتومی $l = 2$ است.
 - ۳) یون As^{3-} به آرایش الکترونی سومین گاز نجیب رسیده است.
 - ۴) تعداد الکترون‌های یا عدد کوانتومی $l = 1$ در یون‌های Ga^{3+} و Al^{3+} برابر است.
۲۳۰. اگر تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌های یون تک‌اتمی X^{2-} برابر ۱۰ باشد، در بیرونی‌ترین زیرلایه آن الکترون جای دارد و عدد اتمی عنصر X برابر است.

(ریاضی خارج از کشور ۹۷)

۳۳، ۳ (۲) ۳۱، ۵ (۳) ۲۳، ۵ (۴)

تعیین شمار ذرات گروه و دوره عنصرها

۲۳۱. اگر آرایش یون X^{2+} و Y^{2-} به $3p^6$ ختم شود، اختلاف عدد اتمی X و Y کدام است؟
۲۳۲. اگر تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون تک‌اتمی M^{2+} برابر ۴۵ باشد، عنصر M در کدام دوره و در کدام گروه جدول تناوبی جای دارد؟

(تورن ۹۰)

۱) پنجم - ۱۳ ۲) ششم - ۱۴ ۳) پنجم - ۱۵ ۴) ششم - ۱۶

۲۳۳. اگر تفاوت نوترون‌ها و عدد اتمی اتم عنصر A^{10} برابر ۱۰ باشد، کدام مطلب در مورد این عنصر درست است؟
- ۱) عنصری از دسته s است.
 - ۲) در لایه ظرفیت آن، زیرلایه‌ها پُر شده‌اند.
 - ۳) در مجموع ۱۳۵ ذره زیراتمی دارد.
 - ۴) در گروه ۱۷ جدول تناوبی قرار دارد.

۲۳۴. عنصری با عدد اتمی ۱۶ با کدام عنصر که عدد اتمی آن در زیر داده شده است، از نظر خواص شیمیایی شباهت کم‌تری دارد؟

۸ (۱) ۲۴ (۲) ۳۴ (۳) ۵۲ (۴)

۲۳۵. اگر عنصری هم‌گروه با Si و هم‌دوره با Br باشد، این عنصر کدام است؟

O (۱) Sn (۲) Ge (۳) Sb (۴)

۲۳۶. اگر اتم X همدیف با اتمی با آرایش الکترونی $[Ar] 4s^1$ و هم‌ستون با اتمی با آرایش الکترونی $[He] 2s^2 2p^2$ باشد، اتم X کدام است؟

Al (۱) As (۲) Ga (۳) P (۴)

۲۳۷. با توجه به ارتباط آرایش الکترونی اتم عنصرها و موقعیت آن‌ها در جدول تناوبی، آرایش الکترونی لایه ظرفیت عنصری که هم‌گروه Sb است و در دوره چهارم جدول دوره‌ای عنصرها جای دارد، کدام است؟

(تورن ۹۰)

$4s^2 4p^5$ (۱) $4s^2 4p^3$ (۲) $4s^2 4p^2$ (۳) $4s^2 4p^4$ (۴)

۲۳۸. اتم X در کدام تناوب و در کدام گروه از جدول دوره‌ای عناصر قرار دارد؟

۱) تناوب چهارم - گروه ششم ۲) تناوب پنجم - گروه ششم ۳) تناوب چهارم - گروه هفتم ۴) تناوب پنجم - گروه هفتم

۲۳۹. عدد اتمی اولین و آخرین عنصری که در تناوب چهارم جدول دوره‌ای عناصر، زیرلایه $3d$ آن‌ها کاملاً پُر است به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

۳۶ - ۲۹ (۱) ۳۶ - ۲۵ (۲) ۳۰ - ۲۴ (۳) ۳۰ - ۲۵ (۴)

۲۴۰. در دوره چهارم جدول تناوبی، آرایش الکترونی چند عنصر به $4s^1$ ختم می‌شود؟

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۲۴۱. در دوره چهارم جدول تناوبی، در چند عنصر زیرلایه‌های d و s آن‌ها کاملاً پُر است؟

۷ (۱) ۱۵ (۲) ۱۶ (۳) ۱۷ (۴)

۲۴۲. کدام عدد اتمی زیر، مربوط به اتمی است که با سی و دومین عنصر جدول تناوبی هم‌گروه است؟

۲۴ (۱) ۲۵ (۲) ۴۷ (۳) ۵۰ (۴)

۲۴۳. آرایش الکترونی اتم As به $4s^2$ ختم می‌شود. اتم این عنصر به کدام تناوب و در کدام گروه جدول تناوبی می‌تواند تعلق داشته باشد؟

۱) تناوب سوم - گروه دوم ۲) تناوب سوم - گروه شانزدهم ۳) تناوب چهارم - گروه دوم ۴) تناوب چهارم - گروه شانزدهم

۲۴۴. اتم متعلق به عنصر خانه ۳۶ جدول دوره‌ای عنصرها، فاقد کدام ویژگی است؟

۱) در دوره چهارم جدول تناوبی قرار دارد.

۲) لایه ظرفیت آن هشت الکترونی است.

۳) با اتم گوگرد (S) تشابه خواص دارد.

۴) زیرلایه $3d$ آن ده الکترونی است.

۲۴۵. کدام توصیف در مورد عنصر X درست است؟

۱) با Sr هم‌دوره است.

۲) جزو عنصرهای دسته p است.

۳) به دوره چهارم و دسته s تعلق دارد.

۴) به دوره چهارم و گروه دوازدهم تعلق دارد.

(پانزدهم)

۲۴۶. خواص شیمیایی عنصر ${}_{15}M$ به خواص شیمیایی کدام عنصر نزدیک تر است؟

${}_{25}Br$ (۴)	${}_{33}As$ (۳)	${}_{۳۷}Rb$ (۲)	${}_{۲۵}Mn$ (۱)
-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

۲۴۷. عنصر X در ردیف چهارم و ستون هشتم جدول دورهای عناصر قرار دارد. آرایش الکترونی دورترین زیرلایه آن کدام است؟

${}_{4s}^1$ (۴)	${}_{3d}^6$ (۳)	${}_{3d}^8$ (۲)	${}_{4s}^2$ (۱)
-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

۲۴۸. عنصر A در گروه ۱۴ و دوره ششم جدول دورهای قرار دارد. جمله‌های درست در کدام گزینه مشخص شده است؟

(آ) الکترونی با عددهای کوانتومی $l = 3$ و $m = 3$ در اتم آن وجود دارد.

(ب) در آخرین زیرلایه اشغال شده اتم آن، چهار الکترون وجود دارد.

(پ) تعداد الکترون‌های ظرفیت آن با تعداد الکترون‌های ظرفیت چهلمین عنصر جدول دورهای برابر است.

(ت) با عنصر ${}_{۳۳}B$ هم‌گروه است.

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

۲۴۹. اگر تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌های اتم ${}^{۹۹}X$ برابر با ۱۱ باشد، عدد اتمی X برابر است و این عنصر در گروه جدول دورهای عناصرها قرار دارد.

(۱) ۳۴ - شانزدهم	(۲) ۴۵ - پانزدهم	(۳) ۳۴ - پانزدهم	(۴) ۴۵ - شانزدهم
------------------	------------------	------------------	------------------

۲۵۰. اولین عنصر از جدول تناوبی که تعداد الکترون‌های لایه سوم آن به ۱۸ می‌رسد، کدام است؟

${}_{۱۸}Ar$ (۱)	${}_{۲۹}Cu$ (۲)	${}_{۳۰}Zn$ (۳)	${}_{۳۹}K$ (۴)
-----------------	-----------------	-----------------	----------------

۲۵۱. کدام آرایش الکترونی را می‌توان فقط به کاتیون نسبت داد؟

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1$ (۴)	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2$ (۳)	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5$ (۲)	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^4$ (۱)
-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------

۲۵۲. در اتم عنصری تعداد الکترون‌های لایه سوم دو برابر لایه چهارم آن است. کدام عبارت در مورد آن نادرست است؟

(۱) در تناوب پنجم و گروه ۳ قرار دارد.

(۲) در لایه ظرفیت آن ۲ الکترون یافت می‌شود.

(۳) ۹ زیرلایه در آرایش الکترونی آن از الکترون پر است.

(۴) جزو عنصرهای دسته d به شمار می‌آید.

۲۵۳. در تناوب چهارم جدول تناوبی عناصر، چند عنصر در دورترین زیرلایه خود، ۲ الکترون دارند؟

(۱) ۲	(۲) ۳	(۳) ۱۰	(۴) ۱۱
-------	-------	--------	--------

۲۵۴. عنصر ${}_{52}A$ با عنصر در جدول تناوبی هم‌گروه است و آخرین زیرلایه اشغال شده اتم آن، است. (پانزدهم ۹۳ با همه تکرار)

$4p^2 - {}_{33}X$ (۱)	$4p^2 - {}_{37}Y$ (۲)	$5p^2 - {}_{33}X$ (۳)	$5p^2 - {}_{37}Y$ (۴)
-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

۲۵۵. در دوره چهارم جدول دورهای عناصر، نسبت شمار عناصری که زیرلایه ۳d نیمه‌پر دارند، به شمار عناصری که دورترین زیرلایه آن‌ها نیمه‌پر می‌باشد، کدام است؟

$\frac{1}{2}$ (۱)	$\frac{1}{3}$ (۲)	$\frac{2}{3}$ (۳)	$\frac{3}{4}$ (۴)
-------------------	-------------------	-------------------	-------------------

۲۵۶. اگر عنصر A با عنصر X از گروه ۱۵ جدول تناوبی هم‌دوره باشد، عنصر A در کدام گروه جدول تناوبی جای دارد و عدد اتمی X کدام است؟

(۱) سیزدهم - ۳۱	(۲) سیزدهم - ۳۲	(۳) چهاردهم - ۳۱	(۴) چهاردهم - ۳۲
-----------------	-----------------	------------------	------------------

۲۵۷. تفاوت عدد اتمی دو عنصر در گروه ۲ و ۱۳ از دوره ششم و هفتم جدول دورهای، به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

(۱) ۲۵ - ۲۵	(۲) ۲۴ - ۲۴	(۳) ۲۵ - ۲۵	(۴) ۲۸ - ۲۸
-------------	-------------	-------------	-------------

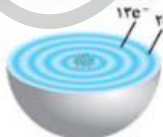
۲۵۸. عدد اتمی کلسیم برابر ۲۰ است. تفاوت عدد اتمی کلسیم با عنصر هم‌گروه آن در دو تناوب بعدی کدام است؟

(۱) ۱۸	(۲) ۳۶	(۳) ۳۲	(۴) ۲۸
--------	--------	--------	--------

۲۵۹. کدام سه عنصر زیر، در یک گروه از جدول تناوبی جای دارند و همگی در ترکیبات خود، کاتیون X^{2+} ایجاد می‌کنند؟

${}_{51}Sb - {}_{15}P - {}_{31}Ga$ (۱)	${}_{51}Si - {}_{۳۲}Ge - {}_{۱۹}K$ (۲)	${}_{۲۹}Cu - {}_{۲۷}Ag - {}_{۳۷}Rb$ (۳)	${}_{۳۸}Sr - {}_{۱۲}Mg - {}_{۲۰}Ca$ (۴)
--	--	---	---

۲۶۰. اگر دایره‌های تیره‌رنگ در شکل زیر، نشان‌دهنده لایه‌های الکترونی اتم عنصر A باشد، چند مورد از مطالب زیر، درباره آن درست است؟ (نمودار غلط از کشور ۹۸ تکرار)



• A عنصری اصلی از گروه ۱۵ است.

• در دوره چهارم قرار دارد.

• در لایه ظرفیت آن ۷ الکترون وجود دارد.

• سه زیرلایه از لایه سوم آن، از الکترون اشغال شده است.

(۱) ۱	(۲) ۲	(۳) ۳	(۴) ۴
-------	-------	-------	-------

دست‌نویس‌های عنصرها

۲۶۱. آرایش الکترونی اتمی به $5p^6$ ختم می‌شود. عدد اتمی و نام دسته آن کدام است؟

(۱) ۳۶ - دسته p (۲) ۵۴ - دسته p (۳) ۳۶ - دسته d (۴) ۵۴ - دسته d

(پایانه‌های شلوار از کشور ۲۴، با تصویر)

۲۶۲. کدام گزینه درست است؟

- (۱) در دوره‌های دوم و سوم، اختلاف مجموع عنصرهای دسته‌های p و s برابر هشت است.
- (۲) دوره‌های پنجم و ششم جدول تناوبی در مجموع، ۳۶ عنصر واسطه دارند.
- (۳) عدد اتمی نخستین عنصر دوره چهارم جدول تناوبی ۱۹ و عدد اتمی عنصر گروه ۱۷ در این دوره ۳۴ است.
- (۴) عنصر X جزو عنصرهای دسته d بوده و در لایه ظرفیت آن سه الکترون وجود دارد.

۲۶۳. اتم‌های X ، Y ، Z به ترتیب جزو کدام دسته از عنصرها به شمار می‌آیند؟

(۱) دسته p - واسطه - دسته s (۲) دسته d - دسته p - دسته s (۳) دسته s - دسته d - دسته p (۴) دسته d - دسته s - دسته p

۲۶۴. در چند اتم از عنصرهای دسته d در تناوب چهارم، زیرلایه $3d$ به ترتیب از راست به چپ نیمه‌پر و پر شده است؟

(۱) ۲ - ۲ (۲) ۱ - ۲ (۳) ۲ - ۱ (۴) ۱ - ۱

۲۶۵. اتمی که دارای الکترونی با عددهای کوانتومی $l = 3$ و $m = 4$ است، در کدام دوره و در کدام دسته از عنصرهای جدول دورهای عنصرها جای دارد؟

(تقریباً ۹۵)

(۱) ششم - لاتانیوها (۲) ششم - اکتینیدها (۳) چهارم - لاتانیوها (۴) چهارم - اکتینیدها

۲۶۶. چند مورد از عبارتهای زیر درست است؟

- (ا) عنصرهای دسته f شامل ۳۰ عنصر با دو دسته ۱۵ تایی می‌باشند.
- (ب) عنصرهای دسته d را عنصرهای واسطه می‌گویند که زیرلایه d آن‌ها پر شده است.
- (پ) گروه‌های شماره ۱ و ۲ جزو عنصرهای دسته s هستند.
- (ت) در گازهای نجیب هم عنصر دسته s وجود دارد هم عنصر دسته p.
- (ث) عنصرهای دسته f تنها در تناوب ششم جدول تناوبی قرار دارند.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۲۶۷. در کدام گزینه تعداد الکترون‌های $3d$ هر دو عنصر با هم برابر است؟

(۱) $33Cr$ - $33V$ (۲) $33Cr$ - $33Ti$ (۳) $33Cu$ - $33Zn$ (۴) $26Fe$ - $25Mn$

۲۶۸. کدام مطلب در مورد ژرمانیم ($33Ge$) نادرست است؟

- (۱) چهار لایه الکترونی در اتم آن به طور کامل پر شده‌اند.
- (۲) جزو عنصرهای دسته p است.
- (۳) برای عنصرهای دسته d، به عنوان الکترون‌های ظرفیتی در نظر گرفته می‌شود.
- (۴) تعداد الکترون‌های موجود در زیرلایه s لایه پیش از آخر

۲۶۹. مجموع الکترون‌های موجود در زیرلایه‌های s و d لایه آخر
(۱) تعداد الکترون‌های موجود در زیرلایه s لایه آخر
(۲) مجموع الکترون‌های موجود در زیرلایه‌های s لایه آخر و d لایه ماقبل آخر
(۳) تعداد الکترون‌های موجود در زیرلایه s لایه آخر
(۴) مجموع الکترون‌های موجود در زیرلایه‌های s لایه آخر و d لایه ماقبل آخر

۲۷۰. اتم جزو عنصرهای دسته است و در لایه ظرفیت آن، الکترون وجود دارد.

(۱) $33V$ - d - ۳ (۲) $33Ca$ - s - ۲ (۳) $33Fe$ - d - ۶ (۴) $33Ag$ - d - ۷

۲۷۱. عدد اتمی اولین عنصر دسته d و اولین عنصر دسته f به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

(۱) ۵۷ - ۲۱ (۲) ۵۸ - ۲۱ (۳) ۵۷ - ۱۹ (۴) ۵۸ - ۱۹

۲۷۲. آرایش الکترونی $[Ar]3d^4 4s^2$ به مربوط می‌باشد که یک است و در گروه جدول تناوبی قرار دارد.

(پایانه‌های شلوار از کشور ۲۴، با تصویر)

(۱) $28Ni$ - عنصر واسطه - ۱۰ (۲) $33Cu$ - کاتیون عنصر واسطه - ۴

(۳) $28Ni$ - عنصر واسطه - ۱۸ (۴) $33Cu$ - کاتیون عنصر واسطه - ۹

۲۷۳. پاسخ درست پرسش‌های (ا) و (ب) و پاسخ نادرست پرسش‌های (پ) و (ت) در کدام گزینه آمده است؟

(ا) کدام تناوب جدول دورهای، فاقد عنصری از دسته d است؟

(ب) تعداد عنصرهای دسته f چند برابر تعداد عنصرهای دسته s است؟

(پ) نخستین عنصر دسته d، چند الکترون در لایه ظرفیت خود دارد؟

(ت) در همه عنصرهای دسته d دوره چهارم چند عنصر با زیرلایه $4s$ پر وجود دارد؟

(۱) سوم - ۲ - ۱ (۲) دوم - ۲/۵ - ۱ (۳) چهارم - ۲/۵ - ۳ (۴) اول - ۲ - ۱

قسمت ششم: عناصرها و پیوندهای شیمیایی

ساختار اتم و رفتار آن

۲۷۴. چند مورد از عبارتهای زیر درست است؟

- (آ) گازهای نجیب در طبیعت به شکل تک اتمی یافت می شوند.
 (ب) گازهای He، Ne و Ar جزو عناصرهای پایدار هستند.
 (ت) بین ساختار الکترونی اتم گازهای نجیب و پایداری آن ها رابطه ای وجود ندارد.

۱ (۱) ۲ (۲)

۲۷۵. چند مورد از آرایش های الکترونی داده شده، پایدار هستند؟

- (I) $1s^2$ (II) $1s^2 2s^2$ (III) $1s^2 2s^2 2p^6$
 (IV) $[Ne] 3s^2 3p^2$ (V) $[Ar] 3s^2$
- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۲۷۶. کدام مورد از اقدامات لوویس محسوب نمی شود؟

- (۱) پیشنهاد واژه فوتون برای نور
 (۲) پیشنهاد واژه کوانتوم برای انرژی الکترون
 (۳) ارائه نظریه الکترونی اسید-باز
 (۴) ارائه نظریه تشکیل پیوند شیمیایی

۲۷۷. تعداد الکترون های منفرد در اتم های کدام گزینه یکسان است؟

- (۱) Be - O - S (۲) N - P - C (۳) Al - Si - C (۴) N - O - Be

۲۷۸. در کدام گزینه، اتم اول (سمت راست) دارای بیشترین تعداد الکترون منفرد و اتم دوم (سمت چپ) دارای کمترین الکترون منفرد در ساختار لوویس خود است؟

- (۱) Cl - Si (۲) N - O (۳) N - F (۴) Cl - C

۲۷۹. کدام مطلب در مورد ساختار الکترون - نقطه ای نادرست است؟

- (۱) در ساختار لوویس، الکترون های ظرفیتی را با نقطه هایی پیرامون نماد شیمیایی اتم، مشخص می کنند.
 (۲) در ساختار لوویس، جفت الکترون های پیوندی را با یک خط کوتاه نشان می دهند.
 (۳) در ساختار لوویس، تنها الکترون های منفرد لایه ظرفیت را با نقطه هایی پیرامون نماد شیمیایی اتم، مشخص می کنند.
 (۴) ساختار لوویس یک اتم، تشخیص آرایش هشت تایی پایدار را برای هر اتم آسان می کند.

۲۸۰. تعداد الکترون های ظرفیتی N_2 با تعداد الکترون های ظرفیتی کدام گزینه برابر است؟

- (۱) F_2 (۲) O_2 (۳) CO (۴) NO

۲۸۱. ساختار الکترون - نقطه ای کدام ذره درست رسم نشده است؟

- (۱) $\ddot{Cl}:$ (۲) $He:$ (۳) $Be:$ (۴) $\cdot\ddot{N}:$

۲۸۲. نسبت شمار الکترون های منفرد (تک) فسفر به گوگرد کدام است؟

- (۱) $\frac{3}{4}$ (۲) $\frac{2}{3}$ (۳) $\frac{3}{2}$ (۴) $\frac{4}{3}$

۲۸۳. در ساختار الکترون - نقطه ای کربن دی اکسید (CO_2) وجود دارد.

- (۱) ۲ جفت الکترون ناپیوندی و ۶ جفت الکترون پیوندی
 (۲) ۲ جفت الکترون پیوندی و ۶ جفت الکترون ناپیوندی
 (۳) ۸ جفت الکترون پیوندی و ۴ جفت الکترون ناپیوندی
 (۴) ۴ جفت الکترون پیوندی و ۴ جفت الکترون ناپیوندی

۲۸۴. در مولکول OF_2 تعداد وجود دارد.

- (۱) ۲ پیوند دوگانه (۲) ۸ جفت الکترون ناپیوندی (۳) ۴ جفت الکترون پیوندی (۴) یک پیوند ساده و یک پیوند دوگانه

۲۸۵. مجموع الکترون های ظرفیتی در کدام گزینه بیش تر است؟

- (۱) HCN (۲) ClF_3 (۳) COH_2 (۴) CS_2

۲۸۶. مجموع الکترون های ظرفیتی در کدام گزینه کم تر است؟

- (۱) OF_2 (۲) H_2O (۳) NH_3 (۴) BH_3

۲۸۷. در مولکول های I_2 ، O_2 و H_2 تعداد جفت الکترون های ناپیوندی به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

- (۱) $2 - 4 - 6$ (۲) $2 - 4 - 4$ (۳) $4 - 2 - 4$ (۴) $4 - 6 - 4$

۲۸۸. با توجه به ساختار الکترون - نقطه ای اتم فلئور (F)، نماد F نشان دهنده چیست؟

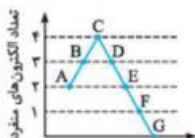
- (۱) الکترون های ظرفیتی اتم فلئور
 (۲) هسته اتم فلئور و الکترون های ظرفیتی آن
 (۳) دو الکترون درونی آن
 (۴) هسته اتم فلئور و دو الکترون درونی آن

۲۸۹. مجموع الکترون‌های لایه ظرفیت در کدام جفت ذره زیر یکسان نیست؟
 $\text{N}_2 - \text{CO}$ (۴) $\text{H}_2\text{O} - \text{CO}_2$ (۳) $\text{H}_2\text{O} - \text{NH}_3$ (۲) $\text{NH}_3 - \text{CH}_4$ (۱)
 ۲۹۰. در یون هیدرونیوم (H_2O^+)، چند الکترون ظرفیتی وجود دارد؟
 ۶ (۱) ۸ (۲) ۹ (۳) ۱۰ (۴)

۲۹۱. اگر عدد کوانتومی اصلی آخرین زیرلایه اتم عنصر X با آرایش الکترونی - نقطه‌ای - برابر ۳ باشد، چند عبارت از مطالب زیر در مورد آن درست است؟
 (آ) با عنصر X هم‌گروه و با عنصر Al در یک تناوب از جدول دوره‌ای قرار دارد.
 (ب) عنصر X جزو عنصرهای دسته ۸ جدول دوره‌ای است.
 (پ) در هسته عنصر X تعداد ۱۶ پروتون وجود دارد.
 (ت) عنصر X می‌تواند یون $2-$ پایدار تولید کند.

- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۲۹۲. تعداد زیر مربوط به تعداد الکترون‌های منفرد (جفت‌نشده) در ساختار لوویس چند عنصر متوالی از دوره دوم جدول تناوبی را نشان می‌دهد. چند مورد از عبارتهای زیر نادرست است؟



- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۲۹۳. چند عبارت از موارد زیر در مورد گازهای نجیب، نادرست است؟
 (آ) همه گازهای نجیب جزو عنصرهای دسته p هستند.
 (ب) در بیرونی‌ترین لایه الکترونی همه عنصرهای گروه ۱۸، هشت الکترون وجود دارد.
 (پ) چهارمین گاز نجیب، با عنصر K در یک دوره از جدول تناوبی عنصرها قرار دارد.
 (ت) آخرین الکترون در گازهای نجیب دارای عدد کوانتومی $l = 1$ است.

- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

آرایش الکترونی پایدار (هشت‌تایی)

۲۹۴. اتم‌های کدام گزینه زیر، به ترتیب با دریافت ۲ الکترون و با از دست دادن ۱ الکترون به آرایش هشت‌تایی می‌رسند؟
 $16\text{S} - 12\text{Mg}$ (۴) $19\text{K} - 8\text{O}$ (۳) $12\text{Mg} - 8\text{O}$ (۲) $16\text{S} - 19\text{K}$ (۱)
 ۲۹۵. در مورد گازهای نجیب، کدام عبارت نادرست است؟

- (۱) گروه ۱۸ جدول تناوبی را به خود اختصاص داده که در گذشته به گازهای بی‌اثر معروف بوده‌اند.
 (۲) گازهای تک‌اتمی آن‌ها طیف نشری خطی یکسانی ندارند.
 (۳) این عنصرها همگی دارای آرایش الکترونی هشت‌تایی پایدار هستند.
 (۴) در همه اتم‌های این عنصرها، زیرلایه ns در آخرین لایه الکترونی پر شده است.

۲۹۶. پُر بودن لایه ظرفیت عنصرهای گروه ۱۸ (گازهای نجیب) سبب شده است، تا همه این عنصرها

- (۱) میل ترکیبی زیادی داشته باشند.
 (۲) در لایه ظرفیت خود هشت الکترون داشته باشند.
 (۳) گازهایی تک‌اتمی باشند.
 (۴) پایداری نسبتاً کمی داشته باشند.

۲۹۷. امکان تشکیل کدام یک از یون‌های زیر ناممکن به نظر می‌رسد؟

- 15P^{2-} (۴) 13Al^{3+} (۳) 53I^- (۲) 55Cs^+ (۱)

۲۹۸. تمایل اتم‌ها برای رسیدن به آرایش الکترونی عنصرهای گروه راهی مناسب برای سنجش میزان پایداری آن‌هاست.

- 17F (۴) 18Ar (۳) 8O (۲) 15P (۱)

۲۹۹. رسیدن به آرایش هشت‌تایی پایدار برای کدام اتم، درست عنوان شده است؟

- (۱) سدیم: تشکیل کاتیون با بار الکتریکی $3+$
 (۲) کلر: تشکیل آنیون با بار الکتریکی $3-$
 (۳) گوگرد: تشکیل آنیون با بار الکتریکی $2-$
 (۴) کلسیم: تشکیل کاتیون با بار الکتریکی $1+$

۳۰۰. کدام اتم یا یون پایدارتر است؟

- 13Al^{2+} (۴) 8O^{2-} (۳) 9F^- (۲) 7Li (۱)

۳.۱. کدام اتم پایداری بیش تری دارد؟

۳.۲. شمار الکترون های جفت نشده در اتم ^{19}S با شمار الکترون های جفت نشده در کدام اتم، برابر است؟
(پایه ۹۷ با دانش تغییر)

۳.۳. اتمی که آرایش الکترونی آن به ختم می شود، با الکترون به آرایش گاز نجیب می رسد.
(۱) $4s^1$ - از دست دادن یک - آرگون (۲) $3d^2$ - از دست دادن دو - آرگون (۳) $4p^1$ - گرفتن دو - آرگون (۴) $4s^2$ - گرفتن شش - کریپتون
۳.۴. اتمی که آرایش الکترونی آن به ختم می شود، با الکترون به آرایش گاز نجیب می رسد.
(۱) $3p^2$ - از دست دادن سه - نئون (۲) $3p^1$ - از دست دادن چهار - نئون (۳) $4s^2$ - گرفتن شش - آرگون (۴) $3d^1$ - گرفتن دو - آرگون

۳.۵. از عبارتهای زیر چند مورد صحیح است؟

(آ) فلزهای گروه یک جدول تناوبی با از دست دادن یک الکترون به آرایش گاز نجیب قبل از خود می رسند.
(ب) فلزهای گروه دو جدول تناوبی برای رسیدن به آرایش هشت تایی، یک الکترون ظرفیتی خود را به اشتراک می گذارند.
(پ) عنصرهای گروه شانزده جدول تناوبی در لایه ظرفیت خود شش الکترون منفرد دارند.
(ت) آرایش الکترونی گازهای نجیب به ns^2np^6 ختم می شود.
(ث) در ساختار الکترون - نقطه ای همه عنصرهای گروه ۱۷ جدول تناوبی، یک الکترون منفرد وجود دارد.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۳.۶. در متن زیر چند اشتباه علمی وجود دارد؟

«در لایه ظرفیت اتم گازهای نجیب هشت الکترون وجود دارد. بین پایداری و آرایش الکترونی لایه ظرفیت اتم ها رابطه ای روشن وجود دارد، به طوری که اگر لایه ظرفیت اتمی، هشت تایی باشد، آن اتم واکنش پذیر است.»

(۱) صفر (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۳

تبدیل اتم ها به یون ها و ترکیب های یونی

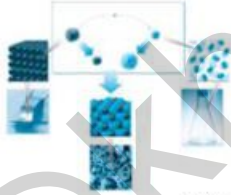
۳.۷. اگر تعداد الکترون های ظرفیت اتمی کم تر یا برابر با باشد، آن اتم در شرایط مناسب تمایل دارد که الکترون های ظرفیت خود را از دست بدهد و به تبدیل شود.

۳.۸. اتم عنصرهای گروه و در شرایط مناسب با الکترون به تبدیل می شوند و به آرایش الکترونی گاز نجیب از خود می رسند.

(۱) ۱ - ۲ - از دست دادن - آنیون - بعد
(۲) ۳ - تعدادی از - آنیون - بعد
(۳) ۱۶ - ۱۷ - گرفتن - آنیون - قبل
(۴) ۱۶ - ۱۷ - از دست دادن - آنیون - بعد

۳.۹. کدام مطلب در مورد شکل مقابل نادرست است؟

(۱) اتم های سدیم با از دست دادن الکترون به آرایش پایدار گاز نجیب نئون می رسند.
(۲) اتم های کلسیم با کسب یک الکترون به آرایش پایدار گاز نجیب همدوره خود می رسند.
(۳) با مبادله الکترون بین اتم های سدیم و کلسیم بین آن ها پیوند یونی به وجود می آید.
(۴) اندازه اتم های سدیم و کلسیم پس از رسیدن به پایداری تغییری نمی کند.



۳.۱۰. چند مورد از عبارتهای زیر درست است؟

(آ) هنگام مبادله الکترون بین اتم های سدیم و کلسیم، یک نیروی جاذبه بسیار قوی به نام پیوند یونی برقرار می شود.
(ب) ترکیب های یونی که تنها از دو اتم ساخته شده اند، ترکیب یونی دوتایی گفته می شوند.
(پ) در ساختار ترکیب های یونی، مولکول وجود ندارد.
(ت) هر ترکیب یونی از لحاظ بار الکتریکی خنثی است، زیرا مجموع تعداد کاتیون ها و آنیون ها در آن برابر است.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۳.۱۱. کدام یک از عبارتهای زیر درست اند؟

(آ) از دست دادن یا گرفتن الکترون، نشانه ای از رفتار شیمیایی اتم است.
(ب) ترکیب یونی شامل تعداد بسیار زیاد و برابر از یون های مثبت و منفی با آرایشی منظم است.
(پ) کاتیون های Na^+ و Mg^{2+} و آنیون های Cl^- و O^{2-} همگی جزو یون های تک اتمی هستند.
(ت) هشت تایی شدن لایه ظرفیت و دستیابی به آرایش الکترونی گاز نجیب را می توان مبنای میزان واکنش پذیری اتم ها دانست.

(۱) (ا) و (ت) (۲) (ا) و (ب) (۳) (ب) و (پ) (۴) (پ) و (ت)

۳۱۲. کدام آرایش الکترونی را می‌توان هم به یک اتم خنثی، هم یک کاتیون و هم به یک آنیون پایدار نسبت داد؟ (تورنر فارو از کشور ۹۶)



۳۱۳. در کدام گزینه همهٔ موارد جزو ترکیب‌های دوتایی هستند؟



۳۱۴. در کدام گزینه هر دو مورد جزو ترکیب‌های یونی هستند؟



۳۱۵. آلومینیم اکسید یک ترکیب است و هر واحد آن از اتم تشکیل شده است.



۳۱۶. جوش شیرین ($NaHCO_3$) یک ترکیب یونی و هر واحد آن از اتم تشکیل شده است.



۳۱۷. آمونیوم نیترات (NH_4NO_3) یک ترکیب یونی می‌باشد و از نوع عنصر تشکیل شده است.



۳۱۸. اساس تشکیل پیوند یونی و پیوند کووالانسی به ترتیب بر کدام اصل استوار است؟

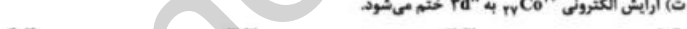
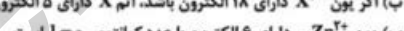
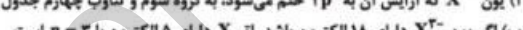


۳۱۹. اتم واسطه‌ای می‌تواند کاتیونی پایدار با آرایش الکترونی هشت‌تایی در لایهٔ آخر پُر شدهٔ خود تشکیل دهد. کدام عدد اتمی را می‌توان به این

عنصر نسبت داد؟ (تورنر ۹۶)



۳۲۰. چند مورد از عبارت‌های زیر درست‌اند؟

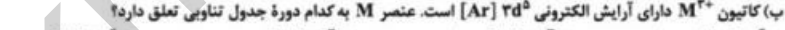
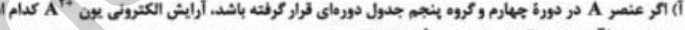
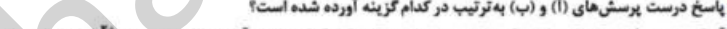


۳۲۱. تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها در یون X^{2-} با تعداد الکترون‌های لایهٔ ظرفیت اتم S برابر است. عدد اتمی و تعداد الکترون‌های

لایهٔ چهارم اتم X کدام است؟



۳۲۲. پاسخ درست پرسش‌های (آ) و (ب) به ترتیب در کدام گزینه آورده شده است؟



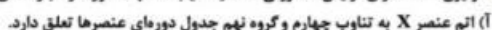
۳۲۳. با توجه به آرایش الکترونی اتم‌های A ، B ، C و D کدامیک از آن‌ها به ترتیب با از دست دادن الکترون و پیاپی به‌دست آوردن الکترون،

می‌تواند به یون پایدار با آرایش هشت‌تایی تبدیل شود؟

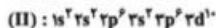
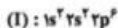
(تورنر ۹۶)



۳۲۴. اگر یون X^{2+} دارای آرایش الکترونی $[Ar] 3d^6$ باشد. چند مورد از عبارت‌های زیر در مورد آن درست است؟



۳۲۵. چند مورد از آرایش‌های الکترونی زیر را می‌توان به یک کاتیون و چند مورد را می‌توان به یک آنیون نسبت داد؟



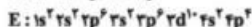
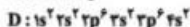
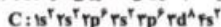
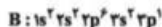
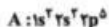
۲ - ۳ (۴)

۱ - ۳ (۳)

۱ - ۲ (۲)

۲ - ۱ (۱)

۳۲۶. در بین عنصرهای زیر چند مورد می‌توانند با از دست دادن الکترون به آرایش گاز نجیب قبل از خود و چند مورد با تشکیل آنیون پایدار می‌توانند به آرایش الکترونی گاز نجیب بعد از خود برسند؟



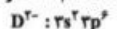
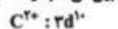
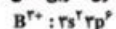
۲ - ۲ (۴)

۳ - ۱ (۳)

۲ - ۲ (۲)

۲ - ۱ (۱)

۳۲۷. آرایش الکترونی لایه ظرفیت چند اتم و یون داده شده است. کدام ۳ عنصر از بین آن‌ها به یک دوره از جدول تناوبی تعلق دارند؟



B - C - D (۴)

B - C - E (۳)

E - D - A (۲)

C - B - A (۱)

۳۲۸. جرم آنیون X^{2-} برابر 74 amu است. اگر این آنیون دارای ۸ الکترون در $n = 4$ باشد، اختلاف شمار نوترون‌ها با الکترون‌های یون X^{2-} کدام است؟ (جرم پروتون و نوترون برابر است و برابر با 1 amu می‌باشد)

۱۰ (۴)

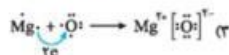
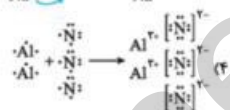
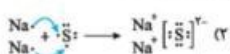
۶ (۳)

۸ (۲)

۴ (۱)

نام‌گذاری و فرمول‌نویسی ترکیب‌های یونی

۳۲۹. در کدام شکل زیر، چگونگی تشکیل ترکیب یونی مورد نظر به درستی رسم نشده است؟



۳۳۰. نام یون‌های Na^+ ، N^{3-} و O^{2-} به ترتیب کدام است؟

(۱) نیتروژن - سدیم - اکسیژن (۲) نیتريد - سدیم - اکسيد (۳) نیتروژنيد - سدیم - اکسيد (۴) نیتريد - سدیم - اکسیژن

۳۳۱. نام کدام دو یون درست نوشته شده است؟

(۱) N^{2-} (نیتريد) - O^{2-} (اکسيد) (۲) S^{2-} (سولفید) - N^{2-} (نیتريد) (۳) Cl^- (کلريد) - N^{3-} (نیتريد) (۴) Cl^- (کلريد) - S^{2-} (سولفید)

۳۳۲. آلومینیم سولفات $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ جزو مواد چندتایی می‌باشد و فرمول آن از چند اتم تشکیل شده است؟

(۱) سه‌تایی - ۳ (۲) سه‌تایی - ۱۷ (۳) چهارتایی - ۴ (۴) چهارتایی - ۱۷

۳۳۳. ظرفیت (بار الکتریکی) کدام یون درست نوشته نشده است؟

(۱) سدیم: $+1$ (۲) نیتريد: -3 (۳) آلومینیم: $+3$ (۴) منیزیم: -2

۳۳۴. در فرمول شیمیایی آلومینیم فلوئورید، نسبت شمار آنیون‌ها به کاتیون‌ها کدام است؟

(۱) ۱ (۲) $\frac{1}{3}$ (۳) ۳ (۴) $\frac{1}{2}$

۳۳۵. در فرمول شیمیایی منیزیم نیتريد، نسبت تعداد اتم‌ها به تعداد عنصرها کدام است؟

(۱) $\frac{5}{4}$ (۲) $\frac{4}{3}$ (۳) $\frac{3}{4}$ (۴) $\frac{3}{2}$

۳۳۶. در کدام گزینه، هر سه یون دارای ظرفیت ۱ هستند؟

(۱) کلريد - لیتیم - نقره (۲) فلوئورید - نیتريد - یديد (۳) برمید - منیزیم - نقره (۴) نقره - روی - سدیم

۳۳۷. کدام گزینه ترکیب یونی دوتایی نیست؟

(۱) سدیم یديد (۲) آلومینیم اکسيد (۳) منیزیم نیتريد (۴) هیدروژن کلريد

۳۳۸. در کدام گزینه نسبت تعداد آنیون به کاتیون ۲ به ۱ است؟

(۱) پتاسیم اکسيد (۲) منیزیم نیتريد (۳) کلسیم برمید (۴) روی سولفید



۳۳۹. فرمول شیمیایی چند مورد از ترکیب‌های یونی زیر درست نوشته نشده است؟

- پتاسیم اکسید (K_2O)
- سدیم نیتريد (NaN_3)
- آلومینیم فلوئورید (AlF_3)
- منیزیم سولفید (MgS)
- لیتیم فسفید (Li_3P)
- کلسیم برمید ($CaBr_2$)

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۳۴۰. در کدام گزینه، آرایش الکترونی کاتیون و آنیون، در هر دو ترکیب، مشابه آرایش الکترونی گاز نجیب دوره سوم جدول دورهای است؟ (عدد اتمی سدیم، منیزیم، گوگرد، کلسیم و برم به ترتیب برابر ۱۱، ۱۲، ۱۶، ۱۷، ۲۰ و ۳۵ است.)

(مادران خارج از کشور - ۹۵)



۳۴۱. در کدام گزینه‌ها، شمار آنیون‌های سازنده هر واحد فرمول ترکیب یونی، برابر با بار الکتریکی کاتیون نوشته شده است؟

- (۱) آلومینیم - سولفید
- (۲) لیتیم فسفید - اکسید
- (۳) منیزیم نیتريد - کلسیم
- (ت) آلومینیم اکسید - نیتريد
- (۱) و (ب)
- (۲) و (پ)
- (۳) و (ت)
- (۴) و (ت)

تبدیل اتم‌ها به مولکول‌ها

۳۴۲. همه داده‌های جدول زیر، درست هستند به جز موارد

ردیف	فرمول شیمیایی	نماد یون‌های سازنده	نام ترکیب یونی
(۱)	Na_3P	Na^+, P^{3-}	سدیم فلوئورید
(۲)	KBr	K^+, Br^-	پتاسیم برمید
(۳)	Al_2S_3	Al^{3+}, S^{2-}	آلومینیم سولفید

- (آ) ردیف (۱) - ستون (۲)
- (ب) ردیف (۱) - ستون (۳)
- (پ) ردیف (۲) - ستون (۱)
- (ت) ردیف (۳) - ستون (۱)
- (ث) ردیف (۳) - ستون (۲)
- (۱) و (ب)
- (۲) و (پ)
- (۴) و (ت)

۳۴۳. چند مورد از عبارت‌های زیر درست هستند؟

- (آ) بسیاری از ترکیب‌های شیمیایی در ساختار خود هیچ یونی ندارند و ذره‌های سازنده آن‌ها مولکول‌ها هستند.
- (ب) در تشکیل اغلب مولکول‌ها برخلاف ترکیب‌های یونی، رسیدن به آرایش هشت‌تایی ملاک واکنش‌پذیری اتم‌ها نیست.
- (پ) گاز کلر خاصیت رنگ‌بری و گندزدایی دارد و از مولکول‌های تک‌اتمی (Cl_2) تشکیل شده است.
- (ت) ترکیب‌های شیمیایی که در ساختار خود مولکول دارند، ترکیب‌های مولکولی نامیده می‌شوند.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۳۴۴. چند مورد از عبارت‌های زیر در مورد کلر درست است؟

- (آ) اتم‌های عنصر کلر در آرایش الکترون - نقطه‌ای خود دارای ۵ الکترون ظرفیتی هستند.
- (ب) هر اتم کلر با اشتراک گذاشتن یک الکترون و تشکیل مولکول Cl_2 به آرایش هشت‌تایی گاز آروگن می‌رسد.
- (پ) آرایش الکترون - نقطه‌ای مولکول کلر را می‌توان به هر دو شیوه $Cl:Cl:$ یا $Cl-Cl$ نشان داد.
- (ت) در مولکول کلر نسبت شمار الکترون‌های ناپیوندی به الکترون‌های پیوندی برابر ۶ به ۴ است.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۳۴۵. از فرمول مولکولی یک مولکول چند مورد از اطلاعات زیر همواره قابل دریافت است؟ (به شرط داشتن عدد اتمی و جرم اتمی)

- نوع عنصرهای سازنده
- شمار اتم‌های هر عنصر
- جرم مولی مولکول
- جرم مولی مولکول
- تعداد الکترون‌های ناپیوندی
- هشت‌تایی بودن اتم‌ها
- تعداد ذره‌های زیراتمی مولکول
- تعداد پیوندهای مولکول

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۵ (۵)

۳۴۶. کدام گزینه جزو ترکیب‌های مولکولی است؟



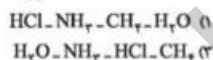
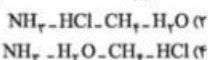
۳۴۷. در کدام گزینه هر سه ماده جزو ترکیب‌های مولکولی هستند؟



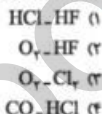
۳۴۸. پیوند کووالانسی و پیوند یونی به ترتیب معمولاً بین چه نوع اتم‌هایی تشکیل می‌شود؟

- (۱) فلز - فلز و فلز - فلز
- (۲) فلز و نافلز - نافلز و نافلز
- (۳) نافلز و نافلز - فلز و نافلز
- (۴) اتم‌های گازی - اتم‌های نافلزی

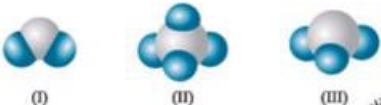
۳۴۹. مدل‌های فضاپرکن از راست به چپ به ترتیب به کدام مولکول‌های زیر تعلق دارند؟



۳۵۰. هر یک از مدل‌های فضاپرکن (I) و (II) را به ترتیب (از راست به چپ) به کدام زوج مولکول داده شده، می‌توان نسبت داد؟



۳۵۱. با توجه به مدل فضاپرکن مولکول‌های مقابل، کدام عبارت نادرست است؟



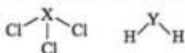
(۱) می‌تواند به مولکول H_2O نسبت داده شود.
 (۲) را می‌توان به مولکول CH_4 نسبت داد.
 (۳) مولکول (III) یک مولکول سه اتمی است که اتم‌های آن به آرایش هشت‌تایی رسیده‌اند.
 (۴) در همه شکل‌های داده شده می‌توان گفت یکی از اتم‌های شرکت‌کننده اتم H است.

۳۵۲. با توجه به جدول داده شده فرمول شیمیایی کدام مجموعه مولکول‌های زیر همگی درست هستند؟

نام عنصر	لیتروژن	آلومینیوم	کربن	کلسیم
آرایش لایه ظرفیت	$2s^2 2p^3$	$3s^2 3p^1$	$2s^2 2p^2$	$4s^2 4p^5$



۳۵۳. پس از قرار دادن الکترون‌های ناپیوندی (با رعایت قاعده هشت‌تایی) مشخص کنید X و Y به ترتیب از راست به چپ کدام عنصرها هستند؟



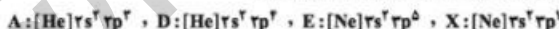
۳۵۴. آرایش الکترون - نقطه‌ای کدام مولکول‌ها نادرست رسم شده است؟



۳۵۵. عنصر X و Y دارای ۴ و ۲ الکترون با $l = 1$ است. فرمول مولکولی ترکیب حاصل از این عنصرها با هیدروژن به ترتیب کدام‌اند؟



۳۵۶. با توجه به آرایش الکترونی داده شده برای اتم‌های زیر، کدام عبارت‌ها از مطالب داده شده، درست‌اند؟



(آ) فرمول مولکول حاصل از A و E به صورت AE_2 است.

(ب) مولکول حاصل از D و E به صورت DE_2 است.

(پ) در مولکول DX_2 تعداد ۲۰ الکترون وجود دارد.

(ت) در مولکول D نسبت شمار الکترون‌های ناپیوندی ۱/۵ برابر شمار الکترون‌های پیوندی است.



۳۵۷. جرم مولی کدام مولکول، درست محاسبه نشده است؟ (جرم اتمی اتم‌ها: $\text{O} = 16$, $\text{N} = 14$, $\text{C} = 12$, $\text{H} = 1$)





کیهان زادگاه الفبای هستی

پاسخ فصل 1

۲۰۷

با توجه به معادله واکنش به ازای تولید ۱۶g اکسیژن، مقدار $1/4 \times 10^{-4} \text{ g}$ جرم ناپدید و به انرژی تبدیل شده است. حالا می‌توان گفت به ازای تولید ۳۲g گاز اکسیژن، کاهش جرمی به اندازه $2/8 \times 10^{-4} \text{ g}$ رخ می‌دهد. بنابراین می‌توان نوشت:

$$E = mc^2 = 2/8 \times 10^{-4} \times 9 \times 10^{16} = 2/52 \times 10^{13} \text{ J} + 1000 = 2/52 \times 10^{13} \text{ kJ}$$

$$3000 \text{ kg} = 3 \times 10^3 \text{ g}$$

۱g Fe	۲۴۷J
$3 \times 10^3 \text{ g Fe}$	$x \Rightarrow x = 3 \times 247 \times 10^3 \text{ J}$

$$E = mc^2 \Rightarrow 3 \times 247 \times 10^3 = m(3 \times 10^8)^2 \Rightarrow m = 8/2 \times 10^{-10} \text{ kg}$$

ماده $8/2 \times 10^{-10} \text{ kg}$ ماده $8/2 \times 10^{-10} \text{ g}$

هسته اورانیوم (^{238}U) دارای ۹۲ پروتون و ۱۴۴ نوترون است. ابتدا جرم مجموع این ذرات را محاسبه می‌کنیم:

$$(92 \times 1/67 \times 10^{-27}) + (144 \times 1/68 \times 10^{-27}) = 3/9288 \times 10^{-25} \text{ kg}$$

طبق متن سؤال، جرم هسته برابر با $3/128 \times 10^{-25} \text{ kg}$ است. اختلاف جرم بر اثر واکنش‌های هسته‌ای برابر خواهد بود با:

$$3/9288 \times 10^{-25} - 3/128 \times 10^{-25} = 0/7008 \times 10^{-25} \text{ kg}$$

این مقدار اختلاف جرم هسته اورانیوم به انرژی تبدیل شده است که به کمک رابطه اینشتین آن را محاسبه می‌کنیم:

$$E = mc^2 = 0/7008 \times 10^{-25} \times (3 \times 10^8)^2 = 6/3072 \times 10^{-9} = 6/3 \times 10^{-9} \text{ J}$$

ابتدا انرژی حاصل از انفجار ۲۰ تن TNT را محاسبه می‌کنیم. (هنر تن معادل 10^9 J است).

$$? \text{ kJ} = 20 \times 10^9 \text{ J} \times \frac{1/76 \text{ kJ}}{1 \text{ g}} = 5/52 \times 10^{13} \text{ kJ}$$

حال این مقدار انرژی حاصل از انفجار TNT را برحسب زول محاسبه می‌کنیم و به کمک رابطه اینشتین مقدار جرم ماده پرتوزا را به دست می‌آوریم:

$$? \text{ J} = E = 5/52 \times 10^{13} \text{ kJ} \times \frac{10^3}{1 \text{ kJ}} = 5/52 \times 10^{16} \text{ J}$$

$$E = mc^2 \Rightarrow 5/52 \times 10^{16} = m \times (3 \times 10^8)^2$$

$$m = \frac{5/52 \times 10^{16}}{9 \times 10^{16}} = 6/12 \times 10^{-7} \text{ kg}$$

۱ (پ) درست و موارد (پ) و (ت) نادرست هستند.

۲ عناصرهای سبک مانند لیتیم و کربن به عناصرهای سنگین‌تر مانند آهن و طلا تبدیل می‌شوند.

۳ (پ) درست هستند.

۴ تمام واکنش‌های هسته‌ای لزوماً تبدیل اتم سبک‌تر به سنگین نمی‌باشد بلکه واکنش‌های هسته‌ای از نوع تبدیل اتم سنگین به سبک‌تر هم وجود دارد.

۵ تشکیل کیهان، با تشکیل ذره‌های سبک‌تر آغاز شده است.

۶ (پ) و (ت) درست‌اند.

۷ آهن سنگین‌تر از اکسیژن است، پس دیرتر به وجود آمده است.

۸ جمله‌های (پ) و (ت) نادرست هستند.

۹ (پ) سیلیسیم و کلسیم تنها در سیاره زمین یافت می‌شود.

۱۰ (ت) هر چه دمای ستاره بیش‌تر باشد شرایط تشکیل عناصرهای سنگین‌تر فراهم می‌شود.

۱۱ علت گازی بودن سیاره مشتری و برخی سیاره‌های دیگر به نوع و درصد عناصرهای گازی تشکیل‌دهنده آن بستگی دارد نه به فاصله از خورشید.

۱۲ فرولان‌ترین ایزوتوپ هلیوم همان ^3He است که عدد جرمی آن برابر ۳ است.

از آن‌جا که عدد جرمی یک اتم ^{24}Mg برابر ۲۴ است، برای به‌وجود آمدن آن حداقل ۶ اتم ^4He لازم است.

۱۳ در واکنش‌های هسته‌ای قانون پایستگی جرم رعایت نمی‌شود و هسته با تغییر جرم و یا تغییر ذره‌های زیراتمی مواجه می‌شود.

۱۴ تبدیل ذره‌های زیراتمی به هیدروژن از طریق واکنش‌های هسته‌ای انجام می‌شود. (علت نادرستی قسمت (۲۲))

هم‌چنین هلیوم طی واکنش‌های هسته‌ای به عناصرهای سبک مثل لیتیم، کربن و ... تبدیل می‌شود. (علت نادرستی قسمت (۶))

۲۵ (۲) (۳) (۴) (۵)

ایزوتوپ‌های ^1H و ^2H پایدار اما ایزوتوپ تریتیم (^3H) ناپایدار است.

۲۶ (۲) (۳) (۴) (۵)

در ایزوتوپ‌های هیدروژن و سایر عناصر، معمولاً هر چه ایزوتوبی سنگین‌تر باشد، ماندگاری و پایداری کم‌تری دارد.

۲۷ (۲) (۳) (۴) (۵)

۲۸ (۲) (۳) (۴) (۵)

سنگین‌ترین ایزوتوپ طبیعی هیدروژن، ^3H است که دارای ۲ نوترون و ۱ پروتون است.

$$\frac{n}{p} = \frac{2}{1} = 2$$

۲۹ (۲) (۳) (۴) (۵)

ایزوتوپ سبک‌تر، عدد جرمی (جرم) کم‌تری دارد.

$$\%100 = \frac{3 - 1}{30} \times 100 = 93\% \quad \text{فرآوانی فلزاتی}$$

۳۰ (۲) (۳) (۴) (۵)

ایزوتوپ‌های یک عنصر، عدد اتمی یکسان اما عدد جرمی متفاوت دارند.

۳۱ (۲) (۳) (۴) (۵)

ایزوتوپ‌های منیزیم با هر عنصر دیگری در خواص فیزیکی وابسته به جرم مثل چگالی، دمای ذوب و دمای جوش با هم تفاوت دارند.

۳۲ (۲) (۳) (۴) (۵)

با افزودن یک پروتون به سدیم، عدد جرمی و عدد اتمی آن یک واحد افزایش می‌یابد. بنابراین عدد اتمی آن به ۱۲ تبدیل می‌شود. در ضمن یک الکترون نیز به این اتم افزوده شده است و ایزوتوبی از Mg به‌دست خواهد آمد (^{24}Mg).

۳۳ (۲) (۳) (۴) (۵)

۳۴ (۲) (۳) (۴) (۵)

تمام ایزوتوپ‌های منیزیم عدد اتمی ۱۲ دارند. ایزوتوپ ^{24}Mg دارای بیش‌ترین درصد فراوانی است و سنگین‌ترین ایزوتوپ منیزیم هم ^{26}Mg است که دارای ۱۴ ($26 - 12 = 14$) نوترون می‌باشد.

۳۵ (۲) (۳) (۴) (۵)

توضیح عبارت (ا): واکنش‌پذیری شیمیایی یک رادیوایزوتوپ، مشابه با واکنش‌پذیری سایر ایزوتوپ‌های آن عنصر می‌باشد که با توجه به خواص عنصر و جایگاه آن در جدول دورهای می‌تواند کم یا زیاد باشد.

۳۶ (۲) (۳) (۴) (۵)

فقط مورد (ت) نادرست است. مقدار گاز رادون موجود در هواکره بسیار ناچیز است. بقیه موارد درست هستند.

۳۷ (۲) (۳) (۴) (۵)

اگر جرم نمونه اولیه را معادل ۱۰۰٪ درنظر بگیریم، پس از کسر ۸۷/۵ درصد، مقدار ۱۲/۵ درصد آن باقی مانده است و این یعنی ۳ دوره زمانی نیم‌عمر لازم است تا مقدار ۱۲/۵ درصد این ایزوتوپ باقی مانده باشد.

$$\frac{12.5}{100} \rightarrow \frac{12.5}{25} \rightarrow \frac{12.5}{50} \rightarrow \frac{12.5}{100} \rightarrow \text{سال } 12.5$$

بنابراین مدت زمان لازم برای از بین رفتن ۸۷/۵٪ (باقی‌مانده ۱۲/۵٪) عبارت است از:

$$12.5 \times 3 = 37.5 \text{ سال}$$

در رابطه اینشتین جرم ماده برحسب kg به‌دست می‌آید که آن را برحسب محاسبه می‌کنیم:

$$g = 6.13 \times 10^{-7} \text{ kg} \times \frac{10^3 \text{ g}}{1 \text{ kg}} = 6.13 \times 10^{-4} \text{ g} = 0.000613 \text{ g}$$

۱۹ (۲) (۳) (۴) (۵)

$$A = Z + n \Rightarrow 95 = Z + 5 \Rightarrow Z = 90$$

$$\Rightarrow n = 95 - 90 = 5$$

۲۰ (۲) (۳) (۴) (۵)

$$\text{گزینه (۱): } {}_{20}^{40}\text{Ca}^{2+} \Rightarrow n - e = 20 - 18 = 2$$

$$\text{گزینه (۲): } {}_{17}^{35}\text{Cl}^{-} \Rightarrow n - e = 18 - 18 = 0$$

$$\text{گزینه (۳): } {}_{35}^{80}\text{Br}^{-} \Rightarrow n - e = 45 - 36 = 9$$

$$\text{گزینه (۴): } {}_{29}^{64}\text{Cu}^{2+} \Rightarrow n - e = 35 - 27 = 8$$

۲۱ (۲) (۳) (۴) (۵)

با توجه به این‌که تعداد پروتون‌ها ۲ واحد از تعداد الکترون‌ها بیش‌تر است، پس می‌توان چنین نتیجه گرفت که اختلاف نوترون‌ها با پروتون‌ها برابر ۴ است. یعنی:

$$n = Z + 4$$

$$A = n + Z \Rightarrow 22 = (Z + 4) + Z \Rightarrow 22 = 2Z + 4$$

$$\Rightarrow Z = \frac{22 - 4}{2} = 9$$

۲۲ (۲) (۳) (۴) (۵)

مقدار X را به‌دست می‌آوریم:

$$A = Z + n \Rightarrow 24 = Z + 12 \Rightarrow Z = 12$$

با توجه به این‌که A^{2+} ، ۲۰ کم‌تر از Z دارد پس تعداد الکترون‌ها برابر ۱۰ است. (رد گزینه (۱))

حال مقدار Y را به‌دست می‌آوریم. چون B خنثی است پس شمار الکترون‌ها با پروتون‌های آن برابر است:

$$y = A = n + Z = 16 + 15 = 31$$

بنابراین $y = 31$ است. (رد گزینه (۴))

برای محاسبه Z ، چون یون $3-$ است، مقدار پروتون‌ها ۳ واحد از تعداد الکترون‌های آن کم‌تر است.

$$p = Z = 18 - 3 = 15 \Rightarrow A = 17 + 15 = 32$$

بنابراین Z یعنی عدد جرمی C برابر ۳۲ است. (رد گزینه (۲))

اگر نماد شیمیایی کامل B و C را بنویسیم، متوجه می‌شویم این دو اتم ایزوتوپ همدیگر هستند: (تأیید گزینه (۳))



۲۳ (۲) (۳) (۴) (۵)

ساختار رسم‌شده دارای ۷ پروتون ($Z = 7$) و ۳ الکترون ($3-$) و ۱۰ الکترون است. یعنی ${}_{7}^{13}\text{N}^{3-}$.

۲۴ (۲) (۳) (۴) (۵)

هیدروژن دارای ۱ ایزوتوپ است که از میان آن‌ها سه ایزوتوپ طبیعی و چهار ایزوتوپ ساختگی است. سنگین‌ترین ایزوتوپ طبیعی هیدروژن ^3H است با عدد جرمی ۳ و سبک‌ترین ایزوتوپ طبیعی هیدروژن نیز ^1H است که عدد جرمی آن برابر یک می‌باشد. بنابراین:

$$\frac{{}^3\text{H}}{{}^1\text{H}} = \frac{3}{1} = 3$$

(ب) مهم‌ترین چالش صنایع هسته‌ای، پرتوزا و خطرناک بودن پسماند راکتورهای اتمی است.

$$\frac{118-92}{118} \times 100 = 22\%$$

(ت)

(ا) تکنسیم به دلیل مشابه بودن اندازه یون حاوی آن (TeO_4^{2-}) با اندازه یون یدید (I^-) و جذب توسط غده تیروئید برای تصویربرداری استفاده می‌شود.

(ب) شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزا، اورانیوم - ^{235}U است که اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می‌رود. تعداد نوترون‌های ^{235}U برابر است با:

$$n = A - Z = 235 - 92 = 143$$

هر چهار عبارت در رابطه با غنی‌سازی ایزوتوپی درست‌اند.

(ا) پسماند راکتورهای اتمی به علت پرتوزا بودن خطرناک هستند؛ از این رو دفع آن‌ها از جمله چالش‌های صنایع هسته‌ای به شمار می‌آید.

(ب) تکنسیم (^{99}Tc) نخستین عنصر ساخت دست بشر است که در واکنش‌های هسته‌ای (راکتورها) ساخته شده است.

(پ) دود سیگار و قلیان، مقدار قابل توجهی مواد پرتوزا دارد. از این رو اغلب افرادی که به سرطان ریه دچار می‌شوند، سیگاری هستند.

عبارات (ا) و (ب) صحیح هستند.

بررسی سایر موارد:

(پ)؛ جدول تناوبی امروزی برحسب افزایش عدد اتمی تنظیم شده است.

(ت)؛ لاتانیدها از خانه شماره ۵۷ تا ۷۰ جدول را اشغال کرده‌اند.

(ث)؛ برای اندازه‌گیری جرم اتمی از دستگاه طیف‌سنج جرمی استفاده می‌شود.

منیزیم، کلسیم و باریم به گروه دوم جدول تناوبی تعلق دارند، پس خواص شیمیایی مشابه دارند.

عبارت‌های (ا) و (ب) درست هستند.

پتاسیم (K) و وانادیوم (V) یک حرفی و بقیه عنصرهای دوره چهارم دو حرفی هستند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

(پ) شماره گروه دو عنصر A و B یکسان نیست پس خواص شیمیایی آن‌ها متفاوت است.

نکته: شماره گروه عناصر نزدیک به انتهای دوره از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$(\text{عدد اتمی عنصر} - \text{عدد اتمی گاز نجیب هم‌دوره}) - 18 = \text{شماره گروه عنصر}$$

$$17 = 53 - (54 - 18) = 18 - \text{شماره گروه A}$$

$$15 = 83 - (86 - 18) = 18 - \text{شماره گروه B}$$

(ت) عدد اتمی گاز نجیب دوره پنجم برابر ۵۴ است بنابراین اگر عدد اتمی عنصر گروه A را X در نظر بگیریم، می‌توان نوشت:

$$24 = X - (54 - 18) \Rightarrow X = 18 - 8 = 10 = \text{شماره گروه}$$

۲۸ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

اگر جرم ^1H اولیه را برابر $1/100$ فرض کنیم مدت زمان لازم برای تبدیل حدود ۹۷٪ آن یعنی باقی ماندن حدود ۳٪ آن را می‌توان به صورت زیر محاسبه کرد:

$$1/100 \rightarrow 1/25 \rightarrow 1/5 \rightarrow 1/12.5 \rightarrow 1/250$$

$$1/250 \rightarrow 1/125 \rightarrow 1/62.5 \rightarrow 1/31.25$$

۶۰ سال طول می‌کشد تا حدود ۳٪ جرم نمونه اولیه باقی بماند، یعنی از بین رفتن ۹۷٪ آن.

۲۹ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

۲۵۰ میلی گرم معادل ۰/۲۵ گرم است. از ۱۶ گرم اولیه، نیم‌عمرها را تا رسیدن به ۰/۲۵ گرم محاسبه می‌کنیم تا شمار نیم‌عمرهای آن به دست آید:

$$16g \xrightarrow{(1)} 8g \xrightarrow{(2)} 4g \xrightarrow{(3)} 2g \xrightarrow{(4)} 1g \xrightarrow{(5)} 0.5g$$

$$\xrightarrow{(6)} 0.25g$$

تعداد ۶ نیم‌عمر لازم است تا ۱۶g تکنسیم به ۰/۲۵ گرم آن تبدیل شود.

$$\text{ساعت } 6 = \frac{24}{6} = \frac{\text{کل زمان سیری شده}}{\text{شمار نیم‌عمرها}} = \text{نیم‌عمر}$$

۳۰ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

برای تبدیل ۸ میلی‌گرم تکنسیم به ۰/۵ میلی‌گرم آن باید ۴ دوره نیم‌عمر این عنصر طی شود.

$$8mg \xrightarrow{(1)} 4mg \xrightarrow{(2)} 2mg$$

$$\xrightarrow{(3)} 1mg \xrightarrow{(4)} 0.5mg$$

مدت زمان طی شدن این ۴ دوره، ۲۴ ساعت بوده است، یعنی نیم‌عمر این عنصر ۶ ساعت است.

۳۱ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

فراوانی اورانیوم - ^{235}U در مخلوط طبیعی آن کمتر از ۰/۷ درصد است که با توجه به این عدد می‌توان تعداد ایزوتوپ اورانیوم - ^{235}U را تخمین زد:

$$0.7\% = \frac{x}{10000} \Rightarrow x = 70 = \text{درصد فراوانی}$$

۳۲ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

هر پنج مورد درست‌اند.

۳۳ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

موارد اول، دوم و چهارم درست است.

شکل درست گزینه ۳؛ اندازه یون حاوی تکنسیم مشابه اندازه یون یدید است و در تیروئید جذب می‌شود.

۳۴ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

فقط فراوانی طبیعی ایزوتوپ اورانیوم - ^{235}U کمتر از ۰/۷ درصد است نه همه رادیوایزوتوپ‌های اورانیوم.

۳۵ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

رادیوایزوتوپ‌های ^{54}Fe و ^{99}Tc به ترتیب در دستگاه گردش خون و غده تیروئید تجمع می‌کنند. بنابراین تصویربرداری این اندام‌ها به خاطر پرتوزایی این رادیوایزوتوپ‌ها واضح‌تر خواهد بود.

۳۶ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

موارد (پ) و (ت) درست هستند.

دلیل نادرست بودن سایر عبارات:

(ا) به علت تشابه اندازه یون حاوی تکنسیم با یون یدید، از تکنسیم در تصویربرداری غده تیروئید استفاده می‌شود نه تشابه در خواص شیمیایی آن دو.

یعنی در گزینه (۳) جمله درست بیان شده است.

یعنی در گزینه (۳) جمله درست بیان شده است.

Page 24 of 24

پورسی عبارت‌ها:

$$\Delta Z = Z_D - Z_C = 19 - 8 = 11$$

$$\frac{1}{12} = 0.0833$$



گزینه (۳): جرم یک الکترون برابر است با $\frac{1}{1836} \text{amu}$ (**** Δamu)

گزینه (۴): جرم اتم هیدروژن برابر است با 1 amu ولی جرم مولی آن می‌شود $1 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$

Downloaded from www.cambridge.org/core. University of Cambridge, on 01 Jun 2018 at 11:00:00, subject to the Cambridge Core terms of use, available at <http://www.cambridge.org/core/terms>. <https://doi.org/10.1017/9781315336435.008>



Figure 1. A schematic diagram of the experimental setup. The subject is seated in a chair, viewing a screen displaying a target. The target is a small object (e.g., a ball) that is launched from a starting position. The subject's hand is positioned at the starting position, and the target is launched towards the subject's hand. The subject's hand is positioned at the starting position, and the target is launched towards the subject's hand.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

Copyright 2011 Cengage Learning. All Rights Reserved. May not be copied, scanned, or duplicated, in whole or in part. Due to electronic rights, some third party content may be suppressed from the eBook and/or eChapter(s). Editorial review has determined that any suppressed content does not materially affect the overall learning experience. Cengage Learning reserves the right to remove additional content at any time if subsequent rights restrictions require it.

نتیجیات هر عنصری با گام نخست همواره خود A استون فاصله داشت.

جواب مورد نظر است.

$$\Delta F - F_P = \lambda$$

.....

گروه سیزدهم و دورا سوم $\Rightarrow A_{13}$

گروه اول و دوره چهارم $X \Rightarrow 19$

گروه سیزدهم و دوازدهم چهارم $\Rightarrow Y$ و

$$D \rightarrow \text{aka } \text{aka} \text{ aka} \text{ aka} \text{ aka} \text{ aka}$$

دوره پنجم و دوره چهارم

.....

متذلیف یک معلم نسیمی اهل روسیه بود که به وجود رولند نکاوینی میان

عنصرها مشابه با شیوه‌ای که امروز می‌شناسیم، پی برد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱): در حالی که هر ستون شامل عنصرها با خواص شیمیایی مشابه

است ولی خواص شیمیایی عنصرهایی که در یک دوره از جدول جای

دارند، متفاوت است.

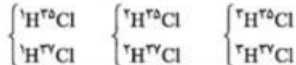
روش دوم:

$$\overline{M} = 121 + \frac{23}{100} (123 - 121) = 121.46$$

$$\overline{M} = \frac{(55 \times 8) + (59 \times 2)}{8 + 2} = 55.8 \text{ amu}$$

در مجموع ۶ نوع مولکول H_2 خواهیم داشت.

مناسب‌ترین شیوه برای پاسخ به این گونه تست‌ها، رسم مولکول است. در کل ۶ نوع مولکول داریم:



$$\overline{M} = \frac{(1 \times 12) + (2 \times 4) + (3 \times 2)}{12 + 4 + 2} = 1.4 \text{ amu}$$

اگر ایزوتوپ‌ها را برحسب جرم سبک و سنگین با شماره‌های ۱، ۲ و ۳ بخوانیم و فراوانی کل را برابر با ۱۰۰ در نظر بگیریم:

$$\begin{cases} m_1 = 20 \\ m_2 = 21 \\ f_1 = f_1 \\ f_2 = 2f_1 \end{cases} \quad \begin{cases} m_3 = 22 \\ m_4 = 23 \\ f_3 = 100 - (f_1 + 2f_1) = 100 - 3f_1 \end{cases}$$

$$\overline{M} = \frac{m_1 f_1 + m_2 f_2 + m_3 f_3}{f_1 + f_2 + f_3} = \frac{20f_1 + 21(2f_1) + 22(100 - 3f_1)}{100} \Rightarrow 21.4 = \frac{20f_1 + 42f_1 + 2200 - 66f_1}{100} \Rightarrow 2140 = 20f_1 + 42f_1 + 2200 - 66f_1 \Rightarrow -60 = -24f_1 \Rightarrow f_1 = 15\%$$

$$f_2 = 2f_1 = 2(15) = 30\% \quad f_3 = 100 - (15 + 30) = 55\%$$

با توجه به f_1 سایر فراوانی‌ها را محاسبه می‌کنیم:

$$f_2 = 2f_1 = 2(15) = 30\% \quad f_3 = 100 - (15 + 30) = 55\%$$

$$\overline{M} = \frac{12f_1 + 16f_2}{f_1 + f_2} = \frac{12f_1 + 16(100 - f_1)}{100} \Rightarrow f_1 = 90 \Rightarrow f_2 = 10$$

$$\frac{f_2}{f_1} = \frac{10}{90} = \frac{1}{9}$$

ابتدا جرم اتمی ایزوتوپ مجهول X^A را به‌دست می‌آوریم:

$$\overline{M} = \frac{(X \times 12) + (26 \times 3)}{12 + 3} \Rightarrow X = 24 \text{ amu}$$

بنابراین ایزوتوپ‌های ${}^{24}A$ و ${}^{26}A$ را داریم که ایزوتوپ سنگین‌تر، ${}^{26}A$ فراوانی کم‌تری داشته و پایداری آن نیز کم‌تر است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

$$\frac{12}{15} \times 100 = 80\% \quad \text{گزینه (۲): فراوانی ایزوتوپ X^A برابر است با:}$$

$$\text{گزینه (۳): ایزوتوپ سبک‌تر (${}^{12}A$) دارای ۱۲ نوترون است.}$$

$$A = Z + n \Rightarrow n = A - Z = 24 - 12 = 12$$

گزینه (۴): تعداد ایزوتوپ‌های سبک‌تر چهار برابر ایزوتوپ‌های سنگین‌تر است.

$$\overline{M} = \frac{(2 \times 2) + (3 \times 1)}{2 + 1} = \frac{7}{3} = 2.33$$

$$\overline{M} = \frac{(2 \times 2) + (3 \times 1)}{2 + 1} = \frac{7}{3} = 2.33$$

ایزوتوپ‌های یک عنصر در موارد زیر با هم تفاوت دارند: عدد جرمی، جرم اتمی، تعداد نوترون‌ها، پایداری، فراوانی و خواص فیزیکی وابسته به جرم.

$$\overline{M} = \frac{(2 \times 2) + (3 \times 1)}{2 + 1} = \frac{7}{3} = 2.33$$

$$\overline{M} = \frac{(2 \times 2) + (3 \times 1)}{2 + 1} = \frac{7}{3} = 2.33$$

در اتم ${}^Z_Z A$ ، عدد پروتون، Z ، عدد نوترون، $(2Z - Z) = Z$ عدد الکترون داریم که از جرم الکترون در اتم A صرف‌نظر می‌کنیم. اگر جرم پروتون و نوترون را برابر ۱ amu فرض کنیم:

$$\text{جرم نوترون‌ها} + \text{جرم پروتون‌ها} = \text{جرم اتمی } {}^Z_Z A \\ = Z(\text{amu}) + Z(\text{amu}) = 2Z(\text{amu})$$

$$\text{جرم الکترون‌ها} = Z \times \frac{1}{1836}(\text{amu}) = \frac{Z}{1836}(\text{amu})$$

$$\text{جرم الکترون‌ها} = \frac{Z}{1836} \text{ amu} \\ \text{جرم اتم } {}^Z_Z A = \frac{Z}{1836} \text{ amu}$$

$$\overline{M} = \frac{(2 \times 2) + (3 \times 1)}{2 + 1} = \frac{7}{3} = 2.33$$

موارد (ب) و (پ) درست‌اند.

$$(b) \quad 1 \text{ amu} = \frac{1}{12} ({}^1_1H) = \frac{1}{12} (1.007825 \text{ u})$$

(ت) الکترون‌ها هم، جزو ذره‌های بنیادی اتم محسوب می‌شوند.

$$\overline{M} = \frac{(2 \times 2) + (3 \times 1)}{2 + 1} = \frac{7}{3} = 2.33$$

ابتدا مقیاس جرم اتمی را برحسب ${}^{16}O$ حساب می‌کنیم و آن را با amu نشان می‌دهیم.

$$\text{amu} = \frac{1}{16} \times {}^{16}O = \frac{1}{16} \times 15.994915 = 0.999682 \text{ amu}$$

حال به کمک تناسب جرم اتمی روی را در مقیاس ${}^{16}O$ به‌دست می‌آوریم:

$$\text{amu} \quad \text{amu} \quad \text{amu} \\ 1 \quad 0.999 \quad 65.39 \Rightarrow X = \frac{65.39 \times 1}{0.999} = 65.455 \text{ amu}$$

$$\overline{M} = \frac{(2 \times 2) + (3 \times 1)}{2 + 1} = \frac{7}{3} = 2.33$$

ترتیب $({}^1_1H)$ دارای یک الکترون، یک پروتون و دو نوترون است.

جرم دو نوترون + جرم یک پروتون + جرم یک الکترون = جرم ترتیب

$$= [1.007825 + 2(1.008665)] \times 10^{-23} \text{ g} = 4.03298 \times 10^{-23} \text{ g}$$

$$\overline{M} = \frac{(2 \times 2) + (3 \times 1)}{2 + 1} = \frac{7}{3} = 2.33$$

$$\overline{M} = \frac{(25 \times 75) + (27 \times 25)}{100} = 25.5 \text{ amu}$$

بدون محاسبه، گزینه‌های (۳) و (۴) رد می‌شوند، زیرا جرم اتمی میانگین به جرم ایزوتوپ سبک‌تر نزدیک‌تر است. پس درصد فراوانی ${}^{25}Cl$ باید بیش‌تر از ۵۰٪ باشد.

$$\overline{M} = \frac{(2 \times 2) + (3 \times 1)}{2 + 1} = \frac{7}{3} = 2.33$$

درصد فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر می‌شود:

$$\overline{M} = \frac{(121 \times 57) + (123 \times 43)}{100} = 121.9 \text{ amu}$$

۹۳ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

موارد (ب)، (پ) و (ت) درست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

(ا) ایزوتوپ دارای ۲۰ نوترون، فراوانی کم‌تری داشته پس پایداری آن هم کم‌تر است.

(ب) فراوانی ایزوتوپ ^{35}Cl برابر ۲۵٪ و ایزوتوپ ^{37}Cl ۷۵٪ می‌باشد که نسبت آن‌ها یک اتم ^{35}Cl در برابر ۳ اتم ^{37}Cl خواهد بود.

$$\bar{M} = \frac{m_1 f_1 + m_2 f_2}{f_1 + f_2} = \frac{(27 \times 25) + (35 \times 75)}{25 + 75} = 35/5 \text{ amu} \quad (\text{پ})$$

اختلاف جرم اتمی میانگین و جرم اتمی ایزوتوپ سنگین‌تر (^{37}Cl) برابر است با:

$$37 - 35/5 = 1/5 \text{ amu}$$

(ت) دو ایزوتوپ کلر ۲ واحد عدد جرمی با هم تفاوت دارند که اگر هر واحد جرمی را برابر ۱ amu درنظر بگیریم، تفاوت جرم اتمی دو ایزوتوپ کلر برابر ۲ amu خواهد بود:

$$2 \times 1/66 \times 10^{-27} = 3/332 \times 10^{-27} \text{ g} = 3/332 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

۹۴ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

$$\left. \begin{aligned} {}^{12}\text{C}^{25}\text{Cl}_2 &\Rightarrow 12 + 2(25) = 152 \\ {}^{13}\text{C}^{27}\text{Cl}_2 &\Rightarrow 13 + 2(27) = 161 \end{aligned} \right\} \Rightarrow 161 - 152 = 9$$

۹۵ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

$$\bar{M} = \frac{59 \times 1 + 55 \times 4}{5} = 55/8$$

۹۶ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

$$\bar{M} = \frac{106/9 \times 52 + 108/9 \times 48}{100} = 107/86$$

۹۷ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

در ۵ گرم اتم‌های هیدروژن نصف عدد آووگادرو اتم وجود دارد:

$$0/5 \times 6/02 \times 10^{23} = 3/01 \times 10^{23}$$

۹۸ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

فقط مورد (ب) نادرست است. جرم یک مول ذره بر حسب گرم را جرم مولی می‌گویند.

۹۹ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

$$\begin{aligned} ? \text{ Fe} &= 0/028 \text{ g Fe} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{56 \text{ g Fe}} \times \frac{6/02 \times 10^{23} \text{ Fe}}{1 \text{ mol Fe}} \\ &= 3/01 \times 10^{22} \text{ Fe} \text{ اتم} \end{aligned}$$

۱۰۰ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

$$? \text{ g Cu} = 3/5 \text{ mol} \times \frac{64 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 3/5 \times 64 \text{ g Cu}$$

۱۰۱ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

هر ۲۷g آلومینیم یک مول اتم Al (اتم $6/02 \times 10^{23}$) دارد.

$$? \text{ g Al} = 1/024 \times 10^{23} \text{ اتم} \times \frac{1 \text{ mol Al}}{6/02 \times 10^{23} \text{ اتم}} \times \frac{27 \text{ g Al}}{1 \text{ mol Al}} = 4/59 \text{ g Al}$$

۱۰۲ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

در هر مول CH_4 تعداد ۴ اتم H وجود دارد. پس:

$$\begin{aligned} ? \text{ اتم H} &= 0/04 \text{ mol CH}_4 \times \frac{4 \text{ mol H}}{1 \text{ mol CH}_4} \times \frac{6/02 \times 10^{23} \text{ اتم}}{1 \text{ mol H}} \\ &= 9/632 \times 10^{22} \text{ اتم} \end{aligned}$$

۸۸ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

تعداد دایره‌ها در شکل ۳۰ مورد است یعنی $f_1 + f_2 = 30$

ایزوتوپ سنگین‌تر با جرم ۲۷ amu باید سیاه رنگ رسم شوند که آن را با f_1 نشان داده و تعداد آن‌ها برابر است با:

$$\begin{aligned} f_1 &= 30 - f_2 \\ \bar{M} &= \frac{m_1 f_1 + m_2 f_2}{f_1 + f_2} \Rightarrow 26/7 = \frac{27(30 - f_2) + 27 f_2}{30} \\ 801 &= 720 - 24 f_2 + 27 f_2 \Rightarrow f_2 = 27 \end{aligned}$$

۸۹ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

جرم اتمی $\Rightarrow 38 \text{ amu} = 18 + 20 = 38$ عدد جرمی ایزوتوپ اول

جرم اتمی $\Rightarrow 36 \text{ amu} = 18 + 18 = 36$ عدد جرمی ایزوتوپ دوم

$$\begin{aligned} 100 &= (20 + 20) - (20 + 20) = 100 \\ \frac{(38 \times 20) + (36 \times 20)}{100} &= 36/8 \Rightarrow m_p = 36 \end{aligned}$$

حال برای ایزوتوپ سوم می‌توان نوشت:

$$A = Z + n \Rightarrow 40 = 18 + n \Rightarrow n = 22$$

۹۰ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

$$\bar{M} = \frac{m_1 f_1 + m_2 f_2}{f_1 + f_2} \quad \text{درصد فراوانی را به فراوانی تبدیل می‌کنیم.}$$

فراوانی ۲۰٪ ایزوتوپ سنگین‌تر یعنی تعداد ایزوتوپ‌های سنگین‌تر $\frac{1}{5}$ کل ایزوتوپ‌ها است پس فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر ۴ برابر ایزوتوپ سنگین‌تر است. حال اگر جرم اتمی ایزوتوپ سنگین‌تر را A فرض کنیم، جرم اتمی ایزوتوپ سبک‌تر برابر $A - 1/25$ خواهد بود.

$$\begin{aligned} \bar{M} &= \frac{1A + 4(A - 1/25)}{1 + 4} = \frac{A + 4A - 5}{5} \\ &= \frac{5A - 5}{5} = \frac{5(A - 1)}{5} = A - 1 \end{aligned}$$

۹۱ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

ابتدا جرم اتمی میانگین هر اتم را محاسبه می‌کنیم:

$$\begin{aligned} \bar{M}_A &= \frac{(10 \times 25) + (90 \times 27)}{100} = 26/8 \text{ amu} \\ \bar{M}_X &= \frac{(20 \times 25) + (80 \times 27)}{100} = 26/6 \text{ amu} \end{aligned}$$

حال جرم مولی (مولکولی) مولکول داده‌شده را محاسبه می‌کنیم:

$$\begin{aligned} \text{جرم مولی } A_2 X_3 &= 2(A) + 3(X) = 2(26/8) + 3(26/6) \\ &= 202/4 \text{ amu} \end{aligned}$$

۹۲ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

$$\bar{M} = \frac{m_1 f_1 + m_2 f_2 + m_3 f_3}{f_1 + f_2 + f_3}$$

جمع دو فراوانی باقی‌مانده ۸۰٪ است. پس: $f_2 = 80 - f_1$

$$\begin{aligned} 86/4 &= \frac{88 f_1 + 86(80 - f_1) + 84(20)}{100} \\ f_1 = 40 &\Rightarrow f_2 = 40 \end{aligned}$$

(ت) درست است.

$$? \text{ atom He} = 2/3 \text{ g He} \times \frac{1 \text{ mol He}}{4 \text{ g He}} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ atom He}}{1 \text{ mol He}} = 6.02 \times 10^{23} \text{ atom He}$$

110

ابتدا تعداد اتم‌های موجود در ۴/۴ گرم هلیوم را محاسبه می‌کنیم. جرم مولی هلیوم برابر 4 g.mol^{-1} است:

$$? \text{ atom He} = 4/4 \text{ g He} \times \frac{1 \text{ mol He}}{4 \text{ g He}} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ atom He}}{1 \text{ mol He}} = 6.02 \times 10^{23} \text{ atom He}$$

حال محاسبه می‌کنیم که این تعداد اتم کربن چند گرم جرم دارند:

$$? \text{ g C} = 6.02 \times 10^{23} \text{ atom C} \times \frac{1 \text{ mol C}}{6.02 \times 10^{23} \text{ atom C}} \times \frac{12 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}} = 12 \text{ g C}$$

111

هر یک مول H_2O برابر ۱۸g است.

$$? \text{ mol H}_2\text{O} = 0.9 \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18 \text{ g H}_2\text{O}} = 0.05 \text{ mol H}_2\text{O}$$

$$= \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ مولکول H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} \times 0.05 \text{ mol H}_2\text{O} = 3.01 \times 10^{22} \text{ مولکول H}_2\text{O}$$

112

هر یون آلومینیم Al^{3+} دارای ۱۰ الکترون است. بنابراین ابتدا باید $0.002 \text{ mol Al}^{3+}$ را به کمک عدد آووگادرو به تعداد یون Al^{3+} تبدیل کنیم و سپس تعداد الکترون‌های آن را به دست آوریم:

$$? e^- = 0.002 \text{ mol Al}^{3+} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ Al}^{3+}}{1 \text{ mol Al}^{3+}} \times \frac{10 e^-}{1 \text{ Al}^{3+}} = 1.204 \times 10^{22} e^-$$

113

۱ مول بنزویک اسید شامل ۷ مول کربن، ۶ مول هیدروژن و ۲ مول اکسیژن است:

$$? \text{ g C} = 7 \text{ mol C} \times \frac{12 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}} = 84 \text{ g C}$$

$$? \text{ g H} = 6 \text{ mol H} \times \frac{1 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} = 6 \text{ g H}$$

$$? \text{ g O} = 2 \text{ mol O} \times \frac{16 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}} = 32 \text{ g O}$$

$$= 84 + 6 + 32 = 122 \text{ g} \Rightarrow 1 \text{ mol C}_7\text{H}_6\text{O}_2 = 122 \text{ g}$$

114

حال به کمک تناسب تعداد گرم‌های موجود در ۰۰۵/۱۸۰g مول آسپرین را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ mg} = 0.005 \text{ mol} \times \frac{180 \text{ g}}{1 \text{ mol}} \times \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} = 900 \text{ mg}$$

115

(ا) $1 \text{ mol C}_4\text{H}_8\text{O}_4 = 4 \text{ mol C} + 8 \text{ mol H} + 4 \text{ mol O} = 4(12) + 8(1) + 4(16) = 180 \text{ g}$
برای محاسبه جرم یک مول از مولکول‌های کربن دی‌اکسید بر حسب amu ، ابتدا جرم یک مولکول CO_2 بر حسب amu را محاسبه و سپس در عدد آووگادرو ضرب می‌کنیم:

$$? \text{ amu} = 1 \text{ mol C}_4\text{H}_8\text{O}_4 \times \frac{180 \text{ g}}{1 \text{ mol}} \times \frac{1 \text{ amu}}{1 \text{ g}} = 180 \text{ amu}$$

$$? \text{ amu} = 1 \text{ mol CO}_2 \times \frac{44 \text{ g}}{1 \text{ mol}} \times \frac{1 \text{ amu}}{1 \text{ g}} = 44 \text{ amu}$$

$$? \text{ amu} = 1 \text{ mol CO}_2 \times \frac{44 \text{ g}}{1 \text{ mol}} \times \frac{1 \text{ amu}}{1 \text{ g}} = 44 \text{ amu}$$

116

$$? \text{ atom He} = 2/3 \text{ g He} \times \frac{1 \text{ mol He}}{4 \text{ g He}} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ atom He}}{1 \text{ mol He}} = 6.02 \times 10^{23} \text{ atom He}$$

117

$$? \text{ mol H} = 6 \text{ g C}_2\text{H}_6 \times \frac{1 \text{ mol C}_2\text{H}_6}{30 \text{ g C}_2\text{H}_6} \times \frac{6 \text{ mol H}}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_6} = 1.2 \text{ mol H}$$

118

$$? \text{ mol H} = 2.01 \times 10^{23} \text{ NH}_3 \times \frac{1 \text{ mol NH}_3}{17 \text{ g NH}_3} \times \frac{3 \text{ mol H}}{1 \text{ mol NH}_3} = 0.36 \text{ mol H}$$

119

ابتدا جرم مولی CO_2 را حساب می‌کنیم:

$$? \text{ g} = 1.2 \text{ mol CO}_2 \times \frac{44 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 52.8 \text{ g}$$

$$? \text{ mol CO}_2 = 4.4 \text{ g CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{44 \text{ g CO}_2} = 0.1 \text{ mol CO}_2$$

$$= 6.02 \times 10^{23} \text{ مولکول CO}_2 \times 0.1 \text{ mol CO}_2 = 6.02 \times 10^{22} \text{ مولکول CO}_2$$

$$? \text{ g H}_2\text{O} = 2(1) + 16 = 18 \text{ g}$$

$$? \text{ mol H}_2\text{O} = 1.8 \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18 \text{ g H}_2\text{O}} = 0.1 \text{ mol H}_2\text{O}$$

$$= 6.02 \times 10^{23} \text{ مولکول H}_2\text{O} \times 0.1 \text{ mol H}_2\text{O} = 6.02 \times 10^{22} \text{ مولکول H}_2\text{O}$$

120

$$? \text{ g Ne} = 1.204 \times 10^{22} \text{ Ne} \times \frac{20.18 \text{ g Ne}}{6.02 \times 10^{23} \text{ Ne}} = 0.396 \text{ g Ne}$$

121

$$? \text{ amu} = 0.001 \text{ mol O}_2 \times \frac{32 \text{ g O}_2}{1 \text{ mol O}_2} \times \frac{1 \text{ amu}}{1 \text{ g}} = 32 \text{ amu}$$

122

سه مورد (ا)، (پ) و (ت) درست و مورد (ب) نادرست است.

بررسی عبارت‌ها:

$$? \text{ g C} = 2.5 \text{ mol C} \times \frac{12 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}} = 30 \text{ g C}$$

(ب) نادرست است.

$$? \text{ g H}_2\text{SO}_4 = 0.1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4 \times \frac{98 \text{ g H}_2\text{SO}_4}{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4} = 9.8 \text{ g H}_2\text{SO}_4$$

(پ) درست است. یک اتم اکسیژن تقریباً 16 amu جرم دارد و چون هر amu دارای جرمی حدود $1.66 \times 10^{-24} \text{ g}$ است. بنابراین جرم یک اتم اکسیژن به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$? \text{ g O} = 16 \text{ amu} \times \frac{1.66 \times 10^{-24} \text{ g}}{1 \text{ amu}} = 2.656 \times 10^{-23} \text{ g O}$$

(ب) درست. هر فلز طیف نشری خطی ویژه خود را دارد و مانند اثر انگشت، می‌توان از آن طیف برای شناسایی فلز استفاده کرد.

(ت) درست.

(ث) نادرست. تعداد خطهای نشری خطی هیدروژن و لیتیم در ناحیه مرئی هر دو برابر ۴ می‌باشد.

فقط مورد (پ) نادرست است. بسیاری از نمکها دارای شعله رنگی هستند.

همه موارد درستاند به‌جز مورد (ت).

شکل درست عبارت (ت): چهار نوار رنگی در طیف نشری خطی لیتیم عبارتند از: قرمز، زرد، آبی آسمانی و آبی پررنگ

هنگام برانگیخته شدن الکترون و برگشت به حالت پایه، تمام انتقالات در ناحیه مرئی قرار ندارد و به طور مثال فقط انتقالات ترازهای بالایی به تراز دوم برای هیدروژن در ناحیه مرئی قرار می‌گیرد. (نه همه عنصرها)

طیف نشری نمونه مجهول همان طیف نشری خطی Li است. زیرا دارای ۴ نوار رنگی در همان طول موجهای ۴ نوار رنگی Li می‌باشد.

همه عبارتها درست هستند به‌جز عبارت (ب).

ممکن است هر عنصر دارای خطوط فراوانی در طیف نشری خطی باشد، اما فقط بخشی از آن‌ها در ناحیه مرئی قرار گیرند. مانند طیف نشری خطی H که دارای بیش از ۲۰ خط می‌باشد اما از این ۲۰ خط طیف نشری H فقط چهار خط در ناحیه مرئی دیده می‌شود.

نئون (Ne) دارای تعداد الکترون بیشتر است، بنابراین شمار خطوط طیف نشری آن هم بیشتر است.

در طیف نشری عنصرها، فقط برخی خطها در ناحیه مرئی قرار می‌گیرند.

الکترون نمی‌تواند هر مقدار دلخواهی از انرژی دریافت کند، بلکه مقدار معین و کافی لازم دارد.

انرژی اضافی الکترون در حالت برانگیخته با طول موج انتشار یافته، رابطه عکس دارد.

نزدیک‌ترین لایه به هسته دارای کمترین انرژی بوده و پایدارترین است.

به‌جز مورد (ا) سایر موارد درست هستند.

مدل اتمی بور فقط توانست طیف نشری خطی اتم H و یون‌هایی که یک الکترون دارند را توجیه کند مثل He^+ و Li^{2+} .

۱۱۶ (۴) (۳) (۲) (۱)

۱۱۷ (۴) (۳) (۲) (۱)

(۱) نور خاصیت موجی دارد.

(۳) رنگین‌کمان حاصل از نور خورشید بی‌نهایت طول موج در طیف هفت‌گانه خود دارد.

(۴) نور مرئی هنگام عبور از منشور تجزیه شده و موجب تشکیل طیف پیوسته‌ای (نه گسسته) از نورهای سرخ تا بنفش می‌شود.

۱۱۸ (۴) (۳) (۲) (۱)

مورد (ب) و (پ) نادرست هستند. شکل صحیح این عبارت‌ها:

(ب) بلندترین طول موج در طیف الکترومغناطیسی مربوط به امواج رادیویی و سپس ریزموجها است.

(پ) بسیاری از نمکها شعله رنگی دارند نه تمام نمکها.

۱۱۹ (۴) (۳) (۲) (۱)

۱۲۰ (۴) (۳) (۲) (۱)

۱۲۱ (۴) (۳) (۲) (۱)

۱۲۲ (۴) (۳) (۲) (۱)

شکل صحیح عبارت‌های نادرست:

(۱) نور سفید خورشید با عبور از قطره‌های آب موجود در هوا، تجزیه شده و طیف پیوسته‌ای از رنگها را ایجاد می‌کند.

(ت) میزان انرژی نور زرد از نور نارنجی بیش از آن است زیرا: سبز < زرد < نارنجی انرژی → سبز > زرد > نارنجی، طول موج

با در نظر گرفتن ترتیب شکست نورها گزینه‌های (۱) و (۳) حذف می‌شوند. همچنین با توجه به اندازه طول موج متناسب با هر رنگ گزینه (۲) حذف می‌شود.

ترتیب طول موج رنگها در طیف خورشیدی به‌صورت زیر است:
بنفش > نیلی > آبی > سبز > زرد > نارنجی > سرخ، طول موج

۱۲۳ (۴) (۳) (۲) (۱)

۱۲۴ (۴) (۳) (۲) (۱)

۱۲۵ (۴) (۳) (۲) (۱)

۱۲۶ (۴) (۳) (۲) (۱)

از طیف‌سنج جرمی برای تعیین جرم اتمها استفاده می‌شود.

۱۲۷ (۴) (۳) (۲) (۱)

لیتیم قرمز و مس سبز رنگ است و به راحتی قابل تشخیص از هم هستند. اما بقیه گزینه‌ها طیف رنگی نزدیک به هم از طیف قرمز دارند که ممکن است، خطای انسانی و خطای آزمایش مانع از تشخیص درست شود.

سدیم: زرد (مایل به نارنجی) و نئون: قرمز

۱۲۸ (۴) (۳) (۲) (۱)

شعله سولفات لیتیم به رنگ قرمز لاکه و سولفات کلسیم به رنگ نارنجی (قرمز آجری) است.

۱۲۹ (۴) (۳) (۲) (۱)

عبارت‌های ا، ب، پ و ت درست هستند.

(ا) درست.

(ب) درست. هر چه فاصله بین لایه‌ها بیشتر باشد، در نتیجه انتقال الکترون، نور با طول موج کمتر تولید می‌شود.

۱۵۲ (۴) (۳) (۲) (۱)

خطوط طیف نشری مس و جیوه در خطوط طیف نشری نمونه، مشاهده می‌شوند که روی یک طیف قرار گرفته‌اند.

۱۵۵ (۴) (۳) (۲) (۱)

انرژی الکترون‌ها در اتم با افزایش فاصله از هسته فزونی می‌یابد. هر چه فاصله بیش‌تر باشد، انرژی بیش‌تر و طول موج کم‌تر خواهد بود.

۱۵۶ (۴) (۳) (۲) (۱)

الکترون‌ها با جذب انرژی به‌صورت نور، گرما و ... می‌توانند به لایه‌های بالاتر انرژی برانگیخته شوند.

۱۵۷ (۴) (۳) (۲) (۱)

انرژی الکترون کوانتومی است. (شیوه دریافت و پرداخت پلکانی انرژی) البته لزومی ندارد که سقوط الکترون حتماً لایه به لایه باشد. (ردگزینۀ (۴))

۱۵۸ (۴) (۳) (۲) (۱)

اگر اتم هیدروژن و یا هر اتم دیگری لایه لایه نباشد، طیف نشری خطی حاصل نمی‌شود بلکه طیف پیوسته ایجاد خواهد شد. یعنی الکترون می‌تواند هر مقدار دلتخواه انرژی را دریافت یا پرداخت کند. بنابراین طیف نشری پیوسته ایجاد خواهد شد.

۱۵۹ (۴) (۳) (۲) (۱)

اگر اتمی از حالت پایه به حالت برانگیخته تغییر کند، الکترون‌های آن به لایه‌های بالاتر منتقل شده و آرایش الکترونی آن تغییر خواهد کرد. هنگام بازیابی آرایش الکترونی، اتم انرژی خود را از دست می‌دهد. صورت درست سایر گزینه‌ها:

۲) بازیابی آرایش الکترونی یک اتم همراه با نشر انرژی با طول موج معین است.
۳) آرایش الکترونی اتم در حالت پایه و در حالت برانگیخته متفاوت است.
۴) توزیع الکترون‌ها در لایه‌های الکترونی یک اتم با انرژی الکترون مربوط می‌شود. هر چه انرژی الکترون کم‌تر باشد، الکترون در لایه‌های نزدیک‌تر به هسته قرار می‌گیرد.

۱۶۰ (۴) (۳) (۲) (۱)

موارد (۱)، (ب) و (ت) صحیح است.
شکل صحیح عبارت (پ).

C: طول موج نشرشده بلندتر و انرژی کم‌تر

۱۶۱ (۴) (۳) (۲) (۱)

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) مدل بور با موفقیت توانست تنها طیف نشری خطی هیدروژن (و یون‌هایی که دارای یک الکترون هستند) را توجیه کند، اما توانایی توجیه طیف نشری خطی دیگر عناصر را نداشت.

۳) انرژی لایه‌های الکترونی پیرامون هسته را اتم ویژه همان اتم و به عدد اتمی آن وابسته است. انرژی لایه‌ها و تفاوت انرژی میان آن‌ها در اتم عناصری گوناگون، متفاوت است. بنابراین انتظار می‌رود هر عنصر، طیف نشری خطی منحصر به فردی ایجاد کند.

۴) هر چه از هسته دورتر می‌شویم انرژی لایه‌ها بیش‌تر می‌شود، لذا سطح انرژی لایه‌های یک اتم با یکدیگر متفاوت می‌باشد.

۱۴۲ (۴) (۳) (۲) (۱)

مورد (ت) نادرست است. هر چه n بزرگ‌تر باشد، انرژی الکترون‌های موجود در آن بیش‌تر است.

۱۴۳ (۴) (۳) (۲) (۱)

ت) n نشان‌دهنده شماره لایه الکترونی است و اطلاعاتی در مورد هسته و پروتون‌ها به ما نمی‌دهد.

۱۴۵ (۴) (۳) (۲) (۱)

موارد (ب)، (پ) و (ت) درست‌اند.
شکل درست مورد (ا): ساختار لایه‌ای (مدل کوانتومی) توجیه‌کننده طیف نشری خطی همه اتم‌هاست.

۱۴۶ (۴) (۳) (۲) (۱)

پیرامون هسته اتم‌های شناخته‌شده تاکنون تعداد ۷ لایه الکترونی اصلی مشاهده شده است. این لایه‌ها از سمت درون به سمت بیرون هسته و از شماره $n=1$ تا $n=7$ شماره‌گذاری شده‌اند.

۱۴۷ (۴) (۳) (۲) (۱)

موارد (ا) و (ت) درست هستند.

بررسی سایر موارد:

(ب) داد و ستد انرژی بر اثر انتقال الکترون‌ها بین لایه‌ها به حالت (۱) شباهت بیش‌تری دارد.

(پ) بور، اعتقاد داشت الکترون در اتم هیدروژن، انرژی معینی دارد. پس حالت (۲) به نظر او نزدیک‌تر است.

۱۴۸ (۴) (۳) (۲) (۱)

مورد (ب) نادرست است. انرژی همانند ماده در نگاه میکروسکوپی گسسته و در نگاه ماکروسکوپی پیوسته است.

۱۴۹ (۴) (۳) (۲) (۱)

با کاهش فاصله الکترون از هسته، انرژی الکترون کاهش و با کاهش فاصله لایه‌ها از هسته، اختلاف انرژی بین لایه‌ها افزایش می‌یابد.



۱۵۰ (۴) (۳) (۲) (۱)

$n=4 \rightarrow n=2$: سبب تولید نور مرئی سبز رنگ می‌شود که انرژی آن از انتقال $n=5 \rightarrow n=2$ کم‌تر است. هر چه اختلاف بین لایه‌ها کم‌تر باشد، انرژی نشرشده نیز کم‌تر است.

۱۵۱ (۴) (۳) (۲) (۱)

در طیف نشری خطی هیدروژن ۴ انتقال وجود دارد. این انتقال‌ها از لایه $n=3 \rightarrow 2$ ، $n=4 \rightarrow 2$ ، $n=5 \rightarrow 2$ هستند که هر چه فاصله بین دو لایه کم‌تر باشد، انرژی کم‌تر و طول موج بلندتری دارد.

۱۵۲ (۴) (۳) (۲) (۱)

نور آبی در طیف نشری خطی هیدروژن مربوط به انتقال از لایه $n=5$ به $n=2$ است.

۱۵۳ (۴) (۳) (۲) (۱)

۱۷۵ (۴) (۳) (۲) (۱)

موارد (ب) و (ت) نادرست است. شکل درست آن‌ها:

(ب) تعداد زیرلایه‌های موجود در لایه‌های اصلی الکترونی یک اتم برابر نیست. زیرا تعداد زیرلایه‌های هر لایه اصلی برابر با شماره آن لایه است. به عنوان مثال: لایه اصلی اول، دوم و سوم هر یک به ترتیب دارای ۱، ۲ و ۳ زیرلایه هستند.

(ت) گنجایش زیرلایه d در هر لایه چه ۴d باشد چه ۵d برابر ده الکترون و گنجایش زیرلایه‌های ns و np به ترتیب هر کدام ۲ و ۶ الکترون است. بنابراین:

$$\left. \begin{array}{l} 4d = 10e^- \text{ گنجایش} \\ 2s = 2e^- \text{ گنجایش} \\ 2p = 6e^- \text{ گنجایش} \end{array} \right\} \Rightarrow 10 \neq 8 \Rightarrow 4d = 10e^-$$

$$\Rightarrow \text{گنجایش } (2s + 2p) \neq \text{گنجایش } 2d$$

۱۷۶ (۴) (۳) (۲) (۱)

موارد (ا) و (پ) درست هستند. شکل درست موارد نادرست:

(ب) حداکثر گنجایش زیرلایه‌های $l=4$ و $l=2$ عبارتند از:

$$l=4 \text{ حداکثر گنجایش} = 4l+2 = 4(4)+2 = 18e^-$$

$$l=2 \text{ حداکثر گنجایش} = 4l+2 = 4(2)+2 = 10e^-$$

بنابراین حداکثر گنجایش $l=4$ دو برابر $l=2$ نیست.

(ت) نمادهای حرفی زیرلایه‌ها عبارتند از:

$$l=0 \Rightarrow s, l=1 \Rightarrow p, l=2 \Rightarrow d, l=3 \Rightarrow f, l=4 \Rightarrow g$$

۱۷۷ (۴) (۳) (۲) (۱)

(ا) حداکثر گنجایش الکترون در هر زیرلایه با رابطه $2(2l+1)$ قابل پیش‌بینی است. (توجه کنید که شماره لایه تأثیری در گنجایش هر زیرلایه ندارد)

(ب) چهارمین زیرلایه دارای $l=3$ و سومین زیرلایه دارای $l=2$ است که گنجایش الکترونی آن‌ها برابر است با:

$$l=3 \rightarrow \text{حداکثر گنجایش الکترون} = 4(3)+2 = 14e^-$$

$$l=2 \rightarrow \text{حداکثر گنجایش الکترون} = 4(2)+2 = 10e^-$$

(پ)

$$2f \rightarrow l=3 \Rightarrow \text{حداکثر گنجایش الکترون} = 4(3)+2 = 14e^-$$

$$6s \rightarrow l=0 \Rightarrow \text{حداکثر گنجایش الکترون} = 4(0)+2 = 2e^-$$

۱۷۸ (۴) (۳) (۲) (۱)



نام زیرلایه	s	p	d	f	g
گنجایش الکترون	2	6	10	14	18

۱۸۰ (۴) (۳) (۲) (۱)

۱۶۲ (۴) (۳) (۲) (۱)

ملیف رنگین‌کمان پیوسته است و نمی‌تواند کوانتومی بودن انرژی را اثبات کند.

۱۶۳ (۴) (۳) (۲) (۱)

حداکثر تعداد الکترون‌های هر لایه به کمک رابطه $2n^2$ مشخص می‌شود.

$$n=4 \Rightarrow 2n^2 = 2(4)^2 = 32e^-$$

$$n=5 \Rightarrow 2n^2 = 2(5)^2 = 50e^-$$

۱۶۴ (۴) (۳) (۲) (۱)

هر چه اختلاف انرژی بین دو لایه الکترونی بیشتر باشد، انرژی بیشتری هنگام انتقال منتشر می‌شود. فاصله انرژی انتقال در نور (۱) بیشتر از نور (۲) است.

توضیح گزینه (۲): فقط انتقالات به $n=2$ در ناحیه مرئی و رنگی هستند (در اتم هیدروژن).

۱۶۵ (۴) (۳) (۲) (۱)

۱۶۶ (۴) (۳) (۲) (۱)

هر چه n بزرگتر باشد، فاصله الکترون‌های آن از هسته دورتر و انرژی آن‌ها بیشتر بوده و چون از هسته دورترند، بنابراین پایداری آن‌ها کمتر است.

۱۶۷ (۴) (۳) (۲) (۱)

۱۶۸ (۴) (۳) (۲) (۱)

هر چهار عبارت درست است.

۱۶۹ (۴) (۳) (۲) (۱)

انرژی الکترون کوانتومی است و یک پلکان این کوانتومی بودن انرژی را بهتر نشان می‌دهد. از طرفی چون اختلاف انرژی بین لایه‌های پایین‌تر و نزدیک‌تر به هسته بیشتر است. شکل (۲) نمایش درست‌تری از بازگشت الکترون را نشان می‌دهد.

۱۷۰ (۴) (۳) (۲) (۱)

برای الکترون نشر نور مناسب‌ترین شیوه برای از دست دادن انرژی است. الکترون‌ها در اتم برانگیخته، هنگام بازگشت به حالت پایه، نوری با طول موج معین نشر می‌کنند.

۱۷۱ (۴) (۳) (۲) (۱)

بررسی عبارت‌ها:

(ا) درست. گنجایش لایه‌های الکترونی اتم در همه لایه‌ها به تعداد عنصرهای موجود در هر دوره از جدول دورهای نیست. مثلاً تعداد الکترون در لایه اصلی سوم ($n=3$) برابر $2(3)^2 = 18e^-$ است در حالی که دوره سوم ۸ عنصر دارد. (ب) نادرست. در نزدیک‌ترین لایه الکترونی ($n=1$) اتم هیدروژن فقط یک الکترون و در سایر اتم‌ها ۲ الکترون دیده می‌شود.

(پ) نادرست. در هر زیرلایه حداکثر $4l+2$ الکترون می‌تواند وجود داشته باشد.

(ت) درست. تعداد زیرلایه‌های هر لایه با n آن لایه برابر است.

۱۷۲ (۴) (۳) (۲) (۱)

$$n=5 \Rightarrow 2n^2 = 2(5)^2 = 50e^-, n=6 \Rightarrow 2n^2 = 2(6)^2 = 72e^-$$

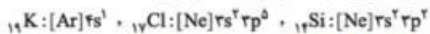
۱۷۳ (۴) (۳) (۲) (۱)

۱۷۴ (۴) (۳) (۲) (۱)

در تناوب اول فقط H و He قرار دارند که هر دو به دسته S تعلق دارند. در تناوب سوم ۲ عنصر از دسته S و ۶ عنصر از دسته p وجود دارد.

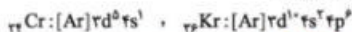
۱۹۲ (۲) (۳) (۴) (۵)

آرایش الکترونی فشردهٔ سایر گزینه‌ها به صورت زیر است:



۱۹۶ (۲) (۳) (۴) (۵)

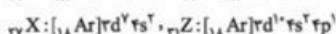
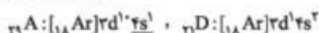
آرایش الکترونی ${}_{24}\text{Cr}$ و ${}_{25}\text{Mn}$ درست رسم نشده است. آرایش الکترونی این دو اتم به صورت زیر است:



۱۹۵ (۲) (۳) (۴) (۵)



۱۹۶ (۲) (۳) (۴) (۵)

آرایش الکترونی ${}_{19}\text{K}$ و عنصر سایر گزینه‌ها به صورت زیر هستند.آرایش الکترونی ${}_{19}\text{K}$ و ${}_{21}\text{Sc}$ به $\text{f}s^1$ ختم می‌شود.

۱۹۷ (۲) (۳) (۴) (۵)



ظرفیت $\text{f}d$ ده الکترونی است و این $\rightarrow$
زیرلایه در کروم پنج الکترون دارد. (نیمه‌پر)

۱۹۸ (۲) (۳) (۴) (۵)



۱۹۹ (۲) (۳) (۴) (۵)



۲۰۰ (۲) (۳) (۴) (۵)

فقط عبارت (۱) نادرست است. صورت آن:

قاعده آفیا آرایش الکترونی اتم اغلب (نه تمام) عناصر را پیش‌بینی می‌کند.

۲۰۱ (۲) (۳) (۴) (۵)

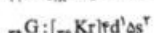
آرایش الکترونی این عنصر را با توجه به آخرین زیرلایه آن می‌نویسیم.



تعداد الکترون‌ها را از روی آرایش الکترونی می‌شماریم چون اتم خنثی است، Z (عدد اتمی) با شمار الکترون‌ها برابر است:

شمار پروتون‌ها $Z = 1s^2 + 1p^6 + 2s^2 + 2p^6 = 22 = Z = 22$ = شمار الکترون‌ها
آرگون

۲۰۲ (۲) (۳) (۴) (۵)



۱۸۲ (۲) (۳) (۴) (۵)

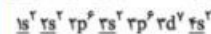
هنوز هیچ اتمی کشف نشده است که زیرلایه $\text{f}f$ آن در حالت پایه (غیربرانگیخته) الکترون داشته باشد.

۱۸۳ (۲) (۳) (۴) (۵)

$2n^2 = 2(4)^2 = 32$ = شمار الکترون‌های لایه چهارم
 $1 = 2$ = گنجایش الکترون‌های $1s$
 $1 = 2$ = گنجایش الکترون‌های $1s$

۱۸۴ (۲) (۳) (۴) (۵)

با توجه به شکل لایه سوم این اتم دارای $15e^-$ است و لایه چهارم آن دو الکترون دارد که نشان می‌دهد یک عنصر واسطه است و آرایش الکترونی کامل آن به صورت زیر است:



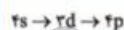
عدد اتمی این اتم برابر ۲۷ و تعداد شش زیرلایه از آن به طور کامل از الکترون پر شده است که با علامت () زیر نماد آن‌ها مشخص شده‌اند.

۱۸۵ (۲) (۳) (۴) (۵)

در لایه الکترونی سوم با $n = 3$ مقادیر مجاز l عبارتند از: $l = 0, 1, 2$

۱۸۶ (۲) (۳) (۴) (۵)

مقایسه درست گزینه (۲) به این صورت است:



۱۸۷ (۲) (۳) (۴) (۵)

هر چهار مورد درست است.

۱۸۸ (۲) (۳) (۴) (۵)

جمله درست گزینه (۴) به صورت زیر است:

مطابق قاعده آفیا، نخست زیرلایه‌های نزدیک‌تر به هسته از الکترون پر می‌شوند که دارای انرژی کم‌تری هستند.

۱۸۹ (۲) (۳) (۴) (۵)

در صورتی که مجموع $n + l$ برای دو یا چند زیرلایه یکسان باشد، زیرلایه با n کم‌تر انرژی کم‌تری دارد.

۱۹۰ (۲) (۳) (۴) (۵)

جمله درست (۱): انرژی هر زیرلایه فقط به $n + l$ وابسته نیست بلکه به $n + l$ و n بستگی دارد.

۱۹۱ (۲) (۳) (۴) (۵)

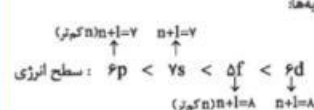
موارد (۱) و (۲) درست‌اند. شکل درست سایر موارد:

(ب) ترتیب پر شدن زیرلایه‌ها، به عدد کوانتومی اصلی (n) و به مجموع $n + l$ بستگی دارد.

(پ) در سومین دوره جدول دورهای، ۸ عنصر جای دارند که از میان آن‌ها دو عنصر (${}_{18}\text{Ar}$ و ${}_{19}\text{K}$) گازی‌اند.

۱۹۲ (۲) (۳) (۴) (۵)

ترتیب انرژی این زیرلایه‌ها:



پ) نادرست، $l=1$ یعنی زیرلایه p. به آرایش الکترونی Ar و Mg دقت کنید:
 $_{18}\text{Ar}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ است. $l=1$ است.

Mg دارای ۸ الکترون با $n=2$ است. $_{12}\text{Mg}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$

ت) درست، الکترون‌های با $n=3$ و $l=1$ یعنی الکترون‌های موجود در $3p$ که اتم آرسنیک ($_{33}\text{As}$) دارای ۶ الکترون در $3p$ است.

$_{33}\text{As}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 3d^{10} 4s^2 4p^3$

۲۰۳

وقتی اتم X تنها دارای ۲ الکترون با عدد کوانتومی $n=4$ و $l=2$ است یعنی در زیرلایه $4d$ خود دارای ۲ الکترون بوده و آرایش الکترونی آن به $4d^2$ ختم شده است و می‌دانیم که قبل از $4d^2$ باید ۲ الکترون در $4s$ نیز وارد شود. بنابراین آرایش X عبارت است از: $[\text{Kr}]4d^2 4s^2$ که عدد اتمی آن $Z=40$ خواهد بود. (دلیل درستی عبارت (I))

نتیجه این که نماد شیمیایی کامل X به صورت $_{40}^{91}\text{X}$ خواهد بود.

ب) درست، شمار نوترون‌های $_{40}^{91}\text{X}$ برابر $91-40=51$ می‌باشد که ۱۱ واحد از شمار پروتون‌های آن (Z) بیش‌تر است.

پ) نادرست، عنصر X دارای ۱۰ الکترون با $l=0$ (زیرلایه s) است.

$_{10}\text{X}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 3d^1 4s^2$

ت) درست، عنصر X دارای ده الکترون در $n=4$ و هشت الکترون در $n=3$ است. بنابراین:

$$\frac{n=4 \text{ الکترون‌های با } l=0}{\text{شمار الکترون‌های با } l=0} = \frac{10}{8} = 1/25$$

۲۰۴

با توجه به این که شمار الکترون‌های زیرلایه $4s$ اتم عنصر A دو برابر شمار الکترون‌های این زیرلایه در اتم عنصر B است، داریم:

$$A: \dots 4s^2, B: \dots 4s^1$$

از آن‌جا که آرایش الکترونی B به $4s^1$ ختم می‌شود، حتماً زیرلایه $3d$ به یکی از دو شکل $3d^5$ یا $3d^{10}$ خواهد بود. در ادامه با توجه به اطلاعات قسمت دوم سؤال که شمار الکترون‌های زیرلایه $3d$ اتم A را نصف شمار الکترون‌های این زیرلایه در اتم B معرفی کرده است، نصف $3d^5$ معنا ندارد. بنابراین برای اتم B، آرایش $3d^{10}$ می‌تواند صحیح باشد و اتم A نیز دارای آرایش $3d^5$ خواهد بود.

$$A: [\text{Ar}]3d^5 4s^2 \Rightarrow {}_{25}\text{Mn}, B: [\text{Ar}]3d^{10} 4s^1 \Rightarrow {}_{24}\text{Cu}$$

۲۰۵

هر چهار عبارت درست است.

$$_{27}\text{Co}: [\text{Ar}]3d^7 4s^2 \Rightarrow 9-1=8$$

$$_{29}\text{Cu}: [\text{Ar}]3d^{10} 4s^1$$

۲۰۳

گازهای نجیب در آخرین گروه جدول دورهای قرار دارند و به‌جز He که آرایش $1s^2$ دارد در مابقی این گازها، آرایش الکترونی به $ns^2 np^6$ ختم می‌شود. دلیل رد گزینه (۳) این است که $3d$ بعد از $4s$ الکترون می‌گیرد.

۲۰۴

در تناوب چهارم، دو عنصر شماره ۲۹ و ۳۰ و عنصر دسته p (از ۳۱ تا ۳۶) دارای زیرلایه $3d$ کاملاً پُر هستند.

۲۰۵

اول عدد اتمی X را به‌دست می‌آوریم. برای این کار آرایش اتم را می‌نویسیم تا به $4p^6$ ختم شود.

$$X: [\text{Ar}]3d^{10} 4s^2 4p^6 \Rightarrow Z = 18 + 10 + 2 + 6 = 36$$

ارگون

$$n = Z + 11 = 36 + 11 = 47 \Rightarrow A = n + Z = 47 + 36 = 83$$

۲۰۶

فقط مورد (ت) درست است.

شکل درست سایر موارد:

(ا) آرایش الکترونی کریپتون ($_{36}\text{Kr}$) به صورت $[\text{Ar}]3d^{10} 4s^2 4p^6$ است.

(ب) آرایش الکترونی $_{24}\text{Cr}$ و $_{25}\text{Mn}$ به صورت زیر است:

$$_{24}\text{Cr}: [\text{Ar}]3d^5 4s^1, _{25}\text{Mn}: [\text{Ar}]3d^5 4s^2$$

$_{24}\text{Cr}$ دارای ۱۳ الکترون با $n=3$ است.

$$_{24}\text{Cr}: [\text{Ar}]3d^5 4s^1 = [\text{Ne}]3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$$

$_{25}\text{Mn}$ دارای ۱۸ الکترون با $n=3$ است.

(پ) ترتیب پُر شدن زیرلایه‌ها از الکترون در اغلب عناصرها براساس قاعده آفبا است. نه به ترتیب زیرلایه‌ها. به عنوان مثال قبل از وارد شدن الکترون به $3d$ در لایه اصلی سوم، ابتدا الکترون وارد $4s$ در لایه اصلی بعدی می‌شود.

۲۰۷

مولد (IV) و (V) نادرست‌اند و شکل درست آن‌ها به صورت زیر است:

$$_{16}\text{S}: [\text{Ne}]3s^2 3p^4$$

$$_{31}\text{Ga}: [\text{Ar}]3d^{10} 4s^2 4p^1$$

۲۰۸

$$_{26}\text{Fe}: [\text{Ne}]3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$$

$$_{22}\text{Ti}: [\text{Ar}]3d^2 4s^2$$

۲۰۹

بررسی عبارت‌ها:

(ا) درست، برای هر زیرلایه و در همه اتم‌ها همیشه $l < n$ است زیرا:
 $l = 0, 1, \dots, (n-1)$

(ب) نادرست، به آرایش الکترونی $_{22}\text{Ti}$ و $_{32}\text{Ge}$ توجه کنید:

$$_{22}\text{Ti}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$$

$_{32}\text{Ti}$ دارای ۱۰ الکترون در $n=3$ است.

$$_{32}\text{Ge}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^2$$

$_{32}\text{Ge}$ در $n=4$ دارای ۴ الکترون است.

بررسی عبارت‌ها:

(ا) درست، لایه ظرفیت عنصر A به صورت $4s^2 4p^2$ است که دارای ۴ الکترون ظرفیتی است.

(ب) درست، مجموع الکترون‌های اتم A با عدد اتمی و تعداد پروتون‌های آن یکسان و برابر ۲۲ است.

(پ) نادرست، $l=2$ یعنی زیرلایه d و $l=1$ یعنی زیرلایه p که با توجه به آرایش الکترونی A، این عنصر دارای ۱۰ الکترون در $3d$ ($l=2$) و دارای ۱۴ الکترون در $4s$ و $4p$ و $4d$ ($l=1$) است.

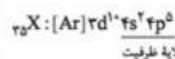
(ت) درست، به آرایش الکترونی فشرده دو اتم A و ${}_{33}C$ دقت کنید. لایه ظرفیت و نوع زیرلایه‌های هر دو اتم مشابه است.



ابتدا با نوشتن آرایش الکترونی ${}_{22}Y$ تعداد الکترون‌های ظرفیتی Y را مشخص می‌کنیم؛
اتم Y دارای ۱۰ الکترون ظرفیتی است.
حالا بررسی گزینه‌ها:

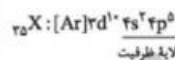
(۱) نادرست، تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌های اتم ${}^{40}X$ برابر ۱۰ بوده؛ بنابراین عدد اتمی X برابر ۲۵ می‌باشد.

$$A_0 = p + (p + 10) \Rightarrow p = 25$$



لایه ظرفیت

عنصر X دارای ۷ الکترون در لایه ظرفیت خود است.



لایه ظرفیت

اتم X در لایه ظرفیت خود دارای هفت الکترون است.

$$\Delta Z = Z_X - Z_Y = 25 - 28 = 7$$

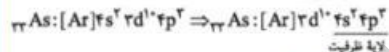
(۴) نادرست، عنصر X در آخرین زیرلایه خود ($4p^5$) دارای ۵ الکترون با $l(4p) = 1$ است.



اتم خنثی M، سه الکترون از M^{3+} بیش‌تر دارد. در کاتیون عنصرهای واسطه تنلوب چهارم ابتدا $4e^-$ از $4s$ برداشته می‌شود سپس از $3d$ ، که در این سؤال، آن سه الکترون را به یون M^{3+} پس داده تا آرایش M به‌دست آید.



چون $3d^1$ در آرنستیک پر شده است و الکترون وارد p شده، $3d^1$ از لایه ظرفیت خارج می‌شود.



لایه ظرفیت



$11 = 1 + 1 = 2$ شماره گروه

آخر $4p \Rightarrow 6e^-$ 

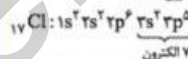
آرایش الکترونی هر چهار گزینه عبارت است از:



کروم عنصر واسطه است.



۱۲ الکترون



۷ الکترون



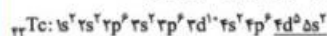
عنصر G در دوره چهارم قرار دارد، پس عنصر E در دوره چهارم و گروه ۱۵ قرار دارد که آرایش الکترونی آن به‌صورت زیر است:



بنابراین عدد اتمی آن ۳۳ و بیرونی‌ترین زیرلایه آن یعنی $4p^2$ دارای ۳ الکترون است.



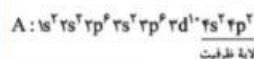
عنصر تکنسیم (Tc) دارای آرایش الکترونی زیر است:



عنصر تکنسیم دارای ۱۰ زیرلایه اشغال‌شده از الکترون و دارای ۷ الکترون ظرفیتی است.



قبل از وارد شدن الکترون به $4p^2$ ابتدا باید $4s^2$ و $3d^1$ نیز داشته باشیم. پس آرایش الکترونی کامل اتم A عبارت است از:



لایه ظرفیت

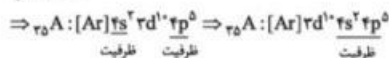
$$Z = \frac{A - \Delta x + q}{2} \Rightarrow Z = \frac{207 - 45 + 2}{2} = 82$$

عنصر M با توجه به عدد اتمی آن با عدد اتمی نزدیک‌ترین گاز نجیب یعنی Rn، ۴ واحد فاصله دارد، یعنی عنصر M در گروه ۱۴ قرار دارد.

گروه	گروه	گروه	گروه	گروه
۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
۸۲	۸۳	۸۴	۸۵	۸۶

و چون Rn در دوره ششم قرار دارد پس M هم باید در دوره ششم باشد.

اول عدد اتمی A را به دست می‌آوریم و آرایش الکترونی آن را می‌نویسیم:

$$\begin{cases} n + p = 80 \\ n - p = 10 \end{cases} \Rightarrow 2n = 90 \Rightarrow n = 45, p = 35$$


دلیل رد سایر گزینه‌ها:

۱) عنصر A جزو دسته p است نه s

۲) در لایه ظرفیت A، زیرلایه p پر نشده است.

۳) تعداد ذرات زیراتمی برابر است با: $80 + 35 = 115$

عنصرهای شماره ۸، ۳۴، ۵۲ با عنصر شماره ۱۶ هم‌گرواند و خواص شیمیایی مشابه دارند.

Ge ۳۳ زیر Si ۱۴ و در تناوب Br ۳۵ قرار دارد.

هم‌ردیف با $[\text{Ar}] 4s^2$ یعنی در تناوب چهارم ($n = 4$)، هم‌ستون با $[\text{He}] 2s^2 2p^3$ یعنی در گروه ۱۵ + ۳ = ۱۲ قرار دارد. پس آرایش X به $4s^2 4p^3$ ختم می‌شود و عدد اتمی آن می‌شود:

$$X : [\text{Ar}] 3d^1 4s^2 4p^3 \Rightarrow Z = 33$$

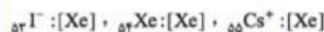
انتیمون (Sb) در گروه ۱۵ قرار دارد و گزینه (۲) نشان‌دهنده عنصر موجود در دوره چهارم و گروه ۱۵ می‌باشد.



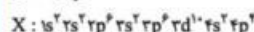
تناوب پنجم و گروه هفتم

اولین عنصر تناوب چهارم که $3d^1$ دارد Cu ۳۱ و آخرین عنصر این تناوب K ۱۹ است.

به آرایش الکترونی یون‌ها توجه کنید. هر سه ذره دارای ۵۴ الکترون و هم‌آرایش با زنون هستند.



عنصر گروه ششم و دوره چهارم دارای آرایش $[\text{Ar}] 3d^5 4s^1$ است که یون X^{2+} آن دارای آرایش $[\text{Ar}] 3d^5$ خواهد بود.



(ا) در دوره چهارم و گروه ۱۶ قرار دارد.

(ب) در لایه ظرفیت شش الکترون دارد. ($4s^2 4p^4$)

(پ) در زیرلایه‌های p ($l=1$) دارای ۱۶ الکترون است.

(ت) اکسیژن هم در لایه ظرفیت خود، شش الکترون دارد.

آرایش الکترونی ${}_{35}^{65}\text{Zn}^{2+}$ به صورت زیر است:

$${}_{35}^{65}\text{Zn}^{2+} : [\text{Ar}] 3d^{10}$$

۳۵ - ۳۰ = ۵ تعداد نوترون‌ها

آرایش الکترونی ${}_{31}\text{Ga}^{3+}$ همانند ${}_{30}\text{Zn}^{2+}$ است و تعداد نوترون‌های ${}_{31}\text{Ga}^{3+}$ نیز با تعداد نوترون‌های ${}_{30}\text{Zn}^{2+}$ برابر است.

گزینه‌های (۱) و (۲) در ابتدا حذف می‌شوند، زیرا برای یکسان بودن آرایش الکترونی دو گونه، باید تعداد الکترون‌ها مساوی باشند.



توجه: در عنصرهای دسته d دوره چهارم جدول، مانند Fe، Cu، Zn و... هنگام تشکیل کاتیون، ابتدا از زیرلایه 4s الکترون برداشته می‌شود، سپس اگر بار یون بیش از ۲ باشد، مابقی الکترون‌ها از 3d برداشته می‌شود.



$$Z = \frac{A - \Delta x + \text{بار}}{2} = \frac{79 - 10 + (-2)}{2} = \frac{67}{2} = 33$$



$4p^3$ بیرونی‌ترین زیرلایه X ۳۳ است و دارای ۳ الکترون می‌باشد.

هرگاه آنیون و کاتیون هم‌الکترون باشند، اختلاف عدد اتمی آن‌ها برابر جمع بارهای آن‌ها (بدون در نظر گرفتن علامت آن‌ها) می‌باشد.

$$3 + 2 = 5$$

۲۵۰

در مس (^{63}Cu)، آرایش $3d^{10}$ وجود دارد که قبل از آن $4p^6$ و $4s^2$ نیز پر شده است. مس اولین عنصری است که لایه سوم آن ۱۸ الکترونی شده است.

۲۵۱

اگر آرایشی به زیرلایه d ختم شود و زیرلایه s نباشد، حتماً کاتیون است چون الکترون‌های زیرلایه s را از دست داده است. در عناصر واسطه الکترون‌ها ابتدا از زیرلایه s و سپس از زیرلایه d جدا می‌شوند.

۲۵۲

لایه الکترونی سوم، گنجایش ۱۸ الکترون را دارد. بنابراین این عنصر در لایه چهارم خود باید ۹ الکترون داشته باشد که در این صورت آرایش الکترونی آن کامل می‌شود.

لایه ظرفیت

$$^{33}\text{X} : 1s^2 2s^2 2p^6 / 3s^2 3p^6 3d^{10} / 4s^2 4p^6 4d^9$$

 زیرلایه آخر ۹ الکترون ۱۸ الکترون
 تناوب پنجم، گروه سوم

این اتم در لایه ظرفیتی خود ($4d^9 4s^2$) دارای سه الکترون است. (دلیل نادرستی گزینه (۲) این عنصر در کل، ۱۰ زیرلایه دارد که ۹ تای آن‌ها پر شده است. (به‌جز $4d$ همه زیرلایه‌ها پر شده‌اند)

۲۵۳

یک عنصر از گروه دوم ($4s^2$)، ۸ عنصر از دسته d ($4s^2$) و یک عنصر از دسته p ($4p^2$)، در مجموع ۱۰ عنصر در آخرین زیرلایه خود ۲ الکترون دارند.

۲۵۴

عنصر A با ^{52}X هم‌گروه است. (رد گزینه‌های (۲) و (۴))
 $52 - 18 = 34$

عنصر A متعلق به تناوب پنجم است و آرایش الکترونی آن به $4p^2$ ختم می‌شود. (رد گزینه (۱))
 $^{52}\text{A} : [^{48}\text{Kr}] 4d^{10} 4s^2 4p^2$

۲۵۵

در دوره چهارم دو عنصر $3d^5$ داریم. (شماره ۲۴ و ۲۵)
 در دوره چهارم عنصرهایی که آخرین زیرلایه نیمه‌پر دارند، عبارتند از:
 شماره ۱۹ ($4s^1$)، شماره ۲۴ ($4s^1$)، شماره ۲۹ ($4s^1$) و شماره ۳۳ ($4p^2$) که در مجموع ۴ عنصرند.

$$\frac{\text{شمار عنصرهایی با } 3d^5 \text{ نیمه‌پر}}{\text{شمار عنصرهایی با آخرین زیرلایه نیمه‌پر}} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$$

۲۵۶

عنصر A در دوره چهارم قرار دارد. پس X هم در دوره چهارم می‌باشد و چون X مربوط به گروه ۱۵ است، پس X یک گروه از A بیش‌تر می‌باشد. یعنی X در گروه چهاردهم و عدد اتمی X یک واحد بیش‌تر از A است. یعنی ۳۳ است.

در واقع عدد اتمی A را داریم (۳۲) و با دانستن آن به گروه ۱۴ می‌رسیم. حال چون X از گروه ۱۵ در همان دوره است، پس عدد اتمی آن یک واحد بیش‌تر از A است یعنی ^{33}X می‌باشد.

۲۲۰

در تناوب چهارم آرایش عنصرهای شماره ۱۹ یعنی ^{39}K (اولین عنصر تناوب چهارم)، عنصر شماره ۲۴ یعنی ^{24}Cr و عنصر شماره ۲۹ یعنی ^{29}Cu به $4s^1$ ختم می‌شوند.

۲۲۱

d و s کاملاً پر یعنی $4s^2 3d^{10}$ که عنصرهای شماره ۳۰ تا آخر تناوب را شامل می‌شود.

۲۲۲

عنصرهای شماره ۲۳ و ۵۰ هم‌گروه هستند.

بدون نوشتن آرایش الکترونی هم می‌توان به عدد ۵۰ رسید ($22 + 18 = 50$) چون عنصر X زیر عنصر شماره ۲۲ است و به اندازه ۱۸ عنصر فاصله عدد اتمی دارد.

۲۲۳

$^{33}\text{X} : [Ar] 3d^{10} 4s^2 4p^2 \Rightarrow [Ar] 3d^{10} 4s^2 4p^2$
 عنصر S در گروه ۱۶ قرار دارد و تشابه خواص چندانی با عنصر گروه ۱۸ ندارد.

۲۲۵

$^{33}\text{X} : [Ar] 3d^{10} 4s^2 4p^2$

۲۲۶

^{15}M و ^{33}As هر دو در گروه ۱۵ جدول تناوبی قرار دارند.
 $^{15}\text{M} : [Ne] 3s^2 3p^3$ ، $^{33}\text{As} : [Ar] 3d^{10} 4s^2 4p^3$

۲۲۷

ردیف چهارم یعنی ($n=4$) و ستون هشتم یعنی مجموع الکترون‌های d و s آن برابر ۸ خواهد بود، بنابراین آرایش الکترونی این عنصر به‌صورت $3d^5 4s^2$ بوده و آرایش زیرلایه آخر آن $4s^2$ است.

۲۲۸

(ا) نادرست، $l=3$ یعنی f که به‌صورت $4f$ (با $n=4$) در تناوب (دوره) ششم قرار دارد.

(ب) نادرست، زیرا گروه ۱۴ یعنی آخرین لایه آن به‌صورت $6s^2 6p^2$ است و آخرین زیرلایه دارای ۲ الکترون است.

(پ) درست، گروه ۱۴ دارای ۴ الکترون ظرفیتی ($s^2 p^2$) است و چهلمین عنصر جدول در گروه ۴ جدول دوره‌ای (۴) تا بعد از گاز نجیب ^{36}Kr می‌باشد. یعنی آرایش لایه آخر آن $4s^2$ است) دارای ۴ الکترون ظرفیتی می‌باشد.

(ت) درست، ^{74}Ge در گروه ۱۴ قرار دارد.

۲۲۹

در اتم‌های خنثی تعداد الکترون و پروتون‌ها برابر است.

$$\begin{cases} n+p=79 \\ n-p=11 \end{cases} \Rightarrow 2n=90 \Rightarrow n=45, p=44$$

 $^{79}\text{X} : [Ar] 3d^{10} 4s^2 4p^2 \Rightarrow$ شماره گروه = $12 + 4 = 16$

۲۶۶

موارد (پ) و (ت) درست است. دلیل نادرستی موارد دیگر:
(ا) عنصرهای دسته ۴، ۲۸ عنصر می‌باشند.
(ب) عنصرهای دسته d، زیرلایه d در حال پر شدن است نه پرشده.
(ت) عنصرهای دسته f در تناوب‌های ششم و هفتم جای دارند. (لانتانیدها و اکتینیدها)

۲۶۷

زیرلایه ۲d در عنصرهای شماره ۳۰ و ۲۹ ده الکترونی است.

۲۶۸

${}_{32}\text{Ge}: \text{Is}^2 \text{rs}^2 \text{rp}^6 \text{rs}^2 \text{rp}^6 \text{rd}^{10} \text{rs}^2 \text{rp}^2$
ظرفیت ظرفیت ۸

در ژرمانیم، چهار لایه به‌طور کامل پر نشده است؛ لایه چهارم شامل ۴s ۴p ۴d ۴f است که در ژرمانیم فقط ۴s پر شده است.

۲۶۹

در عنصرهای دسته d:
الکترون‌های ظرفیتی = مجموع الکترون‌های (ns + (n-1)d)

۲۷۰

اولین عنصر دسته d عنصر شماره ۲۱ یعنی Sc و اولین عنصر دسته f عنصر شماره ۵۷ یعنی لانتان (La) است.

۲۷۱

با توجه به این‌که در آرایش الکترونی گونه داده‌شده هم زیرلایه ۲d و هم ۴s وجود دارد، این گونه یک عنصر واسطه خنثی است، زیرا در تبدیل شدن عنصرهای واسطه به کاتیون، الکترون‌های بیرونی‌ترین زیرلایه s، کنده می‌شود و آرایش الکترونی کاتیون‌های فلزهای واسطه به زیرلایه d ختم خواهد شد. (ضمن این‌که ${}_{29}\text{Cu}^{+}$ ، ۲۷ الکترون دارد (۲۷-۲۹) ولی آرایش داده‌شده، ۲۸ الکترون دارد) با توجه به تعداد الکترون‌های ۴s و ۲d این عنصر، جایگاه آن در گروه ۱۰ جدول تناوبی است.

۲۷۲

(ا) تناوب‌های اول، دوم و سوم فاقد عنصری از دسته d هستند.
(ب) تعداد عنصرهای دسته f (۲۸ عنصر)، دو برابر تعداد عنصرهای دسته s (۱۴ عنصر) هستند.
(پ) نخستین عنصر دسته d عنصر اسکاندیم ${}_{21}\text{Sc}$ است که دارای ۳ الکترون در لایه ظرفیتی خود می‌باشد:
 ${}_{21}\text{Sc}: [\text{Ar}] \text{rd}^1 \text{rs}^2$
ظرفیتی

(ت) در عنصرهای دسته d دوره چهارم هشت عنصر دارای ۴s پر می‌باشند.

۲۷۳

فقط مورد (ت) نادرست است. بین ساختار الکترونی اتم‌های گازهای نجیب و پایدار آن‌ها رابطه وجود دارد. چرا که آرایش الکترونی هشت‌تایی (البته هلیوم دوتایی) و پر بودن لایه ظرفیتی این گازها سبب پایداری آن‌ها شده است.

۲۵۷

$81 - 56 = 25$ = (عدد اتمی گروه ۲) - (عدد اتمی گروه ۱۳) $\Rightarrow$ دوره ششم
 $113 - 88 = 25$ = (عدد اتمی گروه ۲) - (عدد اتمی گروه ۱۳) $\Rightarrow$ دوره هفتم

۲۵۸

$18 + 18 = 36$ = تفاوت عدد اتمی دو عنصر هم‌گروه در دو تناوب بعد از کلسیم

۲۵۹

با نوشتن آرایش الکترونی متوجه خواهید شد که این سه عنصر در گروه دوم (فلزهای قلیایی خاکی) قرار دارند و هر سه، یون X^{2+} تولید می‌کنند.

۲۶۰

شمار کامل الکترون‌های این عنصر (خنثی) برابر است با:

$$2 + 8 + 13 + 2 = 25$$

پس عدد اتمی آن ۲۵ است. (مانگنز (Mn)).

$\text{Is}^2 \text{rs}^2 \text{rp}^6 \text{rs}^2 \text{rp}^6 \text{rd}^{10} \text{rs}^2$
 ${}_{25}\text{Mn}$ به گروه ۷ جدول دورهای تعلق دارد و در لایه ظرفیتی آن ۷ الکترون وجود دارد. سه عبارت دوم، سوم و چهارم درست‌اند.

۲۶۱

ابتدا آرایش الکترونی کامل آن را می‌نویسیم تا به $d^5 p^6$ برسیم:

$X: [\text{Kr}] \text{rd}^5 \text{rs}^2 \text{rp}^6 \Rightarrow$ عدد اتمی = $36 + 10 + 2 + 6 = 54$
این عنصر به دسته p تعلق دارد. $\Rightarrow$

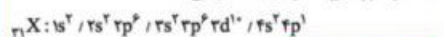
۲۶۲

در دوره‌های دوم و سوم در مجموع دوازده ($6 + 6$) عنصر از دسته p وجود دارد. هم‌چنین در دوره‌های دوم و سوم در مجموع چهار ($2 + 2$) عنصر از دسته s وجود دارد.
بررسی دیگر گزینه‌ها:

(۲) دوره پنجم جدول تناوبی دارای ۱۰ عنصر در دسته d است و دوره ششم دارای ۱۰ عنصر در دسته d می‌باشد. هم‌چنین ۱۴ عنصر نیز در دسته f آن وجود دارد.
عنصر واسطه $10 + 10 + 14 = 34$

(۳) گاز نجیب دوره چهارم ${}_{36}\text{Kr}$ (کریپتون) است و عدد اتمی عنصر هالوژن قبل از آن برابر ۳۵ می‌باشد.

(۴) عنصر ۳۱ جزو عنصرهای دسته p می‌باشد.



۲۶۳

دسته d ${}_{33}\text{X}: [\text{Ar}] \text{rd}^{10} \text{rs}^2$
دسته p ${}_{33}\text{Y}: [\text{Ar}] \text{rd}^{10} \text{rs}^2 \text{rp}^2$
دسته s ${}_{34}\text{Z}: [\text{Kr}] \text{ds}^2$

۲۶۴

در عنصرهای ${}_{24}\text{Cr}$ و ${}_{25}\text{Mn}$ زیرلایه d، پنج الکترونی (نیمه‌پر = d^5) و در عنصرهای ${}_{29}\text{Cu}$ و ${}_{30}\text{Zn}$ زیرلایه d ده الکترونی و پر است.

۲۶۵

$n = 4$ و $l = 3$ یعنی ۴f. اتم با الکترون موجود در زیرلایه ۴f مربوط به دسته لانتانیدها است که در دوره ششم جدول دورهای عنصرها قرار دارد.

۲۸۶

BH_4^- دارای ۶ الکترون ظرفیتی است که از سایر گزینه‌ها، الکترون ظرفیتی کم‌تری دارد.

$$1) OF_2 = 6 + 2(7) = 20e^-$$
 الکترون‌های ظرفیتی

$$2) H_2O = 2(1) + 6 = 8e^-$$
 الکترون‌های ظرفیتی

$$3) NH_3 = 5 + 3(1) = 8e^-$$
 الکترون‌های ظرفیتی

$$4) BH_4^- = 1B + 2H = 1(3) + 2(1) = 6e^-$$
 الکترون‌های ظرفیتی

۲۸۷

$\ddot{I} - \ddot{I} :$ (دارای ۶ جفت ناپیوندی)، $\ddot{O} = \ddot{O} :$ (دارای ۴ جفت ناپیوندی) و $H - H$ (ناپیوندی ندارد)

۲۸۸

در رسم ساختار لوویس به جای هسته و الکترون درونی از نماد شیمیایی عنصر استفاده می‌شود.

۲۸۹

$$CH_4 \Rightarrow 1C + 4H = 1(4) + 4(1) = 8e^-$$

$$NH_3 \Rightarrow 1N + 3H = 1(5) + 3(1) = 8e^-$$

$$H_2O \Rightarrow 2H + 1O = 2(1) + 1(6) = 8e^-$$

$$CO_2 \Rightarrow 1C + 2O = 1(4) + 2(6) = 16e^-$$

$$CO \Rightarrow 1C + 1O = 1(4) + 1(6) = 10e^-$$

$$N_2 \Rightarrow 2N = 2(5) = 10e^-$$

۲۹۰

در شمارش الکترون‌های ظرفیتی یک یون، اگر بار یون مثبت باشد، به تعداد بارهای مثبت از مجموع الکترون‌های ظرفیتی می‌کاهیم:

$$H_2PO_4^+ \Rightarrow 2H + 1O - (+1) = 3(1) + 1(6) - 1 = 8e^-$$

۲۹۱

عنصر $\ddot{X}:$ دارای شش الکترون در لایه ظرفیت است که نشان می‌دهد این عنصر به گروه ۱۶ جدول تناوبی تعلق دارد. یعنی هم‌گروه با O و از طرفی چون عدد کوانتومی آخرین زیرلایه آن برابر ۳ است، بنابراین هم‌دوره با Al و جزو عنصرهای دسته p است. عدد اتمی عنصر X برابر ۱۶ است و ضمن داشتن ۱۶ پروتون برای رسیدن به آرایش الکترونی هشت‌تایی پایدار یون $2-$ تولید می‌کند. بنابراین به جز مورد (ب) سایر موارد درست‌اند.

۲۹۲

مورد (ا)، (ب) و (پ) نادرست‌اند.

بررسی تمام موارد:

(ا) عنصر A جزو دسته s و عنصرهای B تا G (۶ عنصر) جزو دسته p جدول دورهای هستند. (نادرست)

(ب) عنصر D دارای ۳ الکترون منفرد و یک جفت الکترون است. $\ddot{D}:$ که به گروه ۱۵ و دوره دوم تعلق دارد. این عنصر با Al که به گروه ۱۳ تعلق دارد هم‌گروه نیست. (نادرست)

(پ) عنصر A فقط دو الکترون منفرد دارد و برای رسیدن به آرایش گاز نجیب نمی‌تواند $2e^-$ دریافت کند. (نادرست)

(ت) عنصر G دارای آرایش الکترونی $1s^2 2s^2 2p^6$ است که شش الکترون موجود در $2p^6$ عدد کوانتومی فرعی $l=1$ دارند. (درست)

۲۷۵

آرایش‌های داده شده در موارد (I)، (III) و (IV) پایدار و مربوط به گازهای نجیب He، Ne و Ar هستند:

$$He: 1s^2, Ne: 1s^2 2s^2 2p^6, Ar: [Ne] 3s^2 3p^6$$

آرایش الکترونی (II) مربوط به Be است و پایداری کمی دارد:

$$Be: 1s^2 2s^1$$

۲۷۶

۲۷۷

$\cdot\ddot{O}:$ ، $\cdot\ddot{S}:$ ، هر کدام ۲ الکترون منفرد دارند.

۲۷۸

کربن $(\cdot\ddot{C}:\cdot)$ دارای ۴ الکترون منفرد و کربن $(\cdot\ddot{C}:\cdot)$ دارای یک الکترون منفرد است.

۲۷۹

در ساختارهای لوویس تمام الکترون‌های ظرفیتی اعم از منفرد یا جفتی نمایش داده می‌شود.

۲۸۰

N_2 از دو اتم $N (2 \times 5 = 10)$ و هم‌چنین مولکول CO هم از دو اتم $C (4)$ و یک اتم $O (6)$ تشکیل شده‌اند که در لایه ظرفیت خود هر کدام ۱۰ الکترون دارند.

۲۸۱

He جزو گازهای نجیب و دارای آرایش الکترونی He است که الکترون‌های آن جفتی هستند. همین جفت بودن الکترون‌های He سبب پایداری و عدم واکنش‌پذیری اتم‌های He شده است.

۲۸۲

فسفر $(\cdot\ddot{P}:\cdot)$ دارای سه الکترون منفرد و گوگرد $\cdot\ddot{S}:$ دارای ۲ الکترون منفرد است که نسبت آن‌ها $\frac{3}{2}$ خواهد بود.

۲۸۳

مولکول کربن دی‌اکسید دارای ساختار الکترونی - نقطه‌ای $\ddot{O} = C = \ddot{O}:$ است. این مولکول دارای ۴ جفت پیوندی و ۴ جفت ناپیوندی است.

۲۸۴

مولکول OF_2 با ساختار $\ddot{F} - \ddot{O} - \ddot{F}:$ دارای ۸ جفت الکترون ناپیوندی است. جفت الکترون ناپیوندی به جفت الکترون‌هایی گفته می‌شود که به یک اتم تعلق دارند و در پیوندها شرکت نکرده‌اند.

۲۸۵

مجموع الکترون‌های ظرفیتی یک مولکول از جمع کردن الکترون‌های ظرفیتی اتم‌ها ضرب در تعداد اتم‌ها به‌دست می‌آید.

$$\text{گزینه (۱): } HCN = 1H + 1C + 1N = 1 + 4 + 5 = 10e^-$$
 الکترون‌های ظرفیتی

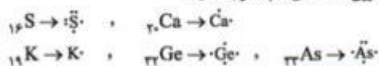
$$\text{گزینه (۲): } ClF_3 = 1Cl + 3F = 7 + 3(7) = 28e^-$$
 الکترون‌های ظرفیتی

$$\text{گزینه (۳): } COH_4 = 1C + 1O + 2H = 4 + 6 + 2(1) = 12e^-$$
 الکترون‌های ظرفیتی

$$\text{گزینه (۴): } CS_2 = 1C + 2S = 1(4) + 2(6) = 16e^-$$
 الکترون‌های ظرفیتی

۲۰۲

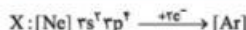
به مدل الکترون - نقطه‌ای اتم‌ها توجه کنید:



۲۰۳

در مورد گزینه (۳) دقت کنید که Fe^{2+} با گرفتن ۲ الکترون به Fe آرایش Kr می‌رسد.

۲۰۴



۲۰۵

موارد اول و آخر درست و سایر موارد نادرست‌اند.

شکل درست گزینه‌های نادرست:

(ب) فلزهای گروه دو با از دست دادن دو الکترون به آرایش الکترونی گاز نجیب قبل از خود می‌رسند.

(پ) عنصرهای گروه ۱۶ جدول دوری در لایه ظرفیت خود شش الکترون (۲ جفت و ۲ متفرق) دارند مثل $(\text{O})_2$.

(ت) آرایش الکترون He به $1s^2$ و سایر گازهای نجیب به $ns^2 np^6$ ختم می‌شود.

۲۰۶

در متن دو اشتباه علمی وجود دارد که عبارت اصلاح‌شده آن‌ها عبارتند از:

۱- در لایه ظرفیت اتم گازهای نجیب به‌جز هلیوم هشت الکترون وجود دارد.

۲- اگر لایه ظرفیت اتمی هشت‌تایی باشد، آن اتم واکنش‌پذیری چندانی ندارد.

۲۰۷

۲۰۸

۲۰۹

انفاز اتم‌های سدیم و کالر پس از رسیدن به پایداری تغییر می‌کنند، به طوری‌که انفاز اتم سدیم با از دست دادن الکترون کاهش می‌یابد. زیرا الکترون از دست می‌دهد:



اتم سدیم بین سدیم

در ضمن اندازه اتم کالر با گرفتن الکترون و تبدیل شدن به آنیون افزایش می‌یابد.



اتم کالر بین کالر

۲۱۰

موارد (ا) و (ب) درست و شکل صحیح موارد (ب) و (ت) به‌صورت زیر است:

(ب) به ترکیب‌های یونی که تنها از دو عنصر (دو نوع عنصر) تشکیل شده‌اند، ترکیب یونی دوتایی گفته می‌شود.

(ت) هر ترکیب یونی از لحاظ بار الکتریکی خنثی است، زیرا مجموع بارهای

الکتریکی کاتیون‌ها و آنیون‌ها در آن برابر است. به عبارتی شرط خنثی بودن ترکیب‌های یونی برابر بودن مجموع بار الکتریکی کاتیون‌ها با مجموع

بار الکتریکی آنیون‌ها است نه فقط تعداد کاتیون و آنیون.

۲۱۱

موارد (ا) و (ت) درست‌اند. شکل درست موارد نادرست عبارت است از:

(ب) ترکیب یونی شامل تعداد بسیار زیادی از یون‌های مثبت و منفی با آرایش منظم است. علت نادرستی عبارت (ب) این است که قید شده:

«تعداد برابر».

۲۹۳

موارد (ا)، (ب) و (ت) نادرست‌اند. شکل درست آن‌ها:

(ا) هلیوم جزو دسته S است.

(ب) در بیرونی‌ترین لایه الکترونی گازهای نجیب ۸ الکترون $s^2 p^6$ هست

به جز در هلیوم که ۲ الکترون وجود دارد.

(ت) آخرین الکترون در He در ۱s وجود دارد که عدد کوانتومی فرعی آن $l=0$ می‌باشد. در سایر گازهای نجیب آخرین الکترون وارد np می‌شود

که عدد کوانتومی فرعی آن $l=1$ است.

۲۹۴

اتم $(\text{O})_2$ با دریافت $2e^-$ و اتم $(\text{K})_2$ با از دست دادن یک الکترون هشت‌تایی می‌شوند.

۲۹۵

گاز هلیوم (He) فقط ۲e- دارد و هشت‌تایی نیست.

۲۹۶

گازهای نجیب (حتی هلیوم) دارای لایه ظرفیت پر هستند و تمایلی به پیوند با اتم‌های دیگر یا خودشان ندارند. بنابراین به‌صورت تک‌اتمی وجود دارند.

۲۹۷

یون P^{3-} دارای ۱۷ الکترون است و به آرایش هیچ گاز نجیبی نرسیده است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱)، یون Cs^+ دارای ۵۴ الکترون و به آرایش گاز نجیب زنون (Xe) رسیده است.

گزینه (۲)، یون I^- دارای ۵۴ الکترون و به آرایش گاز نجیب زنون (Xe) رسیده است.

گزینه (۳)، یون Al^{3+} دارای ۱۰ الکترون و به آرایش گاز نجیب نئون (Ne) رسیده است.

۲۹۸

۲۹۹

گوگرد در گروه ۱۶ قرار دارد و ساختار لوویس آن $(\text{S})_2$ بوده که با دریافت $2e^-$ و تشکیل یون $2-$ به آرایش هشت‌تایی پایدار می‌رسد.

۳۰۰

اما بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) سدیم: سدیم (Na) با تشکیل یون Na^+ به آرایش هشت‌تایی می‌رسد.

(۲) کالر: کالر (Cl) با دریافت یک الکترون و تشکیل یون Cl^- به آرایش هشت‌تایی می‌رسد.

(۴) کلسیم: کلسیم (Ca) با از دست دادن دو الکترون و تشکیل یون Ca^{2+} به آرایش هشت‌تایی می‌رسد.

۳۰۱

یون O^{2-} دارای ده الکترون بوده و به آرایش هشت‌تایی نئون (Ne) رسیده است. بنابراین آرایش الکترونی پایدارتری دارد.

۳۰۲

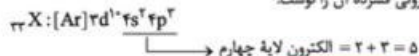
Rn (رادون) جزو گازهای نجیب بوده و دارای پایداری زیادی است.

۳۳۱ (۳۳۲) (۳۳۳) (۳۳۴) (۳۳۵)

تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت اتم ${}_{16}\text{S}$ برابر $6e^-$ است
 $(\Delta X)({}_{16}\text{S}: [\text{Ne}] 3s^2 3p^4)$
 یون X^{2-} برابر ۶ می‌باشد. عدد اتمی X عبارت است از:

$$\begin{cases} n+p=75 \\ n-e=6 \end{cases} \xrightarrow{e=p+2} \begin{cases} n+p=75 \\ n-p-2=6 \end{cases} \Rightarrow 2N=82 \\ \Rightarrow n=42, p=33$$

برای مشخص کردن تعداد الکترون‌های لایه چهارم اتم X باید آرایش الکترونی فشرده آن را نوشت:



۳۳۶ (۳۳۷) (۳۳۸) (۳۳۹) (۳۴۰)

ا) عنصر A در دوره چهارم و گروه پنجم دارای آرایش الکترونی $[\text{Ar}] 3d^5 4s^2$ است و آرایش یون A^{2+} به صورت $[\text{Ar}] 3d^5$ می‌باشد.
 ب) عنصر M نسبت به کاتیون M^{2+} سه الکترون بیش‌تر داشته است، که از این سه الکترون، تعداد $2e^-$ در $4s$ و یک الکترون دیگر در $3d$ قرار دارد. بنابراین عنصر M به دوره چهارم و گروه هشتم تعلق دارد.

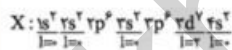
۳۴۱ (۳۴۲) (۳۴۳) (۳۴۴) (۳۴۵)

عنصر C با از دست دادن یک الکترون و اتم A با دریافت یک الکترون به آرایش گاز نجیب می‌رسند. البته عنصر D نیز با از دست دادن یک الکترون به یون پایدار می‌رسد ولی به آرایش هشت‌تایی گاز نجیب نمی‌رسد.

۳۴۶ (۳۴۷) (۳۴۸) (۳۴۹) (۳۵۰)

آرایش الکترونی اتم خنثی X به صورت $[\text{Ar}] 3d^5 4s^2$ است. بررسی عبارت‌ها:

ا) درست، عنصر X به دوره چهارم و گروه نهم جدول دوره‌ای تعلق دارد.
 ب) نادرست، اگر آرایش الکترونی کامل X را بنویسیم، خواهیم دید این اتم دارای ۷ الکترون در زیرلایه d ($l=2$) و ۸ الکترون در زیرلایه‌های s ($l=0$) است:



ب) درست، فرات زیراتمی باردار همان الکترون‌ها و پروتون‌ها هستند. عدد اتمی عنصر X با توجه به آرایش الکترونی X برابر ۲۷ است. بنابراین اتم X در حالت خنثی دارای ۲۷ پروتون و ۲۷ الکترون و در مجموع ۵۴ ذره زیراتمی باردار است.

ت) نادرست، لایه ظرفیت X به صورت $3d^5 4s^2$ است که مجموع عددهای کوانتومی اصلی و فرعی آن برابر ۴۳ است.

$$\begin{array}{l} \underset{l=0}{\underset{2}{1s^2}} \quad \underset{l=1}{\underset{6}{2s^2 2p^6}} \quad \underset{l=1}{\underset{6}{3s^2 3p^6}} \quad \underset{l=2}{\underset{5}{3d^5}} \quad \underset{l=0}{\underset{2}{4s^2}} \\ \begin{array}{l} n=1 \quad n=2 \quad n=3 \quad n=4 \\ l=0 \quad l=0 \quad l=1 \quad l=2 \end{array} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} n \text{ مجموع} = 4 \times 2 = 8 \\ l \text{ مجموع} = 0 \times 2 = 0 \\ n \text{ مجموع} = 7 \times 2 = 14 \\ l \text{ مجموع} = 1 \times 2 = 2 \\ \hline \text{مجموع عددهای کوانتومی اصلی و فرعی} = 43 \end{array}$$

ب) کاتیون‌های Na^+ و Mg^{2+} و آنیون Cl^- جزو یون‌های تک‌اتمی هستند اما یون O_2^{2-} (پراکسید) یک آنیون دواتمی است. یون پراکسید (O_2^{2-}) از دو اتم O تشکیل شده که یک آنیون چنداتمی محسوب می‌شود نه تک‌اتمی.

آرایش الکترونی $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ را می‌توان به $11\text{Na}^+ \cdot 10\text{Ne}$ و 9F^- به طور مثال نسبت داد.

در گزینه‌های (۱) و (۲)، HCN سه‌تایی است (چون از سه نوع عنصر H ، C و N تشکیل شده است).

ترکیب‌های یونی معمولاً از پیوند بین فلزهای گروه ۱ و نافلزهای گروه ۱۷ به وجود می‌آیند. در ضمن ترکیب‌های مولکولی (کووالانسی) معمولاً از پیوند بین دو نافلز تشکیل می‌شوند. NaF و KI هر دو از یک فلز فعال گروه ۱ و یک نافلز گروه ۱۷ تشکیل شده‌اند و جزو ترکیب‌های یونی هستند.

آلومینیم اکسید دارای فرمول شیمیایی Al_2O_3 است و یک ترکیب یونی دواتمی است که هر واحد آن از ۵ اتم (دو اتم Al و سه اتم O) تشکیل شده است.

NaHCO_3 یک ترکیب یونی چهارتایی (۲ عنصر C ، H ، Na و O) است و هر واحد آن دارای ۶ اتم ($\text{Na} + \text{H} + \text{C} + 3\text{O}$) است.

NH_4NO_3 یک ترکیب یونی سه‌تایی (H ، N و O) است و از سه نوع عنصر H ، N و O به وجود آمده است.

پیوند یونی، حاصل انتقال الکترون (مبادله) و پیوند کووالانسی، حاصل اشتراک الکترون بین دو اتم درگیر پیوند است.

عنصر شماره ۲۱ با از دست دادن ۳ الکترون می‌تواند به آرایش الکترونی گاز نجیب آرگون ($1s^2 \text{Ar}$) برسد و یون پایدار هشت‌تایی تشکیل دهد.

موارد (ا)، (ب) و (پ) درست‌اند. بررسی عبارت‌ها:

ا) یون X^{2+} با آرایش $3p^6$ مربوط به اتم X با آرایش $[\text{Ne}] 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$ است که به گروه سوم و تناوب چهارم تعلق دارد. (درست)

ب) یون X^{2-} دارای ۱۸ الکترون است پس X دارای ۱۵ الکترون است و آرایش آن به صورت $[\text{Ne}] 3s^2 3p^4$ است که دارای ۵ الکترون با $n=3$ می‌باشد. (درست)

پ) آرایش الکترونی Zn^{2+} به صورت $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$ است که دارای شش الکترون با $l=0$ (زیرلایه s) است. (درست)

ت) در عنصرهای واسطه دوره چهارم هنگام تشکیل کاتیون، ابتدا $4s$ پرداشته می‌شود سپس از $3d$. بنابراین آرایش Co^{2+} به صورت زیر خواهد بود: (نادرست)





N^{3-} (نیتريد)، Na^+ (سدیم) و O^{2-} (اکسید) نام دارند.

سه تایی (از سه عنصر $\text{O} + \text{S} + \text{Al}$) و دارای ۱۷ اتم است.

$$\text{اتم} \Rightarrow 2\text{Al} + 2(\text{S} + \text{O}) = 2 + 2(5) = 2 + 10 = 12$$

متنیزم (۱۲Mg) جزو گروه دوم و دارای ظرفیت ۲ است.

AlF_3 دارای ۳ آنیون (F^-) و یک کاتیون (Al^{3+}) است.

$$\frac{\text{شمار آنیون ها}}{\text{شمار کاتیون ها}} = \frac{3}{1} = 3$$

متنیزم نیتريد (۱۲Mg + ۲N) از دو عنصر (۲Mg + ۲N) تشکیل شده است.

$$\frac{\text{شمار اتم ها}}{\text{شمار عناصر}} = \frac{5}{2}$$

کلريد (Cl^-)، ليتيم (Li^+) و نقره (Ag^+) هر سه یون تک ظرفیتی هستند.

هیدروژن کلريد از دو نافلز هیدروژن (H) و کلر (Cl) تشکیل شده است پس یک مولکول کووالانسی است نه ترکیب یونی. البته HCl یک ترکیب دوتایی غیر یونی به شمار می آید.

هیدروژن کلريد یک ترکیب کووالانسی است و یونی نمی باشد.

کلسیم برمید (CaBr_2) دارای ۲ آنیون Br^- و یک کاتیون Ca^{2+} است.

$$\frac{\text{تعداد آنیون}}{\text{تعداد کاتیون}} = \frac{2}{1}$$

فرمول درست دو ترکیب موردنظر سدیم نیتريد (Na_3N) و ليتيم فسفید (Li_3P) می باشد.

گاز نجیب دوره سوم همان Ar است. همه کاتیون ها و آنیون های گزیده (۲) همانند آرگون ۱۸ الکترونی هستند، پس آرایش الکترونی مشابه آرگون دارند.

شمار آنیون در یک ترکیب یونی برابر ظرفیت کاتیون آن ترکیب است.

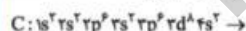
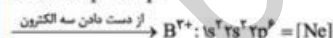
در متنیزم نیتريد (Mg_3N_2) شمار آنیون ها (N^{3-}) با بار الکتريکی

کلسیم (Ca^{2+}) برابر است. هم چنین در آلومینیم اکسید (Al_2O_3)

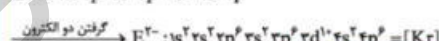
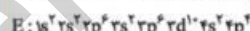
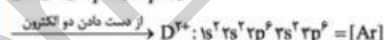
شمار آنیون ها (O^{2-}) با بار الکتريکی نیتريد (N^{3-}) برابر است.

آرایش هایی را که به np^6 ختم شوند، هم می توان به یک یون منفی (آنیون) و هم به یک یون مثبت (کاتیون) و هم به یک اتم خنثی (گاز نجیب) نسبت داد. بنابراین در این مجموعه آرایش های (I) و (III) را می توان به آنیون و کاتیون نسبت داد (۲ کاتیون و ۲ آنیون). از طرفی آرایش هایی را که به زیرلایه d ختم شوند، می توان به یک کاتیون نسبت داد. بنابراین آرایش های الکترونی (II) را می توان به کاتیون نسبت داد. در مجموع از بین آرایش های الکترونی داده شده، ۲ مورد آنیون و ۳ مورد کاتیون وجود دارد.

آرایش گاز نجیب به $ns^2 np^6$ ختم می شود. اتم های مختلف اغلب با گرفتن یا از دست دادن حداکثر ۳ الکترون به آرایش الکترونی نزدیک ترین گاز نجیب می رسند.



نمی تواند با گرفتن ۶e⁻ یا از دست دادن ۱۰e⁻ به آرایش گاز نجیب برسد.



ابتدا آرایش الکترونی اتم خنثی مربوط به هر ذره را می نویسیم تا به تشخیص دوره و گروه آن بپردازیم:

گروه ۵، دوره سوم $\text{A: } 2s^2 2p^3$

گروه ۳، دوره چهارم $\text{B}^{2+}: 2s^2 2p^3 \Rightarrow \text{B: } 2s^2 2p^6 3d^1 3s^2$

گروه ۱۲، دوره چهارم $\text{C}^{2+}: 3d^1 \Rightarrow \text{C: } 3d^1 3s^2$

گروه ۱۶، دوره سوم $\text{D}^{2-}: 2s^2 2p^3 \Rightarrow \text{D: } 2s^2 2p^6$

گروه ۱، دوره چهارم $\text{E: } 4s^1$

بنابراین: عناصرهای A و D به دوره سوم و عناصرهای B، C و E به دوره چهارم تعلق دارند.

جرم آنیون X^{2-} برابر ۷۸amu است، یعنی در کل دارای عدد جرمی ۷۸ بوده و مجموع پروتون و نوترون های X برابر ۷۸ است.

وقتی یون X^{2-} دارای ۸ الکترون با $n=4$ است یعنی دارای لایه ظرفیت $4s^2 4p^6$ است. بنابراین آرایش الکترونی کامل یون X^{2-} به صورت

$[\text{Ar}] 3d^1 3s^2 3p^6$ است که در مجموع دارای ۲۶ الکترون می باشد.

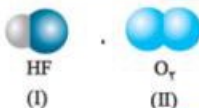
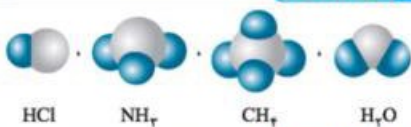
وقتی X^{2-} دارای ۲۶ الکترون است اتم X دارای ۲۴ الکترون و عدد اتمی ۲۴ بوده است. پس شمار نوترون های آن برابر $78 - 24 = 54$ است و تفاوت

شمار آن ها با تعداد الکترون های X^{2-} برابر است با: $\Delta X = 54 - 26 = 28$

مولکول N_2 از پیوند بین دو اتم نافلزی به وجود آمده است و یک مولکول است.

ترکیب‌های مولکولی معمولاً از اتصال اتم‌های نافلزی به وجود می‌آیند.

پیوند کووالانسی معمولاً از پیوند کووالانسی بین دو نافلز به وجود می‌آید و پیوند یونی هم معمولاً بین فلزها و نافلزها تشکیل می‌شود.



بررسی گزینه‌ها:

- ۱) درست، شکل (I) می‌تواند به مولکول آب (H_2O) نسبت داده شود، زیرا در مولکول H_2O سه اتم وجود دارد (۲ اتم H و یک اتم O).
- ۲) درست، شکل (II) را می‌توان به مولکول CH_4 نسبت داد، زیرا در CH_4 همانند شکل، یک اتم C و ۴ اتم H وجود دارد.
- ۳) نادرست، مولکول (III) یک مولکول CH_4 است نه سه اتمی و هشت‌تایی بودن اتم‌های آن مشخص نیست.
- ۴) درست، می‌توان گفت اتم‌های کناری هر سه شکل اتم H باشند، زیرا H دارای یک الکترون منفرد است و در کنار اتم‌های دیگر قرار می‌گیرد.

با توجه به لایه ظرفیت اتم‌های داده شده می‌توان دریافت که:

نیتروژن (N) دارای آرایش الکترون - نقطه‌ای $1s^2 2s^2 2p^3$ است و سه الکترون منفرد دارد.

آلومینیم (Al) دارای آرایش الکترون - نقطه‌ای $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ است و سه الکترون منفرد دارد.

کربن (C) دارای آرایش الکترون - نقطه‌ای $1s^2 2s^2 2p^2$ است و چهار الکترون منفرد دارد.

کلر (Cl) دارای آرایش الکترون - نقطه‌ای $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ است و یک الکترون منفرد دارد.

به شکل درست موارد (ب) و (ث) در جدول زیر توجه کنید.

ردیف	فرمول شیمیایی	نماد یون‌های سازنده	نام ترکیب یونی	(۳)
(۱)	Na_3P	Na^+ , P^{3-}	سدیم فسفید	(۳)
(۲)	KBr	K^+ , Br^-	پتاسیم برمید	(۲)
(۳)	Al_2S_3	Al^{3+} , S^{2-}	آلومینیم سولفید	(۳)

موارد (ا) و (ث) درست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

- (ا) درست. تعداد ترکیبات کووالانسی (که واحدهای سازنده‌شان مولکول است) بیش‌تر از شمار ترکیبات یونی است.
- (ب) نادرست. در تشکیل اغلب مولکول‌ها هم مانند ترکیب‌های یونی، رسیدن به آرایش الکترونی هشت‌تایی ملاک واکنش‌پذیری اتم‌هاست.
- (پ) نادرست. گاز کلر خاصیت رنگ‌گیری و گندزدایی دارد و از مولکول‌های دواتمی (Cl_2) تشکیل شده است.
- (ث) درست.

بررسی عبارت‌ها:

- (ا) نادرست، اتم‌های عنصر کلر در آرایش الکترون - نقطه‌ای خود دارای ۷ الکترون ظرفیتی ($2s^2 2p^5$) هستند.
- (ب) درست.
- (پ) درست.
- (ث) نادرست، در مولکول کلر (Cl_2) نسبت شمار الکترون‌های ناپیوندی به الکترون‌های پیوندی برابر ۶ به ۱ است.

به فرمول شیمیایی که افزون بر نوع عنصرهای سازنده، شمار اتم‌های هر عنصر را نشان می‌دهد، فرمول مولکولی می‌گویند. از فرمول مولکولی می‌توان اطلاعات زیر را دریافت کرد:

نوع عنصرهای سازنده، شمار اتم‌های هر عنصر، جرم مولی مولکول، تعداد ذره‌های زیراتمی هر مولکول.

به عنوان مثال از فرمول مولکولی SO_3 می‌توان به اطلاعات زیر دست یافت.

نوع عنصرهای سازنده: S و O

شمار اتم‌های هر عنصر: یک اتم S و ۳ اتم O

جرم مولی مولکول:

$$SO_3 = 1 \times S + 3 \times O = 1(32) + 3(16) = 80 \text{ g.mol}^{-1}$$

تعداد ذره‌های زیراتمی مولکول: تعداد و نماد شیمیایی $^{16}_8O$ و $^{32}_{16}S$ تعداد الکترون‌ها، پروتون‌ها و نوترون‌ها را مشخص می‌کند.

۳۵۶

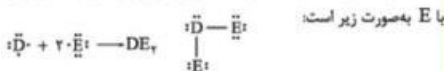
عبارت‌های (ا) و (ب) درست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

(ا) با توجه به آرایش‌های داده‌شده، اتم A در لایه ظرفیت ۵ الکترون و اتم E دارای ۷ الکترون ظرفیتی است و فرمول مولکول حاصل از آن‌ها

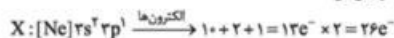

 به صورت AE_3 است.


(ب) عنصر D در لایه ظرفیت خود ۶ الکترون دارد و مولکول حاصل از آن



به صورت زیر است:

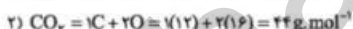
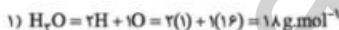
 مولکول DE_2 دارای ۲ پیوند کووالانسی است.

 (پ) در مولکول DX_2 تعداد ۳۴ الکترون وجود دارد که ۱۲ الکترون ظرفیتی در بین آن‌هاست.

 (ت) مولکول D_2 دارای ساختار الکترون - نقطه‌ای زیر است:

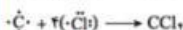
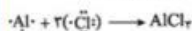
 و نسبت شمار الکترون‌های ناپیوندی به پیوندی $(\frac{4}{2})$ برابر ۲ است.

۳۵۷

جرم مولی مولکول‌ها از مجموع جرم اتمی اتم‌های سازنده هر مولکول محاسبه می‌شود:



فرمول شیمیایی (مولکولی) بین ترکیب‌ها به صورت زیر است:



بنابراین گزینه (۴) درست است.

۳۵۸

ابتدا همه اتم‌ها را در هر دو مولکول داده‌شده هشت‌تایی می‌کنیم. (البته اتم‌های H دوتایی می‌شوند)



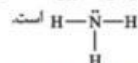
اتم X دارای پنج الکترون ظرفیتی بوده، پس به گروه ۱۵ تعلق دارد، یعنی N یا P می‌باشد. (گزینه‌های (۲) و (۳) رد می‌شوند).

 توضیح: چون‌که به ازای هر Cl یک تک الکترون داشته (۳ تا Cl، پس ۳ عدد تک الکترون) و هم‌چنین یک جفت الکترون ناپیوندی ($2e^-$) دارد.

اتم Y دارای ۶ الکترون ظرفیتی بوده، پس به گروه ۱۶ تعلق دارد. اتم S در

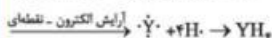
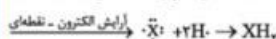
گزینه (۴) جزو گروه ۱۶ است. (رد گزینه (۱) و تأیید گزینه (۴))

۳۵۹

 آرایش الکترون - نقطه‌ای اکسیژن به صورت $\ddot{O} = \ddot{O}$ و آمونیاک به صورت


است.

۳۶۰

 ۱ یعنی زیرلایه p و آرایش الکترونی این دو اتم به ترتیب به np^2 و np^2 ختم می‌شود.




رد پای گازها در زندگی

فصل ۲

۲۲۹

قسمت اول: زمین و لایه‌های گازی اطراف آن

هوا کره

۳۵۸. کدام یک در مورد گازهای اطراف کره زمین نادرست است؟

- (۱) گازهای اطراف زمین، گرمای خورشید را در خود نگه می‌دارند.
(۲) زمین را از پرتوهای خطرناک کیهانی محافظت می‌کند.
(۳) چند مورد از مطالب زیر درست است؟

- (آ) علم شیمی، خواص، رفتار و بر هم کنش گازهای هواکره را بررسی می‌کند.
(ب) زمین، یکی از سیاره‌های سامانه خورشیدی است که امکان زندگی را دارد.
(پ) اتمسفر مخلوطی از گازهای یکسان است که تا فاصله 500 km از سطح زمین امتداد دارد.
(ت) جاذبه زمین سبب می‌شود، گازهای هواکره دائماً در حال جنبش باشند و در سرتاسر هواکره توزیع شوند.
- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۳۶۰. کدام گزینه درست است؟

- (۱) جرم کل هواکره 1×10^6 برابر جرم زمین است.
(۲) همه گازهای هواکره نامرئی هستند.
(۳) میان گازهای هواکره واکنش‌های فیزیکی رخ می‌دهد که انطباق می‌دهند.
(۴) ما فشار هوا را احساس نمی‌کنیم، چون در یک جهت بر بدن ما وارد می‌شود.

۳۶۱. چند مورد از گزینه‌های زیر نادرست بیان شده است؟

- (آ) یون‌های موجود در هواکره در ارتفاع حدود 100 km دیده می‌شوند.
(ب) گازی که بیش‌ترین حجم هواکره را تا ارتفاع حدود 20 km تشکیل می‌دهد، بخار آب است.
(پ) دما در هواکره تا ارتفاع 12 km کاهش می‌یابد.
(ت) دما در هواکره از ارتفاع 12 km تا 50 km کاهش می‌یابد.
- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

تغییرات دما و فشار در هواکره

۳۶۲. در نمودار تغییر دما و فشار برحسب افزایش ارتفاع، تغییر فشار بر حسب ارتفاع و تغییر دما بر حسب ارتفاع است.

- (۱) نامنظم - نزولی (۲) نزولی - نامنظم (۳) صعودی - نامنظم (۴) نزولی - صعودی

۳۶۳. روند تغییر کدام یک می‌تواند دلیلی بر لایه‌ای بودن هواکره باشد؟

- (۱) فشار (۲) تعداد ذره‌ها در واحد حجم (۳) دما (۴) ارتفاع

۳۶۴. در هواکره به‌جز و ذره‌های دیگری به نام وجود دارد که علت ایجاد آن‌ها وجود در لایه‌های بالایی است.

- (۱) H_2O - O_2 - O_3 لایه‌های مختلف (۲) اتم - مولکول - یون - پرتوهای پراثری الکترومغناطیسی
(۳) CO_2 - N_2 - He پرتوهای پراثری الکترومغناطیسی (۴) اتم - مولکول - یون - لایه‌های مختلف

۳۶۵. مقادیر زیر، فشار هوا را نشان می‌دهند. هر یک را به کدام مکان (۱، ۲ و ۳) می‌توان نسبت داد؟ ($1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg}$)

(۷۳۵ mmHg, ۷۶۰ mmHg, ۷۴۵ mmHg)

(۱) مکان ۱ (۷۳۵ mmHg)، مکان ۲ (۷۴۵ mmHg)، مکان ۳ (۷۶۰ mmHg)

(۲) مکان ۱ (۷۶۰ mmHg)، مکان ۲ (۷۴۵ mmHg)، مکان ۳ (۷۳۵ mmHg)

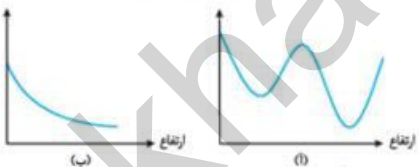
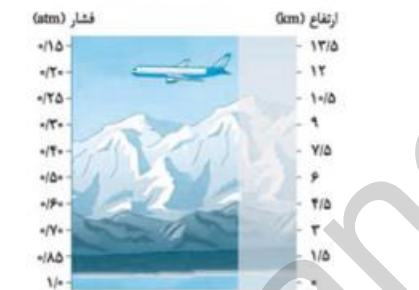
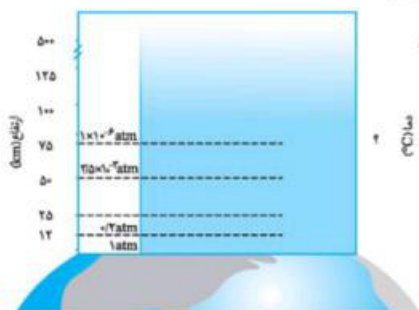
(۳) مکان ۱ (۷۴۵ mmHg)، مکان ۲ (۷۶۰ mmHg)، مکان ۳ (۷۳۵ mmHg)

(۴) مکان ۱ (۷۶۰ mmHg)، مکان ۲ (۷۳۵ mmHg)، مکان ۳ (۷۴۵ mmHg)



۳۶۶ اگر دمای میانگین در سطح زمین را 15°C فرض کنیم و به ازای هر کیلومتر افزایش ارتفاع در لایه تروپوسفر دما 1°C تغییر کند و ارتفاع این لایه ۱۲ km باشد، دما در انتهای لایه تروپوسفر چند درجه سانتی‌گراد است؟
 (۱) -55°C (۲) -68°C (۳) -75°C (۴) -81°C

۳۶۷ کدام گزینه در مورد هواکره زمین نادرست است؟
 (۱) با افزایش ارتفاع از سطح زمین، فشار هوا کاهش می‌یابد.
 (۲) به علت وجود جاذبه زمین، تراکم گازهای هواکره در نزدیکی سطح زمین بیش‌تر است.



۳۷۱ روند تغییرات دما در هواکره با افزایش ارتفاع بوده که دلیلی بر هواکره است.

(۱) نامنظم - لایه‌ای بودن (۲) منظم - لایه‌ای بودن (۳) نامنظم - کاهش فشار (۴) منظم - کاهش فشار

۳۷۲ تغییرات آب و هوا در کدام لایه هواکره رخ می‌دهد و دمای بالاترین نقطه آن چند کلوین است؟
 (۱) تروپوسفر - 284°C (۲) تروپوسفر - 218°C (۳) استراتوسفر - 284°C (۴) استراتوسفر - 218°C

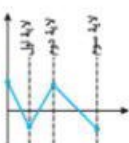
۳۷۳ در لایه تروپوسفر با افزایش ارتفاع به‌ازای هر کیلومتر، دما در حدود 6°C افت می‌کند و در انتهای لایه به حدود -55°C می‌رسد. اگر میانگین دما در سطح زمین 14°C باشد، ارتفاع تقریبی لایه تروپوسفر کدام است؟ (برحسب کیلومتر)
 (۱) ۱۱/۵ (۲) ۷ (۳) ۵ (۴) ۱۴

۳۷۴ چه تعداد از عبارات‌های زیر برای کامل کردن جمله «..... هواکره متعلق به ارتفاع بالاتر از ۱۰۰ کیلومتر است» مناسب است؟
 (۱) وجود اتم و یون در (ب) کم‌ترین فشار (پ) وجود اوزون در (ت) وجود گاز هلیوم در
 (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۳۷۵ تغییرات دما در سطح زمین و انتهای لایه‌های هواکره تا ارتفاع حدود 80 کیلومتر بر حسب کلوین به ترتیب از راست به چپ کدام است؟
 (۱) $273^{\circ}\text{C} - 280^{\circ}\text{C} - 186^{\circ}\text{C} - 218^{\circ}\text{C}$ (۲) $186^{\circ}\text{C} - 218^{\circ}\text{C} - 280^{\circ}\text{C} - 273^{\circ}\text{C}$ (۳) $273^{\circ}\text{C} - 218^{\circ}\text{C} - 186^{\circ}\text{C} - 280^{\circ}\text{C}$ (۴) $280^{\circ}\text{C} - 218^{\circ}\text{C} - 186^{\circ}\text{C} - 273^{\circ}\text{C}$

۳۷۶. کدام مطلب نادرست است؟

- (۱) آب و هوا فقط نتیجهٔ برهم‌کنش میان زمین و هواکره است.
 - (۲) تغییرات آب و هوایی در فاصلهٔ ۱۲ - ۱۰ کیلومتری از سطح زمین اتفاق می‌افتد.
 - (۳) هواکره به علت داشتن گازهای گوناگون، فشار دارد.
 - (۴) فشار هواکره در همهٔ جهتها بر بدن ما و به میزان یکسان وارد می‌شود.
۳۷۷. در لایهٔ ترموسفر، نرخ تغییر دما به ازای هر کیلومتر افزایش در ارتفاع حدود 3°C است. اگر دمای ابتدا و انتهای مکانی در لایهٔ ترموسفر، به ترتیب 70°C و 10°C باشد، ارتفاع تقریبی این لایه تا مکان مورد نظر، چند کیلومتر است؟



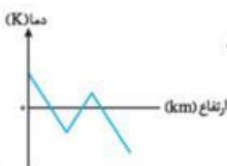
۳۷۸. در نمودار روبه‌رو، ستون افقی و عمودی به ترتیب چه کمیتی را نشان می‌دهد و انتهای لایهٔ سوم به چه عددی ختم می‌شود؟
- (۱) ارتفاع - فشار - ۵۰۰ کیلومتری
- (۲) ارتفاع - اجزاء سازندهٔ هوا - ۵۰۰ کیلومتری
- (۳) ارتفاع - دما - ۷۵ کیلومتری
- (۴) ارتفاع - دما - ۸۰ کیلومتری

۳۷۹. کدام جمله نادرست می‌باشد؟

- (۱) علم شیمی به ما کمک می‌کند تا با بررسی خواص، رفتار و برهم‌کنش گازهای هواکره زمین، راههای تداوم زندگی سالم را بیابیم.
- (۲) زمین در فضا همانند گویبی فیروزه‌ای درون هاله‌ای از گازها در چرخش است.
- (۳) هواکره، مجموعه‌ای از گازهاست که دور یک جرم آسمانی قرار گرفته است.
- (۴) هواکرهٔ زمین نمی‌تواند زمین را از پرتوهای کیهانی محافظت کند.

۳۸۰. چه تعداد از عبارات زیر صحیح می‌باشد؟

- (آ) جرم هواکره در حدود $5/3 \times 10^{15}$ تن است.
- (ب) هواکره، مخلوطی از گازهای گوناگون است که تا فاصلهٔ ۱۰۰ کیلومتری از سطح زمین امتداد یافته است.
- (پ) فشار هر گاز ناشی از برخورد آن‌ها به یکدیگر است.
- (ت) در فاصلهٔ بیش از ۷۵ کیلومتری زمین، یون‌ها وجود دارند.
- (ث) نمودار مقابل تغییر دما برحسب کلونین را با افزایش ارتفاع نشان می‌دهد.



۳۸۱. از سطح زمین تا فاصلهٔ ۷۵ کیلومتری علاوه بر بخار آب گازهایی مانند و وجود دارد. همچنین در ارتفاع بیش‌تر از ۷۵ کیلومتری نیز علاوه بر گازهای N_2 و O_2 ، و نیز وجود دارد.



۳۸۲. کدام یک از عبارات‌های زیر نادرست است؟

- (۱) تغییرات آب و هوایی در فاصلهٔ ۱۲ - ۱۰ کیلومتری از سطح زمین اتفاق می‌افتد.
- (۲) انرژی گرمایی مولکول‌های گازی موجود در هواکره سبب می‌شوند تا در سرتاسر هواکره توزیع شوند.
- (۳) آب و هوا نتیجهٔ برهم‌کنش میان زمین، هواکره، آب و خورشید است.
- (۴) هر چند که شماری از گازهای موجود در هواکره نامرئی هستند ولی ما می‌توانیم به طور معمول، هوا را در پیرامون خود حس کنیم.

۳۸۳. لایهٔ از ارتفاع حدود ۱۲ تا ۵۰ کیلومتری سطح زمین قرار دارد و حضور گاز اوزون در این لایه پرنسب است و لایهٔ پایین‌ترین لایهٔ هواکره است که تا ارتفاع حدود ۱۲ کیلومتری زمین را در بر می‌گیرد.



۳۸۴. کدام عبارت نادرست است؟

- (۱) در لایهٔ تروپوسفر با افزایش ارتفاع، دما کاهش می‌یابد.
- (۲) در لایه‌های هوا، با افزایش ارتفاع به ازای هر کیلومتر، دما در حدود 6°C کم می‌شود.
- (۳) دما در لایهٔ استراتوسفر افزایش یافته و از دمای منفی در ابتدای این لایه به دمای مثبت در انتهای آن می‌رسد.
- (۴) در لایهٔ سوم، با افزایش ارتفاع، دما به تدریج کاهش می‌یابد.

۳۸۵. چند مورد از مطالب زیر درست است؟

- (آ) پرتوهای پرنانرژی الکترومغناطیسی در لایه‌های بالایی هواکره، اتم و مولکول‌ها را به یون تبدیل می‌کنند.
- (ب) با توجه به روند تغییرات فشار برحسب ارتفاع می‌توان به لایه‌ای بودن هواکره پی برد.
- (پ) در ارتفاع ۱۲ کیلومتری زمین، فشار هوا به حدود یک اتمسفر می‌رسد.
- (ت) دمای هوا در انتهای لایهٔ اول به ۲۱۸ کلونین می‌رسد.

۳۸۶. دمای اتمسفر در یک سیاره فرضی، از رابطه $\theta(^{\circ}\text{C}) = 6 - 2\sqrt{h}$ پیروی می‌کند. دمای هوا در ارتفاع ۴ کیلومتری از سطح سیاره، برحسب درجه کلوین، کدام است؟ (h ارتفاع برحسب کیلومتر است.)

(شماره ۹۸)

۲۵۹ (۱) ۲۶۳ (۲) ۲۸۳ (۳) ۲۸۷ (۴)

هوا معجونی ارزشمند

۳۸۷. کدام یک از کاربردهای نیتروژن نیست؟

- (۱) پرکردن بالن‌های هواشناسی
(۲) پرکردن تایر خودروها
(۳) سرماسازی برای انجماد مواد غذایی
(۴) نگهداری نمونه‌های بیولوژیکی

۳۸۸. چند مورد از گزینه‌های زیر درست است؟

- (آ) امروزه در صنعت با پسته‌بندی مناسب می‌توان زمان نگهداری مواد غذایی را افزایش داد.
(ب) اکسیژن و نیتروژن از جمله گازهای هوا که هستند که نقش حیاتی در زندگی روزانه دارند.
(پ) زندگی جانداران گوناگون در زیست‌کره با گازهای هوا، گره خورده است.
(ت) جانداران زیرزمینی، گاز اکسیژن هوا که را برای مصرف گیاهان در خاک تثبیت می‌کنند.

۴ (۱) ۳ (۲) ۲ (۳) ۱ (۴)

۳۸۹. حدود ۷۵ درصد از هوا که در نزدیک‌ترین لایه به زمین یعنی قرار دارد.

- (۱) یون‌های گازی - تروپوسفر (۲) جرم - تروپوسفر (۳) گازهای - استراتوسفر (۴) جرم - استراتوسفر

۳۹۰. در فرایند فتوسنتز گاز تولید و مصرف می‌شوند.

- (۱) بخار آب - اکسیژن - کربن دی‌اکسید
(۲) نیتروژن - اکسیژن - کربن دی‌اکسید
(۳) اکسیژن - آب - کربن دی‌اکسید
(۴) اکسیژن - نیتروژن - کربن دی‌اکسید

۳۹۱. چند مورد از مطالب زیر درست است؟

- (آ) بررسی گازهای موجود در هوا که نشان می‌دهد که از ۲۰۰ میلیون سال پیش تاکنون نسبت گازهای سازنده هوا که تقریباً ثابت است.
(ب) رطوبت هوا ثابت می‌باشد.
(پ) میانگین بخار آب در هوا حدود یک درصد است.
(ت) مقدار رطوبت هوا از ساعتی به ساعتی دیگر تغییر می‌کند.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۳۹۲. در بین گازهای نجیب موجود در هوای پاک و خشک، گازهای و در رتبه اول و دوم قرار دارند.

- (۱) هلیوم - نئون (۲) هلیوم - کربن‌دئون (۳) نئون - آرگون (۴) آرگون - نئون

۳۹۳. چه تعداد از عبارات‌های زیر برای کامل کردن جمله داده‌شده مناسب است؟ «..... گاز نیتروژن می‌باشد.»

- (آ) در دمای 200°C - آخرین گازی که مایع می‌شود.
(ب) بیش‌ترین درصد گاز در هوا که
(پ) گازی که در ساختن نمونه‌های بیولوژیکی در پزشکی استفاده می‌شود.
(ت) گازی که در ساختن لایه‌های رشته‌ای به کار می‌رود.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۳۹۴. کدام مورد درباره تقطیر جزء به جزء هوای مایع درست است؟

- (۱) در مرحله نخست با استفاده از فشار، دمای هوا را پیوسته کاهش می‌دهند.
(۲) در مرحله دوم هوا را از صافی‌هایی عبور می‌دهند تا گرد و غبار آن گرفته شود.
(۳) با گرم کردن هوای مایع 200°C - ابتدا گاز نیتروژن از هوای مایع جدا می‌شود.
(۴) در دمای 78°C - گاز کربن دی‌اکسید مایع شده و جدا می‌شود.

۳۹۵. در هنگام تقطیر هوای مایع، کدام گاز با درصد خلوص بیش‌تری جدا می‌شود؟

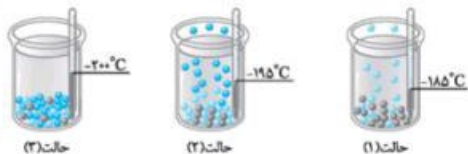
- Ar (۴) O₂ (۳) N₂ (۲) CO₂ (۱)

۳۹۶. کدام یک از جملات در فرایند جداسازی اجزای هوا که درست نمی‌باشد؟

- (۱) برخی از اجزای هوا که به‌صورت جامد جدا می‌شوند.
(۲) هرچه اختلاف دمای جوش اجزاء بیش‌تر باشد، جداسازی بهتر اتفاق می‌افتد.
(۳) هر چقدر اجزای گازها در ظرف تقطیر بیش‌تر باشد، جداسازی آسان‌تر است.
(۴) دمای جوش آرگون و اکسیژن به هم نزدیک است و جداسازی کامل آن‌ها مشکل است.

۳۹۷. در تقطیر جزء به جزء هوای مایع به ترتیب گازهای و خارج می‌شوند.

(۱) اکسیژن - آرگون - نیتروژن (۲) نیتروژن - اکسیژن - آرگون
(۳) اکسیژن - نیتروژن - آرگون (۴) نیتروژن - آرگون - اکسیژن



۳۹۸. دانش‌آموزی جدا شدن برخی گازها را از هوای مایع مطابق شکل مقابل طراحی کرده است. در حالت (۳) کدام گاز در ظرف وجود ندارد؟ در حالت (۲) کدام گاز خارج می‌شود. در حالت (۱) کدام گاز به صورت مایع باقی ماند؟

(۱) هلیوم - نیتروژن - اکسیژن (۲) آرگون - نیتروژن - اکسیژن
(۳) نیتروژن - هلیوم - اکسیژن (۴) اکسیژن - آرگون - نیتروژن
۳۹۹. کدام گزینه درست است؟

(۱) اتبیک وسیله‌ای برای جداسازی اجزای هوای مایع است.
(۲) گاز آرگون گازی بی‌رنگ، بی‌بو و سمی است.
(۳) هنگام ریختن هوای مایع درون یک بالن، مخلوط شروع به جوشیدن می‌کند و بخار می‌شود.
(۴) سالانه ۱۷۵ میلیون مترمکعب گاز آرگون در جهان تولید می‌شود.
۴۰۰. کدام مطلب در مورد هلیوم نادرست است؟

(۱) از واکنش‌های شیمیایی در ژرفای زمین تولید می‌شود.
(۲) دمای جوش آن کمتر از -200°C است.
(۳) هلیوم در کره زمین به مقدار یافت می‌شود، به طوری که مقدار از آن در هوا و مقدار در لایه‌های زیرین پوسته زمین وجود دارد.

(۱) خیلی زیاد - ناچیزی - بیش‌تری (۲) خیلی کم - ناچیزی - بیش‌تری
(۳) خیلی زیاد - بیش‌تری - ناچیزی (۴) خیلی کم - بیش‌تری - ناچیزی
چه تعداد از عبارات‌های زیر می‌تواند جمله «هلیوم موجود در گاز طبیعی» را کامل کند؟
(آ) به همراه سایر فراورده‌های سوختن بدون مصرف وارد هواکره می‌شود. (ب) در میدان‌های گازی گوناگون یکسان است.
(پ) از واکنش‌های هسته‌ای در ژرفای زمین تولید می‌شود. (ت) برای جدا شدن به دانش و فناوری پیشرفته‌ای نیاز دارد.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

(پایه ۹۸)

۴۰۳. چند مورد از مطالب زیر، درست‌اند؟

- گاز آرگون، سومین گاز فراوان در هواکره است.
- اتبیک، وسیله تقطیر مواد بود که توسط جابر بن حیان نوآوری شده بود.
- برخی از جانداران ذره‌بینی، نیتروژن هوا را برای مصرف گیاهان در خاک تثبیت می‌کنند.
- نسبت گازهای سازنده هواکره از ۲۰۰ میلیون سال پیش تاکنون به تقریب ثابت مانده است.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

قسمت دوم: اکسیژنه گازی واکنش‌پذیر در هواکره

اکسیژن

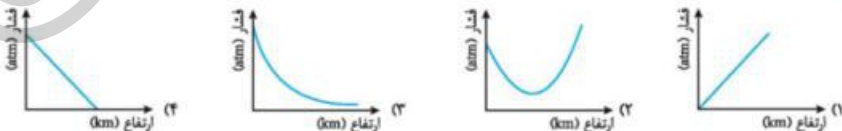
۴۰۴. کدام مطلب در مورد اکسیژن نادرست است؟

(۱) مقدار آن در لایه‌های گوناگون هواکره با هم تفاوت دارد.
(۲) در هواکره به طور عمده به صورت مولکول‌های دواتمی وجود دارد.
(۳) در ساختار بیش‌تر مولکول‌های زیستی وجود دارد.
(۴) در سنگ‌کره به صورت ترکیب با دیگر عناصرها یافت می‌شود.

۴۰۵. اکسیژن، گازی است و با عناصرها واکنش

(۱) واکنش‌پذیر - همه - می‌دهد (۲) بی‌اثر - تعداد کمی - می‌دهد (۳) بی‌اثر - هیچ‌کدام از - نمی‌دهد (۴) واکنش‌پذیر - اغلب - می‌دهد

۴۰۶. کدام نمودار، فشار گاز اکسیژن را بر حسب ارتفاع از سطح زمین درست نمایش می‌دهد؟



۴۰۷. چند مورد از مطالب زیر، نادرست است؟

- (آ) مقدار اکسیژن در لایه‌های گوناگون هواکره با هم تفاوت دارد.
(ب) علت استفاده کوهنوردان از کیسول اکسیژن این است که با افزایش ارتفاع، فشار گاز اکسیژن نیز زیاد می‌شود.
(پ) آلومینیم از جمله فلزهایی است که چند نوع اکسید تولید می‌کند.
(ت) طلا و پلاتین به طبیعت به حالت آزاد یافت می‌شوند.

۱) ۰ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

نامگذاری ترکیب‌های یونی

۴۰۸. کدام یک درست نامگذاری شده است؟

- ۱) CuO مس (I) اکسید ۲) K_2S پتاسیم (III) سولفید ۳) PCl_4 فسفر تری‌کلرید ۴) N_2O_4 نیتروژن تری‌اکسید

۴۰۹. تعداد اکسیدهای کدام فلز با بقیه فرق دارد؟

- ۱) Al ۲) Fe ۳) Cu ۴) Cr

(پاسخ: ۹۰، یا کمتر (تقریب))

۴۱۰. اگر فرمول نیتريد فلز اصلی M به صورت MN باشد، فرمول اکسید و کلرید آن کدام است؟
۱) MO - MCl_2 ۲) M_2O - MCl_2 ۳) M_2O_2 - M_2Cl_2 ۴) M_2O_3 - M_2Cl_3

۴۱۱. یون X^{2+} دارای ۵۴ الکترون است. تناوب و گروه عنصر این یون و فرمول سولفید آن کدام است؟

- ۱) تناوب ششم - گروه ۲ - XS ۲) تناوب پنجم - گروه ۱۳ - X_2S_5
۳) تناوب ششم - گروه ۱۳ - X_2S_5 ۴) تناوب پنجم - گروه ۲ - XS

۴۱۲. با توجه به این که فرمول پتاسیم پرمنگنات KMnO_4 و فرمول استرانسیم هیدروژن فسفات SrHPO_4 است، فرمول استرانسیم پرمنگنات کدام است؟

- ۱) $\text{Sr}_2(\text{MnO}_4)_2$ ۲) SrMnO_4 ۳) $\text{Sr}_2(\text{MnO}_4)_3$ ۴) $\text{Sr}(\text{MnO}_4)_2$

۴۱۳. چنانچه فرمول ترکیبی از باریم $\text{Ba}_2\text{P}_2\text{O}_7$ و فرمول ترکیبی از آلومینیم $\text{Al}_2(\text{S}_2\text{O}_7)_3$ باشد، در کدام گزینه فرمول داده شده نادرست است؟

- ۱) $\text{Al}_2(\text{P}_2\text{O}_7)_3$ ۲) BaS_2O_7 ۳) $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ۴) $\text{K}_4\text{S}_2\text{O}_7$

۴۱۴. آرایش الکترونی کاتیون در نمک‌های AgCl و $\text{Fe}_2(\text{HPO}_4)_3$ به ترتیب از راست به چپ کدام است؟ (Ag : ۴۷، Fe : ۲۶)

- ۱) $[\text{Ar}] 3d^5 4s^2$ - $[\text{Kr}] 4d^6 5s^2$ ۲) $[\text{Ar}] 3d^5 4s^2$ - $[\text{Kr}] 4d^6 5s^2$
۳) $[\text{Ar}] 3d^5$ - $[\text{Kr}] 4d^6$ ۴) $[\text{Ar}] 3d^5$ - $[\text{Kr}] 4d^6$

۴۱۵. اگر فرمول ایزالات عنصر X به صورت $\text{X}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$ باشد، درصد نیتروژن در آزید این فلز به تقریب کدام است؟ ($X = 56$, $N = 14$; g.mol^{-1})

(پاسخ: ۴۸٪ از کشور ۹۹۳)

- ۱) ۱۴/۲۸ ۲) ۲۰ ۳) ۴۳ ۴) ۶۹/۲۳

(تقریب: ۴۸٪ از کشور ۹۹۳، یا کمتر (تقریب))

۴۱۶. فرمول شیمیایی کدام ترکیب‌ها از نگاه ضریب استوکیومتری، مشابه هم است؟

- ۱) سدیم کربنات، کلسیم هیدروژن فسفات، منیزیم کربنات ۲) آمونیم هیدروکسید آلومینیم هیدروکسید، گالیم هیدروکسید
۳) گوگرد تری‌اکسید، دی‌نیتروژن تری‌اکسید، اسکاندیم اکسید ۴) آهن (III) اکسید، آلومینیم اکسید، اسکاندیم کربنات

۴۱۷. نسبت شمار کاتیون‌ها به شمار آنیون‌ها در ترکیب ردیف از

ستون (I) به نسبت شمار آنیون‌ها به شمار کاتیون‌ها در ترکیب ردیف از ستون (II) جدول داده شده برابر است.

(تقریب: ۴۸٪ از کشور ۹۹۳، یا کمتر (تقریب))

ردیف	ستون I	ستون II
۱	باریم یدید	آمونیم نیترات
۲	آلومینیم کربنات	آهن (III) فسفات
۳	منیزیم نیترات	رویدیم کلرید
۴	سدیم سولفید	روی فسفات

۴۱۸. در آخرین زیرلایه یون A^{2-} ، شش الکترون با $n = 3$ و $l = 1$ وجود دارد و در آخرین زیرلایه اتم B با $n = 3$ و $l = 0$ دو الکترون وجود دارد. فرمول ترکیب حاصل از دو عنصر A و B، و فرمول نمک پتاسیم A و نیتريت B می‌باشد.

- ۱) $\text{B}(\text{NO}_2)_2$ - K_2A - B_2A_2 ۲) B_2NO_2 - K_2A - B_2A_2
۳) B_2NO_2 - K_2A - B_2A_2 ۴) $\text{B}(\text{NO}_2)_2$ - KA - B_2A_2

۴۱۹. عنصر A با عدد اتمی ۳۸ می‌تواند با عنصر X با عدد اتمی واکنش داده و ترکیب با فرمول تشکیل می‌دهد.

- ۱) AX_2 - ۲۵ ۲) AX_2 - ۲۵ ۳) AX_2 - ۱۶ ۴) AX_2 - ۱۶

β ($^{\circ}$) λ ($^{\circ}$) γ ($^{\circ}$) Δ ($^{\circ}$)

قسمت سوم: ساختار لوویس

۴۳۴. در کدام مولکول، شش جفت الکترون ناپیوندی در لایه ظرفیت اتم‌ها وجود دارد؟

- CO₂ (۱) NO₂ (۲) OF₂ (۳) SO₂ (۴)

۴۳۵. در ساختار مولکول مانند مولکول یک پیوند وجود دارد و هر دو مولکول در لایه ظرفیت اتم‌های خود جفت الکترون ناپیوندی دارند.

- (۱) کربن مونوکسید - نیتروژن - سه‌گانه - دو
(۲) کربن مونوکسید - هیدروژن سیانید - سه‌گانه - دو
(۳) گوگرد دی‌اکسید - سولفوریل کلرید - دوگانه - چهار
(۴) گوگرد دی‌اکسید - کربن دی‌اکسید - دوگانه - چهار

۴۳۶. شمار پیوندهای کووالانسی در ساختار مولکول کدام ترکیب، کم‌تر است؟

- SO₂ (۱) H₃PO₄ (۲) N₂O₅ (۳) HClO₄ (۴)

۴۳۷. مولکول NO₂Cl مانند مولکول دارای پیوند کووالانسی است و پیوند در میان آن‌ها از نوع دوگانه است. (نمونه از کشور ۸۹)

- (۱) نیتروژن دی‌اکسید - سه - دو (۲) گوگرد دی‌اکسید - سه - یک (۳) CH₂O - چهار - یک (۴) CO₂ - چهار - دو

۴۳۸. در کدام دو مولکول، شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی دو برابر شمار جفت الکترون‌های پیوندی است؟ (نمونه از کشور ۸۹)

- COCl₂, NOCl (۱) NO₂Cl, SOCl₂ (۲) PCl₃, ClF₃ (۳) COCl₂, SOCl₂ (۴)

۴۳۹. کدام گونه، ساختار لوویس متفاوتی با سه گونه دیگر دارد؟

- NO₂Cl (۱) PCl₃ (۲) SO₂F₂ (۳) BeF₂⁻ (۴)

۴۴۰. کدام یک از ترکیب‌های زیر هر دو نوع پیوند یونی و کووالانسی را دارد و آنیون آن دارای بار الکتریکی (۲-) است؟

- KNO₃ (۱) NaN₃ (۲) K₂CO₃ (۳) NaNO₂ (۴)

۴۴۱. با توجه به ساختار لوویس ($\ddot{O} = M \begin{matrix} \ddot{O} \\ | \\ \ddot{O} \end{matrix}$)، اتم M به عنصر کدام گروه جدول تناوبی تعلق دارد و در حالت گازی در لایه ظرفیت خود، چند الکترون دارد؟ (نمونه از کشور ۸۸)

- ۴-۶ (۱) ۴-۱۶ (۲) ۶-۶ (۳) ۶-۱۶ (۴)

۴۴۲. در چند مورد از گونه‌های NO₂⁺, H₃O⁺, PF₆⁻ و SnCl₄، اتم مرکزی از قاعده هشت‌تایی پیروی می‌کند؟ (نمونه از کشور ۸۸)

- ۲ (۱) ۳ (۲) ۴ (۳) ۵ (۴)

۴۴۳. بار یون (q) در [N ≡ N - N ≡ N] کدام است؟ (همه اتم‌ها از قاعده هشت‌تایی پیروی می‌کنند.) (نمونه از کشور ۸۸)

- ۱+ (۱) ۲+ (۲) ۱- (۳) ۲- (۴)

۴۴۴. کدام یک از ترکیب‌های داده‌شده به ترتیب از راست به چپ دارای بیش‌ترین و کم‌ترین نسبت مجموع جفت الکترون‌های ناپیوندی به مجموع جفت الکترون‌های پیوندی هستند؟ (نمونه از کشور ۹۴، با تغییر)

- (a) نیتریک اسید (b) COBr₂ (c) ICl₃ (d) بور هیدروکسید

- a و b (۱) a و c (۲) b و d (۳) d و c (۴)

۴۴۵. در ساختار $S = C = N$ ، هر سه اتم از قاعده هشت‌تایی پیروی می‌کنند. مقدار بار یون (x) کدام است؟ (نمونه از کشور ۹۴، با تغییر)

- ۱+ (۱) ۱- (۲) ۲+ (۳) ۲- (۴)

۴۴۶. اگر در ساختار یون دی‌کرومات، پیرامون هر اتم A الکترون وجود داشته باشد، شمار جفت الکترون‌های پیوندی در آن، چند برابر شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی است؟ (نمونه از کشور ۹۴، با تغییر)

- $\frac{5}{4}$ (۱) $\frac{5}{2}$ (۲) $\frac{5}{3}$ (۳) $\frac{5}{6}$ (۴)

۴۴۷. نسبت شمار جفت الکترون‌های پیوندی در COCl₂ به شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی در PCl₃ کدام است؟ (نمونه از کشور ۹۴، با تغییر)

- $\frac{3}{8}$ (۱) $\frac{4}{3}$ (۲) $\frac{5}{2}$ (۳) $\frac{5}{4}$ (۴)

۴۴۸. در کدام گزینه نسبت جفت الکترون‌های پیوندی به ناپیوندی $\frac{5}{4}$ است؟

- COCl₂ (۱) CO (۲) NO₂Cl (۳) H₃PO₄ (۴)

۴۴۹. کدام عبارت نادرست است؟ (نمونه از کشور ۹۴، با تغییر)

- (۱) در ساختار مولکول کربن مونوکسید مانند مولکول نیتروژن، یک پیوند سه‌گانه وجود دارد.
(۲) نسبت شمار جفت الکترون‌های پیوندی به جفت الکترون‌های ناپیوندی در CH₃Cl برابر $\frac{2}{3}$ است.
(۳) در آمونیوم کلرید هر دو نوع پیوند کووالانسی و یونی وجود دارد و این ترکیب دارای سه نوع عنصر است.
(۴) نسبت شمار الکترون‌های ناپیوندی در NO₂ به شمار الکترون‌های پیوندی در COCl₂ برابر $\frac{3}{4}$ است.

(تمرین فارغ از کشور ۹۶)

۴۵۹. کدام گزینه در مورد مولکول PBr_3 درست است؟ (۱۵ P)

- ۱) مانند مولکول BF_3 ، پیرامون اتم مرکزی آن دو پیوند دگانه وجود دارد.
 - ۲) اتم مرکزی آن در لایه ظرفیت خود یک جفت الکترون ناپیوندی دارد.
 - ۳) برخلاف مولکول NH_3 ، مجموع الکترون‌های لایه ظرفیت اتم‌ها برابر مجموع الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی می‌باشد.
 - ۴) در لایه ظرفیت اتم‌های آن، ۹ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد و همه اتم‌ها در آن از قاعده هشت‌تایی پیروی می‌کنند.
۴۶۰. مدل فضاپرکن سه ترکیب نشان داده شده است. با توجه شکل کدام گزینه نادرست است؟



۴۶۱. با در نظر گرفتن ساختار لوویس HCN ، CH_2O و CO کدام گزینه نادرست بیان شده است؟ (۵ P)

- ۱) مجموع تعداد پیوندهای کووالانسی سه ترکیب داده شده برابر یازده پیوند است.
- ۲) در ترکیب CH_2O برخلاف HCN اتم کربن، اتم مرکزی نمی‌باشد.
- ۳) در ترکیب CH_2O همانند ترکیب CO دو جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد.
- ۴) تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت اتم‌های سازنده ترکیب CO با HCN برابر است.

۴۶۲. کدام گزینه نادرست است؟

- ۱) $SiBr_4$ سیلیسیم تترابرمید نامیده می‌شود و دارای ۱۲ جفت الکترون ناپیوندی است.
- ۲) SO_2 گوگرد تری‌اکسید نامیده می‌شود و دارای ۳ پیوند کووالانسی است.
- ۳) NF_3 نیتروژن تری‌فلوراید نامیده می‌شود و دارای ۳ پیوند کووالانسی است.
- ۴) NO_2 نیتروژن دی‌اکسید نامیده می‌شود و دارای ۳ پیوند کووالانسی است.

۴۶۳. چند جمله، از جمله‌های زیر نادرست است؟ (۱۶ P)

- آ) NO مونونیتروژن مونوکسید نامیده می‌شود.
- ب) NO_2 همانند CO_2 و SO_2 اکسید نافلزی می‌باشد.
- ث) Fe_2O_3 را می‌توان به صورت دی‌آهن تری‌اکسید نام‌گذاری کرد.

۱ (۴) ۲ (۳) ۳ (۲) ۴ (۱)

۴۶۴. کدام گزینه نادرست است؟ (۱۷ P)

- ۱) شمار کل الکترون‌های ظرفیت اتم‌های سازنده در $COCl_2$ برابر ۲۴ است.
- ۲) مجموع الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی در مولکول CO_2 برابر ۱۶ است.
- ۳) بار کاتیون نمک‌های $CuCl$ و $CuCl_2$ یکسان می‌باشد.
- ۴) آهن (II) کلرید یک ترکیب یونی می‌باشد.

۴۶۵. کدام گزینه درست است؟

- ۱) $SiCl_4$ همانند $MgBr_2$ ترکیب یونی است.
- ۲) در رسم ساختار لوویس نمایش پیوند سه گانه مقدم بر پیوند دگانه می‌باشد.
- ۳) ترکیب $CuCl_2$ جامد یونی نمی‌باشد.
- ۴) فلز کروم همانند فلز مس بیش از یک نوع اکسید می‌تواند تشکیل دهد.

(۹۷، ۹۸)



(۹۷، ۹۸)

۴۶۷. شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی اتم مرکزی در کدام گونه با شمار آن‌ها در اتم مرکزی یون BrO_3^- برابر است؟

BF_3 (۴) PCl_3 (۳) NO_2^- (۲) NCS^- (۱)

(تمرین ۹۸ - انتخاب قدیم)

۴۶۸. در کدام گونه به شرط رعایت قاعده هشت‌تایی، اتم مرکزی فاقد جفت الکترون ناپیوندی است؟

(عدد اتمی Br, S, N به ترتیب ۷۹، ۱۶، ۵ و ۷ است.)

N_2O (۴) BrO_3^- (۳) $SnCl_4$ (۲) $SOCl_2$ (۱)

۴۶۹. شمار الکترون‌های پیوندی در مولکول نیتروژن تری‌فلوراید شمار الکترون‌های پیوندی در یون سیانید و شمار الکترون‌های

ناپیوندی لایه بیرونی اتم‌ها در آن، برابر شمار الکترون‌های ناپیوندی لایه بیرونی اتم‌ها در یون سیانید است.

۱) نصف - دو ۲) نصف - پنج ۳) برابر - دو ۴) برابر - پنج

قسمت چهارم: اکسیدها در فرآورده‌های سوختن

۴۷۰. سوختن، واکنشی است که در آن یک ماده با به واکنش می‌دهد و از انرژی شیمیایی آن به‌صورت گرما و نور می‌شود.

- (۱) شیمیایی - هوا - سرعت - همه - مصرف
(۲) فیزیکی - هوا - آرامی - بخشی - آزاد
(۳) شیمیایی - اکسیژن - سرعت - بخشی - آزاد
(۴) فیزیکی - اکسیژن - سرعت - همه - مصرف

۴۷۱. کربن مونوکسید گازی و است.

- (۱) بی‌رنگ - بی‌بو - بسیار سمی (۲) بی‌رنگ - واکنش‌پذیر - غیرسمی (۳) سیاه - بی‌بو - غیرسمی (۴) ناپایدار - با بوی مشخص - سمی

۴۷۲. چند مطلب نادرست بیان شده است؟

- (ا) در ساختار کربن مونوکسید یک پیوند دوگانه وجود دارد.
(ب) نوع فرآورده‌ها در واکنش سوختن سوخت‌های فسیلی به مقدار اکسیژن در دسترس بستگی دارد.
(پ) CO تولیدشده در سوختن ناقص، در حضور اکسیژن و در شرایط مناسب دوباره می‌سوزد و به CO_۲ تبدیل می‌شود.
(ت) رنگ زرد شعله نشان می‌دهد که اکسیژن کافی در محیط واکنش وجود دارد.

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۴۷۳. کدام مطلب در مورد کربن مونوکسید نادرست است؟

- (۱) حاصل سوختن ناقص هیدروکربن‌ها است.
(۲) میل ترکیبی آن با هموگلوبین خون، ۲۰۰ برابر اکسیژن است.
(۳) چه تعداد از عبارات‌های زیر درست است؟
(ا) فرسایش سنگ و خاک به دلیل وجود گاز اکسیژن در هوا است.
(ب) گرد آهن در شرایط مناسب با گاز اکسیژن می‌سوزد.
(پ) همه مرگ و میرهای ناشی از گاز گرفتگی به دلیل رعایت نکردن اصول ایمنی هنگام استفاده از وسایل گرمایشی است.
(ت) در ایران سالانه در حدود ۱۰۰۰ نفر بر اثر گاز گرفتگی جان خود را از دست می‌دهند.

- (۱) ۴ (۲) ۳ (۳) ۲ (۴) ۱

۴۷۴. با توجه به شکل‌های زیر، کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) یک لایه ترد و سفیدرنگ اکسید یک فلز تشکیل می‌شود.
(۲) در شکل (ب) یک نافلز در حال سوختن است.
(۳) شکل‌های (ا) و (ب)، دو فلز در حال سوختن با شرایط یکسان را نشان می‌دهند.
(۴) واکنش‌پذیری زیاد اکسیژن سبب می‌شود تا عناصرهای فلزی و نافلزی در شرایط مناسب بسوزند.
چند مورد از مطالب زیر درست است؟
(ا) اکسیژن با همه عناصرها واکنش می‌دهد.
(ب) نخستین واکنش در تهیه سولفوریک اسید، واکنش سوختن گوگرد است.
(پ) در واکنش سوختن، همه انرژی شیمیایی به‌صورت گرما و نور آزاد می‌شود.
(ت) در سوختن زغال‌سنگ، افزون بر تولید گازهای SO_۲، CO_۲ و بخار آب، مقدار کمی انرژی نیز آزاد می‌شود.

- (۱) ۴ (۲) ۳ (۳) ۲ (۴) ۱



(ا) فلز



(ب) نافلز



(پ) گوگرد

- (۱) در شکل (ا) یک لایه ترد و سفیدرنگ اکسید یک فلز تشکیل می‌شود.
(۲) در شکل (ب) یک نافلز در حال سوختن است.
(۳) شکل‌های (ا) و (ب)، دو فلز در حال سوختن با شرایط یکسان را نشان می‌دهند.
(۴) واکنش‌پذیری زیاد اکسیژن سبب می‌شود تا عناصرهای فلزی و نافلزی در شرایط مناسب بسوزند.
چند مورد از مطالب زیر درست است؟
(ا) اکسیژن با همه عناصرها واکنش می‌دهد.
(ب) نخستین واکنش در تهیه سولفوریک اسید، واکنش سوختن گوگرد است.
(پ) در واکنش سوختن، همه انرژی شیمیایی به‌صورت گرما و نور آزاد می‌شود.
(ت) در سوختن زغال‌سنگ، افزون بر تولید گازهای SO_۲، CO_۲ و بخار آب، مقدار کمی انرژی نیز آزاد می‌شود.

- (۱) ۴ (۲) ۳ (۳) ۲ (۴) ۱

قسمت پنجم: رفتار اکسیدهای فلزی و نافلزی

۴۷۷. pH محلول‌های اسیدی از تا و pH محلول‌های بازی از تا متغیر است.

- (۱) ۷ - ۱۴ - صفر (۲) صفر - ۷ - ۱۴ (۳) ۱۴ - ۷ - ۱ (۴) ۷ - ۱ - ۱۴

۴۷۸. آب باران اندکی اسیدی است، زیرا این آب مقادیر کمی از گاز هوا را در خود حل می‌کند و رقیق پدید می‌آورد.

- (۱) نیترژن دی‌اکسید - نیتریک اسید (۲) گوگرد دی‌اکسید - سولفوریک اسید (۳) کربن دی‌اکسید - کربنیک اسید (۴) اکسیژن - آب اکسیژنه

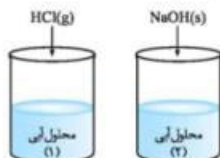


۴۷۹. کدام یک از ویژگی‌های عمومی اسیدها نیست؟

- ۱) از واکنش اکسیدهای نافلزی با آب نیز تولید می‌شوند.
- ۲) دارای یک یا چند اتم هیدروژن (H) هستند.
- ۳) کاغذ تورنسل را به رنگ آبی درمی‌آورند.
- ۴) محلول آن‌ها در آب pH، کم‌تری از ۷ دارند.

۴۸۰. کدام یک از ویژگی‌های عمومی بازها نیست؟

- ۱) از واکنش اکسیدهای فلزی با آب نیز تولید می‌شوند.
- ۲) کاغذ تورنسل را به رنگ آبی درمی‌آورند.
- ۳) دارای یک یا چند گروه H هستند.
- ۴) محلول آن‌ها در آب pH، بیش‌تر از ۷ دارند.



۴۸۱. کدام گزینه در ارتباط با شکل‌های روبه‌رو نادرست است؟

- ۱) محلول آبی (۱)، هیدروکلریک اسید نامیده می‌شود.
- ۲) یون‌های سازنده مولکول NaOH در محلول آبی (۲) از هم جدا می‌شوند.
- ۳) شکل (۱) نمونه‌ای از اسید و شکل (۲) نمونه‌ای از باز را نشان می‌دهد.
- ۴) pH محلول (۱) کم‌تر از pH محلول (۲) است.

۴۸۲. کدام گزینه نادرست بیان شده است؟

- ۱) Na_2O همانند MgO اکسید بازی است و pH محلول آبی آن‌ها بزرگ‌تر از ۷ است.
- ۲) NO_2 مانند SO_2 اکسید اسیدی است و در اثر واکنش با آب، نیتریک اسید تولید می‌کند.
- ۳) گاز SO_2 تنها از آلاینده‌های کارخانه‌ها و شهرهای صنعتی تولید می‌شود.
- ۴) محلول آمونیاک pH بزرگ‌تری از محلول قهوه دارد.

۴۸۳. کدام اکسید اسیدی است و pH با افزایش آن چگونه تغییر می‌کند؟

- ۱) SO_2 - زیاد
- ۲) Cl_2O_7 - کم
- ۳) BaO - کم
- ۴) CaO - زیاد

۴۸۴. کدام عبارت نادرست است؟

- ۱) از کلسیم اکسید هم برای افزایش بهره‌وری خاک در کشاورزی و هم برای کنترل میزان اسیدی بودن آب دریاچه‌ها استفاده می‌کنند.
- ۲) ضمن حل شدن اسکلت آهکی مرجان‌ها، آب دریا خاصیت اسیدی پیدا می‌کند.
- ۳) در هواکره آن‌چه بالا می‌رود، دیگر پایین نمی‌آید.
- ۴) رفتار شیمیایی اکسیدهای فلزی و نافلزی با هم متفاوت است.

۴۸۵. کدام عبارت نادرست است؟

- ۱) آلاندهای هوا ناشی از سوختن سوخت فسیلی، به طور عمده، شامل اکسیدهای اسیدی NO_2 و SO_2 هستند.
- ۲) محلول خون، آمونیاک و شربت معده pH بالاتر از ۷ دارند.
- ۳) انحلال ترکیب سدیم اکسید، گوگرد دی‌اکسید و دی‌نیتروژن تری‌اکسید در آب سبب ایجاد محلول با $\text{pH} < 7$ می‌شود.
- ۴) اسیدها سبب خوردگی فلزات می‌شوند.

۴۸۶. کدام توضیح درست نیست؟

- ۱) CaO برای افزایش بهره‌وری در کشاورزی به خاک اضافه می‌شود.
- ۲) CaO برای کنترل میزان اسیدی بودن آب دریاچه به کار می‌رود.
- ۳) کربنیک اسید می‌تواند پوسته آهکی مرجان‌ها را در خود حل کرده و از بین ببرد.
- ۴) گوگرد تری‌اکسید به طور مستقیم از کارخانجات وارد هواکره می‌شود.

۴۸۷. کدام گزینه درست بیان شده است؟

- ۱) با افزایش مقدار کربن دی‌اکسید در هواکره، بخش کمی از آن در دریا و اقیانوس‌ها حل می‌شود.
- ۲) با حل شدن کربن دی‌اکسید در آب و تولید H_2SO_4 ، خاصیت اسیدی آب افزایش می‌یابد.
- ۳) کربنیک اسید نمی‌تواند اسکلت آهکی برخی کیسه‌تنان را در خود حل کند.
- ۴) CO_2 اکسید اسیدی می‌باشد.

۴۸۸. کدام یک در مورد کلسیم اکسید نادرست است؟

- ۱) برای افزایش بهره‌وری خاک کشاورزی استفاده می‌شود.
- ۲) با اضافه شدن به خاک مقدار نوع معینی در دسترس گیاه را تغییر می‌دهد.
- ۳) برای افزایش میزان اسیدی آب دریاچه‌ها، به آن اضافه می‌شود.
- ۴) نام دیگر آن آهک است و یک اکسید فلزی با اکسید بازی می‌باشد.

۴۸۹. کدام گزینه نادرست است؟

- ۱) اکسیدهای فلزی و نافلزی، به دلیل تنوع رفتار، کاربردهای فراوانی دارند.
- ۲) با افزایش مقدار CO_2 محلول در آب، مرجان‌ها از بین می‌روند.
- ۳) رنگ کاغذ pH در محلول Na_2O یا MgO یکسان است.
- ۴) آلاندهای که از سوختن سوخت‌های فسیلی وارد هواکره می‌شوند، به طور عمده NO_2 و SO_2 هستند.

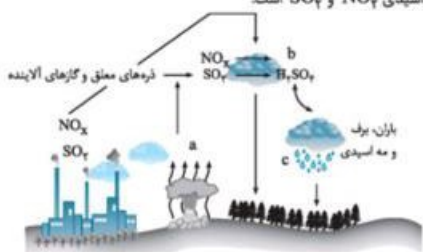
۴۹۰. کدام گزینه درست است؟

- (۱) با افزودن کلسیم اکسید به خاک، مقدار و نوع مواد معدنی در دسترس گیاه تغییر نمی‌کند.
 - (۲) از میان اکسیدهای CaO ، Na_2O ، SO_2 ، CO_2 و NO_2 سه اکسید خاصیت اسیدی دارند.
 - (۳) در محلهایی که گچ نگهداری می‌کنند و مقداری گچ بر جای می‌ماند به علت وجود CaO ، گیاهان سریع‌تر رشد می‌کنند.
 - (۴) در محلهایی که بتن درست می‌کنند یا سیمان بر جای می‌ماند به علت کاهش pH خاک تا مدتی گیاه رشد نمی‌کند.
۴۹۱. به‌طور کلی اکسیدهای فلزی را و اکسیدهای نافلزی را می‌نامند، زیرا از واکنش آن‌ها با آب به ترتیب و تولید می‌شود.
- (۱) اکسیدهای بازی - اکسیدهای اسیدی - H^+ و OH^-
 - (۲) اکسیدهای اسیدی - اکسیدهای بازی - اسید - باز
 - (۳) اکسیدهای اسیدی - اکسیدهای بازی - H^+ و OH^-
 - (۴) اکسیدهای بازی - اکسیدهای اسیدی - باز - اسید

پیوند با زندگی

۴۹۲. کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) آلایندهایی که از سوختن سوخت‌های فسیلی وارد هواگره می‌شوند، بالا می‌روند و به زمین برنمی‌گردند.
 - (۲) آلایندهای حاصل از سوخت‌های فسیلی به طور عمده شامل اکسیدهای اسیدی NO_2 و SO_2 است.
 - (۳) باران اسیدی، خاصیت اسیدی چشم‌گیری دارد.
 - (۴) باران اسیدی باعث خشک شدن و ترک‌خوردگی پوست می‌شود.
۴۹۳. با توجه به شکل کدام مطلب درست نیست؟
- (۱) pH در منطقه C کوچک‌تر از ۷ است.
 - (۲) $b = \text{HNO}_3$
 - (۳) $a = \text{NO}_2$
 - (۴) تولید باران اسیدی را نشان می‌دهد.



۴۹۴. کدام یک از اثرات باران اسیدی نیست؟

- (۱) به بافت جانداران آسیب می‌زند.
- (۲) با تغییر pH آب، زندگی آبیان را به خطر می‌اندازد.
- (۳) باعث ترک خوردن تایلر خودروها می‌شود.
- (۴) آثار مخرب بر روی دستگاه تنفسی و چشم‌ها دارد.

۴۹۵. pH باران اسیدی در چه حدود است؟

- (۱) ۲
- (۲) ۶
- (۳) ۱۰
- (۴) ۸

قسمت ششم: واکنش‌های شیمیایی و قانون پایستگی جرم

واکنش‌های شیمیایی

۴۹۶. کدام عبارت زیر در رابطه با تغییرات شیمیایی درست است؟

- (۱) در یک تغییر شیمیایی، فرآوردهایی با ویژگی‌های جدید حاصل می‌شود.
 - (۲) تغییر شیمیایی با تغییر رنگ و بو همراه است ولی رسوب تشکیل نمی‌شود.
 - (۳) سوختن، فاسد شدن مواد غذایی و بخار شدن آب، تغییر شیمیایی هستند.
 - (۴) هر تغییر شیمیایی فقط شامل یک واکنش شیمیایی است.
۴۹۷. چه تعداد از مطالب زیر درست است؟
- (آ) در معادله واکنش، رسوب را با علامت (s) نشان می‌دهند.
- (ب) نماد $\rightarrow$ یعنی واکنش‌دهنده‌ها در دمای معین با یکدیگر واکنش می‌دهند.
- (پ) یکی از ویژگی‌های مهم واکنش‌های شیمیایی این است که اغلب آن‌ها از قانون پایستگی جرم پیروی می‌کنند.
- (ت) هر تغییر شیمیایی تنها شامل یک واکنش شیمیایی می‌باشد که با یک معادله شیمیایی نشان می‌دهند.
- (ث) هنگامی که به شکر گرما داده می‌شود، ذوب شده و دچار تغییر فیزیکی می‌شود و رنگ آن تغییر می‌کند.
- (۱) ۱
 - (۲) ۲
 - (۳) ۳
 - (۴) ۴

۴۹۸. کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) در معادله نوشتاری به جز فرمول واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده‌ها، اطلاعات دیگری وجود ندارد.
- (۲) واکنش‌های شیمیایی با مبادله انرژی همراه هستند.
- (۳) نماد $\xrightarrow{920^\circ\text{C}}$ به این معنی است که واکنش در دمای 920°C درجه سلسیوس انجام می‌شود.
- (۴) واکنش شیمیایی، توصیفی برای یک تغییر شیمیایی است.



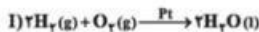
۴۹۹. در کدام گزینه، تمام موارد جزو تغییرهای شیمیایی است؟

- (۱) سوختن نان - غلیظ شدن شربت داخل لیوان در هوای گرم - قهوه‌ای شدن سیب بریده‌شده
- (۲) ترش شدن شیر - خشک شدن لباس خیس - گلاب‌گیری
- (۳) زرد شدن برگ درختان - هضم غذا - اثر کردن نوشابه بر روی دندان‌ها
- (۴) تولید نبات از محلول غلیظ شکر - تنفس - روشن شدن فشفشه

۵۰۰. معادله نمادی اطلاعاتی هم‌چون را در اختیار قرار نمی‌دهد.

- (۱) حالت فیزیکی مواد شرکت‌کننده در واکنش
- (۲) شرایط حاکم بر انجام واکنش
- (۳) شرایط فیزیکی مواد شرکت‌کننده در واکنش
- (۴) ترتیب مخلوط کردن واکنش‌دهنده‌ها

۵۰۱. با توجه به معادله‌های زیر کدام گزینه نادرست است؟



آب + کربن دی‌اکسید → اکسیژن + متان III

- (۱) برخلاف معادله‌های (I) و (II)، در معادله (III) نوشتن حالت فیزیکی مطرح نیست.
- (۲) معادله‌های شیمیایی (I) و (II) برخلاف معادله (III) از قانون پایستگی جرم پیروی می‌کنند.
- (۳) واکنش‌های (I) و (II) همانند واکنش (III) در فشار ۱ اتمسفر انجام می‌شوند.
- (۴) واکنش (III) برخلاف واکنش‌های (I) و (II) با تغییرات گرمایی همراه است.

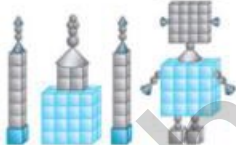
۵۰۲. معنای کدام نماد مورد استفاده در معادله شیمیایی درست بیان نشده است؟

- (۱) $\xrightarrow{\Delta}$: واکنش گرماده است و واکنش دهنده‌ها به شدت گرما داده می‌شوند.
- (۲) $\xrightarrow{850^\circ\text{C}}$: واکنش در دمای 850°C درجه سلسیوس انجام می‌شود.
- (۳) $\xrightarrow{\text{Pt}}$: انجام واکنش در حضور کاتالیزگر پلاتین انجام می‌شود.
- (۴) $\xrightarrow{1\text{atm}}$: واکنش تحت فشار ۱ atm انجام می‌شود.

۵۰۳. کدام گزینه، معادله نوشتاری سوختن هیدروژن را به درستی نشان می‌دهد؟

- (۱) $\xrightarrow{\text{پلاتین}}$ گاز اکسیژن + هیدروژن گازی
- (۲) آب مایع → گاز اکسیژن + هیدروژن گازی
- (۳) $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- (۴) آب → اکسیژن + هیدروژن

۵۰۴. با توجه به قطعه‌های پلاستیکی، دو دست‌سازه نشان داده‌شده، کدام مورد در رابطه با واکنش‌های شیمیایی نادرست است؟



- (۱) بیان‌گر قانون پایستگی جرم در یک واکنش شیمیایی است.
- (۲) بیان‌گر برابری تعداد اتم‌ها در یک واکنش شیمیایی است.
- (۳) بیان‌گر برابری تعداد مولکول‌ها در یک واکنش شیمیایی است.
- (۴) بیان‌گر آن است که در یک واکنش شیمیایی اتمی به وجود نمی‌آید و اتمی از بین نمی‌رود بلکه از یک ترکیب به یک ترکیب دیگر جابه‌جا می‌شود.

۵۰۵. با توجه به شکل کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) واکنش سوختن گاز متان را نشان می‌دهد.
- (۲) به ازای هر مول متان، دو مول گاز اکسیژن مصرف می‌شود.
- (۳) تعداد مول‌های گازی مواد واکنش دهنده با تعداد مول فراورده برابر است.
- (۴) برخلاف تعداد اتم‌ها در این واکنش تعداد مولکول‌های در دو طرف واکنش برابر نیستند.



۵۰۶. معادله نمادی، علاوه بر نمایش واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها می‌تواند و اطلاعاتی درباره نیز ارائه کند.

- (۱) نام - موازنه بودن - شرایط واکنش
- (۲) فرمول شیمیایی - حالت فیزیکی - شرایط واکنش
- (۳) نام - حالت فیزیکی - گرماده و گرماگیر بودن
- (۴) فرمول شیمیایی - ترتیب مخلوط شدن مواد - گرماده و گرماگیر بودن

۵۰۷. معادله نمادی برای کدام واکنش درست معرفی نشده است؟

- (۱) $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{Pt}(\text{s})} 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$: واکنش در حضور کاتالیزگر پلاتین انجام شده است.
- (۲) $2\text{KClO}_4(\text{s}) \xrightarrow{\Delta} 2\text{KCl}(\text{s}) + 3\text{O}_2(\text{g})$: واکنش دهنده پتاسیم کلرات تجزیه شده و گرما آزاد کرده است.
- (۳) $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$: واکنش کربن با اکسیژن، کربن دی‌اکسید تولید می‌کند.
- (۴) $3\text{H}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g}) \xrightarrow{200\text{atm}} 2\text{NH}_3(\text{g})$: واکنش هیدروژن با نیتروژن در فشار ۲۰۰ atm انجام می‌گیرد.

۵۰۸ کدام نماد درست معرفی شده است؟

- (۱) $\xrightarrow{\text{Pd}}$: برای انجام شدن واکنش از سرب به عنوان کاتالیزگر استفاده می‌شود.
 (۲) $\xrightarrow{1200^{\circ}\text{C}}$: واکنش در دمای بالاتر از 1200°C درجه سلسیوس انجام می‌شود.
 (۳) $\xrightarrow{\Delta}$: واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها بر اثر گرم شدن با یکدیگر به صورت تعادلی واکنش می‌دهند.
 (۴) $\xrightarrow{20\text{ atm}}$: واکنش در فشار ۲۰ اتمسفر انجام می‌شود.

قانون پایستگی جرم و موازنه

۵۰۹ چه تعداد از عبارات‌های زیر در ارتباط با موازنه واکنش‌های شیمیایی درست است؟

- (آ) یکی از ساده‌ترین روش‌های موازنه واکنش‌های شیمیایی، روش واریاسی است.
 (ب) در روش واریاسی، معمولاً به ترکیبی که دارای بیش‌ترین تعداد اتم است، ضریب یک می‌دهند.
 (پ) باید زیروتندهای موجود در فرمول شیمیایی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها را تغییر داد.
 (ت) در صورت وجود ضریب کسری، کل واکنش را در معراج کسر ضرب می‌کنیم.

- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۵۱۰ کدام مطلب در مورد یک معادله شیمیایی موازنه شده درست نیست؟

- (۱) شیوه اتصال اتم‌ها در واکنش‌دهنده‌ها یا فراورده‌ها متفاوت است.
 (۲) شمار مولکول‌های واکنش‌دهنده و فراورده با هم برابر است.
 (۳) شمار اتم‌های هر عنصر در یک واکنش شیمیایی ثابت است.

(۴) شکل روبه‌رو برابری اتم‌های کربن، هیدروژن و اکسیژن را در سوختن متان نشان می‌دهد.



۵۱۱ ترکیب مراحل موازنه به روش واریاسی در کدام گزینه به‌طور درست نشان داده شده است؟

- (آ) با وارد کردن ضریب مناسب، تعداد اتم‌های عنصرهایی که در طرف راست یا چپ معادله فقط در ساختار یک ترکیب وجود دارد، موازنه می‌کنیم.
 (ب) شمارش تعداد اتم هر عنصر در دو طرف معادله و به کار بردن ضرایب مناسب
 (پ) نوشتن معادله موازنه‌نشده واکنش
 (ت) در صورت کسری شدن ضریب، تمامی ضرایب را در کوچک‌ترین عدد ممکن ضرب می‌کنیم.

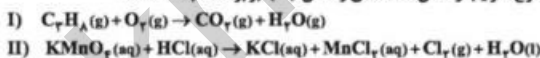
- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) پ - پ - پ - ا - ت



۵۱۳ در واکنش مقابل، پس از موازنه، نسبت $\frac{a}{b}$ کدام است؟

- ۳ (۱) $\frac{1}{3}$ (۲) $\frac{2}{5}$ (۳) $\frac{5}{2}$ (۴)

۵۱۴ نسبت مجموع ضرایب فراورده‌های واکنش (I) به مجموع ضرایب واکنش‌دهنده‌های واکنش (II) برابر است با



- $\frac{17}{6}$ (۴) $\frac{7}{18}$ (۳) $\frac{18}{7}$ (۲) $\frac{6}{17}$ (۱)

۵۱۵ از واکنش دو مول آمونیاک (NH_3) با یک مول کربن دی‌اکسید (CO_2), یک مول اوره و یک مول آب تولید می‌شود. فرمول مولکولی اوره کدام است؟



۵۱۶ مجموع ضرایب مواد موجود در معادله موازنه‌شده مقابل کدام است؟

- ۱۰ (۱) ۱۲ (۲) ۱۵ (۳) ۱۸ (۴)

۵۱۷ در معادله واکنش $NH_3 + O_2 \rightarrow NO + H_2O$ پس از موازنه نسبت ضریب NO به O_2 کدام است؟

- $\frac{7}{3}$ (۴) $\frac{5}{4}$ (۳) $\frac{4}{5}$ (۲) $\frac{3}{7}$ (۱)

۵۱۸ در واکنش $NH_3 + CuO \rightarrow N_2 + Cu + H_2O$ بعد از موازنه، مجموع ضرایب‌ها چقدر است؟

- ۱۳ (۱) ۸ (۲) ۱۲ (۳) ۷ (۴)

۵۱۹ در معادله واکنش $N_2H_4 + NO_2 \rightarrow N_2 + H_2O$ پس از موازنه، نسبت ضریب H_2O به NO_2 کدام است؟

- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۵۲۰ در معادله واکنش $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{NO} + \text{S} + \text{H}_2\text{O}$ ، پس از موازنه، ضریب مولی کدام ماده بزرگتر است؟

H_2O (۴) HNO_3 (۳) H_2S (۲) NO (۱)

۵۲۱ پس از موازنه واکنش $\text{NaClO}_3 + \text{KI} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{I}_2 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$ ، نسبت ضریب KI به ضریب H_2O کدام است؟

۳ (۴) ۱ (۳) $\frac{1}{2}$ (۲) ۲ (۱)

۵۲۲ در کدام واکنش، پس از موازنه مجموع ضرایب فراورده‌ها و واکنش‌دهنده‌ها بیش‌تر است؟

$\text{K(s)} + \text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow \text{KOH(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$ (۲) $\text{C}_7\text{H}_8\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CO}_2\text{(g)} + \text{H}_2\text{O(g)}$ (۱)
 $\text{Na(s)} + \text{Fe}_2\text{O}_3\text{(s)} \rightarrow \text{Na}_2\text{O(s)} + \text{Fe(s)}$ (۴) $\text{C}_7\text{H}_8\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CO}_2\text{(g)} + \text{H}_2\text{O(g)}$ (۳)

۵۲۳ چند مورد از واکنش‌های زیر به درستی موازنه شده‌اند؟

$\text{LiBH}_4 + \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{B}_2\text{H}_6 + \text{H}_2 + \text{LiCl}$ (ب) $\text{UO}_2 + \text{HF} \rightarrow \text{UF}_6 + \text{H}_2\text{O}$ (آ)
 $\text{Al} + \text{HCl} \rightarrow \text{AlCl}_3 + \text{H}_2$ (ت) $\text{C}_7\text{H}_8(\text{NO}_2)_2 \rightarrow 12\text{CO}_2 + 10\text{H}_2\text{O} + 2\text{N}_2 + 2\text{O}_2$ (پ)
 ۴ (۴) ۳ (۳) ۲ (۲) ۱ (۱)

۵۲۴ در واکنش $\text{Cu(s)} + \text{aHNO}_3\text{(aq)} \rightarrow \text{Cu(NO}_3)_2\text{(aq)} + \text{bNO(g)} + \text{cH}_2\text{O(l)}$ ، مقادیر a و b به ترتیب کدام‌اند؟

۲ و ۱۰ (۴) ۴ و ۱۰ (۳) ۴ و ۸ (۲) ۲ و ۸ (۱)

۵۲۵ کدام مقایسه در مورد ضریب اکسیژن در معادله واکنش‌های زیر، پس از موازنه، درست است؟

$\text{C}_7\text{H}_8\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CO}_2\text{(g)} + \text{H}_2\text{O(g)}$ (آ)
 $\text{C}_7\text{H}_8\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CO}_2\text{(g)} + \text{H}_2\text{O(g)}$ (ب)
 $\text{C}_7\text{H}_8\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CO}_2\text{(g)} + \text{H}_2\text{O(g)}$ (پ)
 ب < آ < پ (۴) آ < ب < پ (۳) آ < ب < پ (۲) ب < پ < آ (۱)

۵۲۶ مجموع ضرایب فراورده‌ها در معادله نمادی موازنه‌شده کدام واکنش بزرگ‌تر است؟

(۱) محلول سدیم نیترات + رسوب نقره سیانید $\rightarrow$ محلول نقره نیترات + محلول سدیم سیانید
 (۲) محلول پتاسیم نیترات + رسوب کلسیم فسفات $\rightarrow$ محلول کلسیم نیترات + محلول پتاسیم فسفات
 (۳) گاز اکسیژن + منگنز (IV) اکسید جامد + پتاسیم منگنات جامد $\rightarrow$ پتاسیم پرمنگنات جامد
 (۴) گاز گرین دی‌اکسید + بخار آب $\rightarrow$ گاز اکسیژن + گاز متان

۵۲۷ مجموع ضرایب واکنش‌دهنده‌ها در معادله نمادی موازنه‌شده کدام گزینه با بقیه متفاوت است؟

(۱) از واکنش گاز هیدروژن با گاز کلر، هیدروژن کلرید حاصل می‌شود.
 (۲) فلز آلومینیم و گرد آهن (III) اکسید با یکدیگر واکنش می‌دهند و نمک جامد آلومینیم اکسید و آهن مذاب تولید می‌کنند.
 (۳) پتاسیم کلرات جامد در اثر گرما به پتاسیم کلرید جامد و گاز اکسیژن تجزیه می‌شود.
 (۴) فلز آهن با گوگرد واکنش می‌دهد و به آهن (II) سولفید تبدیل می‌شود.

۵۲۸ پس از موازنه معادله واکنش‌های زیر، ضریب CO_2 در واکنش (آ) چند برابر ضریب CO در واکنش (ب) است؟

$\text{LiOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Li}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (ب) $\text{Li}_2\text{O}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Li}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$ (آ)
 $\frac{1}{2}$ (۴) ۳ (۳) ۲ (۲) ۱ (۱)

۵۲۹ هنگام باز شدن کیسه هوای خودروها، سه واکنش زیر به سرعت انجام می‌شود. مجموع ضرایب با مجموع ضرایب برابر است.

$\text{NaN}_3 \rightarrow \text{Na} + \text{N}_2$ (آ)
 $\text{Na} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{O} + \text{Fe}$ (ب)
 $\text{Na}_2\text{O} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaHCO}_3$ (پ)

(۱) فراورده واکنش (آ) - فراورده واکنش (ب)
 (۲) واکنش‌دهنده‌های واکنش (ب) - واکنش‌دهنده‌های واکنش (پ)
 (۳) فراورده‌های واکنش (آ) - واکنش‌دهنده‌های واکنش (ب)
 (۴) فراورده‌های واکنش (ب) - واکنش‌دهنده‌های واکنش (پ)

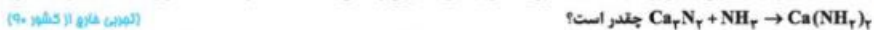
۵۳۰ گرم گوگرد با y گرم آلومینیم به طور کامل واکنش می‌دهد و z گرم آلومینیم سولفید تولید می‌شود. با توجه به آن، حاصل $\frac{x}{z} + \frac{y}{z}$ کدام است؟ ($S = 32.0 \text{ g.mol}^{-1}$)

۱/۸ (۱) ۰/۲۱۳ (۲) ۰/۳۹۳ (۳) ۱ (۴)

۵۳۱ شمار اتم‌های شرکت‌کننده در معادله موازنه‌شده واکنش سوختن اتان در مقایسه با معادله موازنه‌شده واکنش آلومینیم با هیدروکلریک اسید

..... و در واکنش، فراورده گازی تولید
 (۱) کمتر - یکی از این دو - می‌شود.
 (۲) بیش‌تر - هر دو - می‌شود.
 (۳) کمتر - هیچ‌یک از این دو - نمی‌شود.
 (۴) بیش‌تر - یکی از این دو - می‌شود.

۵۳۲ نسبت ضریب مولی فراورده به مجموع ضریب‌های مولی واکنش‌دهنده‌ها، در معادله موازنه‌شده واکنش:

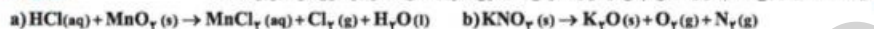


$\frac{2}{5}$ (۴) $\frac{4}{3}$ (۳) $\frac{3}{4}$ (۲) $\frac{3}{5}$ (۱)

۵۳۳ مجموع ضریب‌های مولی مواد در معادله واکنش $\text{Na}_2\text{O}(s) + \text{CO}_2(g) + \text{H}_2\text{O}(g) \rightarrow \text{NaHCO}_3(s)$ پس از انجام موازنه چقدر است؟ (نمره ۱ از ۱۰)

$\frac{2}{5}$ (۴) $\frac{1}{8}$ (۳) $\frac{7}{2}$ (۲) $\frac{6}{5}$ (۱)

۵۳۴ در معادله شیمیایی کدام دو واکنش، پس از موازنه کردن، مجموع ضریب‌های استوکیومتری مواد برابر است؟ (نمره ۱ از ۱۰)

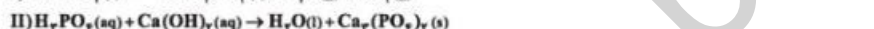


c و a (۴) c و b (۳) d و c (۲) d و a (۱)

۵۳۵ در معادله کدام واکنش، پس از موازنه کردن، مجموع ضریب‌های استوکیومتری فراورده‌ها، در مقایسه با واکنش‌های دیگر، بزرگ‌تر است؟ (نمره ۱ از ۱۰)

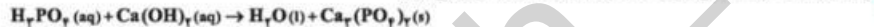


۵۳۶ مجموع ضریب‌های مولی فراورده‌ها در واکنش‌های (I) و (II) پس از انجام موازنه به ترتیب چقدر است؟



$\frac{1}{2}$ و ۴ (۴) $\frac{1}{2}$ و ۳ (۳) $\frac{1}{2}$ و ۴ (۲) $\frac{1}{2}$ و ۳ (۱)

۵۳۷ برای موازنه واکنش شیمیایی زیر از کدام ترکیب و از کدام اتم شروع می‌کنیم؟



۵۳۸ با در نظر گرفتن معادله‌های زیر، نسبت ضریب NaOH در معادله (I) به ضریب H_2O در معادله (II) برابر چه عددی است؟



$\frac{2}{3}$ (۴) $\frac{1}{3}$ (۳) $\frac{1}{3}$ (۲) $\frac{2}{5}$ (۱)

۵۳۹ برای موازنه واکنش (I) به روش واری، موازنه را از و برای موازنه معادله واکنش (II) از آغاز می‌کنیم.



۵۴۰ در معادله شیمیایی زیر پس از موازنه، ضریب NaOH به HF برابر است.



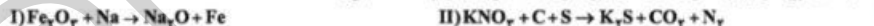
$\frac{1}{2}$ و ۵ (۴) ۳ (۳) ۵ و ۲ (۲) ۲ (۱)

۵۴۱ نسبت ضریب مواد گازی در واکنش (I) به مجموع ضریب مواد واکنش‌دهنده‌ها در واکنش (II) برابر است.



$\frac{2}{3}$ (۴) $\frac{1}{3}$ (۳) ۳ (۲) $\frac{1}{3}$ (۱)

۵۴۲ نسبت مجموع ضرایب واکنش (II) به مجموع ضرایب واکنش (I) برابر می‌باشد.



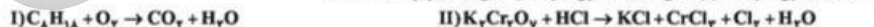
$\frac{11}{13}$ (۴) $\frac{13}{11}$ (۳) $\frac{11}{13}$ (۲) $\frac{12}{11}$ (۱)

۵۴۳ واکنش مقابل را موازنه کرده و بگویید نسبت ضریب H_2O به KH_2PO_4 برابر است با



$\frac{3}{2}$ (۴) $\frac{3}{2}$ (۳) $\frac{1}{2}$ (۲) ۱ (۱)

۵۴۴ اختلاف مجموع ضرایب در واکنش (I) با مجموع ضرایب واکنش (II) برابر است.



۳۲ (۴) ۳۱ (۳) ۳۰ (۲) ۲۹ (۱)

۵۴۵ مخلوط شکر و پتاسیم کلرات در اثر حرارت یا ضربه منفجر می‌شود و معادله واکنش بین این دو ماده به صورت زیر است. در این معادله



۱۲ (۴) ۴ (۳) ۶ (۲) ۸ (۱)

۵۴۶ پس از موازنه معادله واکنش مقابل، نسبت ضرایب Ag به H₂O برابر است با

$$Ag + KCN + H_2O + O_2 \rightarrow KAg(CN)_2 + KOH$$

۱ (۴) ۲ (۳) ۳ (۲) ۴ (۱)

۵۴۷ پس از موازنه کردن معادله واکنش مقابل کدام گزینه درست است؟

$$Ca_3(PO_4)_2 + F + H_2SO_4 \rightarrow Ca(H_2PO_4)_2 + CaSO_4 + HF$$

۱) ضریب HF با ضرایب Ca(H₂PO₄)₂ برابر است.

۲) ضریب CaSO₄ دو برابر ضریب F می‌باشد.

۳) ضریب CaSO₄ با مجموع ضرایب HF و Ca(H₂PO₄)₂ برابر است.

۴) مجموع ضریب HF و CaSO₄ با مجموع ضرایب مواد واکنش‌دهنده برابر است.

۵۴۸ در معادله واکنش مقابل پس از موازنه کدام مورد نادرست است؟

$$Ca_3(PO_4)_2 + SiO_2 + C \rightarrow CaSiO_3 + P_4 + CO$$

۱) ضریب C با CO برابر است.

۲) اختلاف ضرایب CO با SiO₂ با تعداد اتمهای P₄ برابر است.

۳) اختلاف ضرایب P₄ و CaSiO₃ با تعداد اتمهای CaSiO₃ برابر است.

۴) اختلاف مجموع ضرایب مواد واکنش‌دهنده با مجموع ضرایب فراورده‌ها برابر تعداد عنصرهای شرکت‌کننده در واکنش است.

۵۴۹ معادله واکنش‌های (I) و (II) را موازنه کرده و بگویید کدام گزینه درست است؟

I) $As_2O_3 + KI + HCl \rightarrow AsI_3 + KCl + H_2O$ II) $LiBH_4 + NH_4Br \rightarrow B_2N_2H_6 + H_2 + LiBr$

۱) اختلاف مجموع ضرایب مواد فراورده در معادله واکنش‌های (I) و (II) برابر ۵ است.

۲) مجموع ضرایب مواد واکنش‌دهنده در معادله واکنش (II) با تعداد عنصرهای شرکت‌کننده در معادله واکنش (I) برابر است.

۳) مجموع ضرایب H₂O و KCl در معادله (I) با تعداد عنصرهای شرکت‌کننده در معادله (II) برابر است.

۴) اختلاف ضریب H₂ در معادله (II) با ضریب HCl در معادله (I) برابر چهار است.

۵۵۰ مجموع ضرایب مواد فراورده در معادله واکنش مقابل برابر است.

$$B_2O_3 + HCl + KOH \rightarrow K_2BCl_4 + H_2O$$

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۵۵۱ اختلاف مجموع ضرایب مواد فراورده و مواد واکنش‌دهنده در معادله مقابل برابر است.

$$HNO_3 + H_2S \rightarrow NO + S + H_2O$$

۱ (۴) ۲ (۳) ۳ (۲) ۴ (۱)

۵۵۲ نسبت ضریب HF به S₂F₆ در معادله واکنش موازنه‌شده مقابل برابر است.

$$S_2F_6 + H_2O \rightarrow S_8 + H_2S_2F_8 + HF$$

۱ (۳) ۲ (۲) ۳ (۱) ۴ (۴)

۵۵۳ پس از موازنه معادله واکنش $KBr + KBrO_3 + HCl \rightarrow Br_2 + KCl + H_2O$ کدام گزینه درست است؟

۱) نسبت ضریب KCl به ضریب H₂O برابر ۳ است.

۲) تعداد اتمهای تشکیل‌دهنده KBrO₃ با ضریب KCl برابر است.

۳) اختلاف ضرایب KBrO₃ و KCl با ضریب KBr برابر است.

۴) اختلاف مجموع ضریب مواد فراورده و مواد واکنش‌دهنده برابر ۲ است.

۵۵۴ نسبت شمار مول‌های آب به شمار مول‌های O₂ در معادله واکنش سوختن $PH_3(g) + O_2(g) \rightarrow P_2O_5(s) + H_2O(g)$ پس از موازنه کدام است؟

۱ (۴) ۲ (۳) ۳ (۲) ۴ (۱)

۵۵۵ مجموع ضرایب‌های استوکیومتری مواد در معادله واکنش $Na_2O_3(s) + H_2O(l) \rightarrow NaOH(aq) + O_2(g)$ پس از موازنه کدام است؟ (۹۸)

۱ (۴) ۲ (۳) ۳ (۲) ۴ (۱)

۵۵۶ مجموع ضرایب‌های استوکیومتری فراورده‌ها در معادله واکنش: $C_2H_5NH_2 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O + N_2$ پس از موازنه، کدام است؟ (۹۷)

۱ (۴) ۲ (۳) ۳ (۲) ۴ (۱)

۵۵۷ ضریب استوکیومتری کدام ماده، پس از موازنه معادله واکنش: $CaSiO_3 + HF \rightarrow CaF_2 + SiF_4 + H_2O$ بیش‌تر است؟ (۹۸)

۱) H₂O ۲) CaSiO₃ ۳) HF ۴) CaF₂

قسمت هفتم: چه بر سر هواکره می‌آوریم؟

۵۵۸ چند مورد از عبارت‌های زیر از تأثیرات هوای آلوده می‌باشد؟

آ) به وجود آمدن انواع بیماری‌های تنفسی مانند سرطان ریه

ب) زشت شدن چهره شهر

ت) بوی بد

ب) سوزش چشم، سردرد، تهوع

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۵۵۹ کدام مطلب نادرست بیان شده است؟

۱) بویه‌ها برای تشخیص مسیر دریایی، تعیین دمای آب، سرعت و جهت وزش باد به کار می‌روند.

۲) دانشمندان پیش‌بینی می‌کنند دمای کره زمین تا سال ۲۱۰۰ بین ۱/۸ تا ۵ درجه سلسیوس افزایش خواهد یافت.

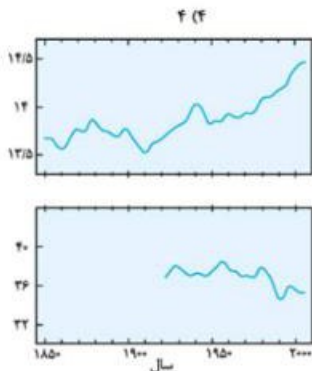
۳) هر رفتار ما بر زندگی همه مردم جهان اثر دارد.

۴) CO، NO، CO₂، NO₂، SO₂ و C_xH_y آلاینده‌هایی هستند که در اثر سوزاندن سوخت‌های فسیلی وارد هواکره می‌شوند.

۵۶۰ کدامیک از موارد زیر در طول سده گذشته در کره زمین و هواکره اتفاق نیفتاده است؟

- (۱) افزایش میزان کربن دی‌اکسید (۲) افزایش ارتفاع برف در نیمکره شمالی (۳) افزایش سطح آب دریاها
چند مورد از مطالب زیر درست است؟

- (آ) با افزایش CO_2 در هواکره، فصل بهار در نیمکره جنوبی نسبت به ۵۰ سال گذشته، حدود یک هفته زودتر آغاز می‌شود.
(ب) دانشمندان پیش‌بینی می‌کنند که دمای کره زمین تا سال ۲۱۰۰ بین ۴ تا ۸ درجه سلسیوس افزایش می‌یابد.
(پ) هنگامی که از سشوار استفاده می‌کنیم، مقداری CO_2 وارد هواکره می‌شود.
(ت) هرچه مقدار CO_2 وارد شده به طبیعت زیادتر باشد، ردپای آن ماندگارتر خواهد بود.



۵۶۲ نمودار روبه‌رو در مورد چه موضوعی در کتاب درسی آورده شده است؟

- (۱) تغییرات فصل‌ها در اثر افزایش دمای کره زمین
(۲) میانگین جهانی سطح آب‌های آزاد با افزایش دمای کره زمین
(۳) افزایش مقدار CO_2 با گذشت زمان
(۴) میانگین جهانی دمای سطح زمین با افزایش دمای کره زمین
نمودار روبه‌رو چه موضوعی را در کتاب درسی بررسی می‌کند؟
(۱) میانگین جهانی دمای سطح زمین
(۲) میانگین جهانی سطح آب‌های آزاد
(۳) مساحت برف در نیمکره شمالی
(۴) میانگین جهانی CO_2

۵۶۴ چند مورد از مطالب زیر درست بیان شده است؟

- (آ) برخی از پرتوهای پراثری خورشید، مولکول‌های موجود در هواکره را در هم می‌شکنند و به سطح زمین می‌رسند.
(ب) برخی از پرتوهای کم‌انرژی خورشید، باعث افزایش جنبش مولکول‌های هواکره و افزایش دمای هواکره می‌شوند.
(پ) پرتوهای وارد شده از خورشید به سطح زمین در مقایسه با پرتوهای گسیل شده از زمین به هواکره طول موج کم‌تری دارند.
(ت) پرتوهای گسیل شده از زمین به هواکره، توسط گازهای گلخانه‌ای به دام می‌افتند.

۵۶۵ در صورت نبودن مولکول‌های آب و کربن دی‌اکسید در هواکره، چه اتفاقی رخ می‌دهد؟

- (۱) تنفس صورت نمی‌گیرد.
(۲) باعث از بین رفتن ماهی‌ها می‌شود.
(۳) اثر گلخانه‌ای زیاد می‌شود.
(۴) میانگین دمای سیاره زمین پایین می‌آید.

۵۶۶ کدامیک از گزینه‌های زیر نادرست است؟

- (۱) مولکول‌های H_2O ، CO_2 و CH_4 جذب‌کننده خوبی برای انرژی محسوب می‌شوند.
(۲) پس از صاف شدن هوا در شب یک روز برفی، هوا به شدت سرد می‌شود.
(۳) مولکول‌های موجود در هواکره، هم هنگام تابش پرتوهای خورشیدی و هم هنگام بازتابش، کسب انرژی می‌کنند.
(۴) پرتوهای بازتابیده‌شده توسط سطح زمین، طول موج کوتاه‌تری دارند.

۵۶۷ کدامیک از موارد زیر می‌تواند بیان‌کننده علت گرم شدن درون گلخانه‌ها باشد؟

- (۱) بازتابش پرتوهای فروسرخ توسط خاک و گیاهان
(۲) جذب پرتوهای فروسرخ توسط خاک و گیاهان
(۳) بازتابش پرتوهای فرابنفش توسط خاک و گیاهان
(۴) جذب پرتوهای فرابنفش توسط خاک و گیاهان

۵۶۸ کدام گزینه نادرست بیان شده است؟

- (۱) دانشمندان پیش‌بینی می‌کنند دمای کره زمین تا سال ۲۱۰۰ بین ۷/۸ تا ۴ درجه سلسیوس افزایش خواهد یافت.
(۲) فصل بهار در نیمکره شمالی زمین، نسبت به ۵۰ سال گذشته در حدود یک هفته زودتر آغاز می‌شود.
(۳) همه نور خورشید به زمین می‌رسد و زمین گرم می‌شود و مانند یک جسم داغ از خود پرتوهای الکترومغناطیس گسیل می‌دارد.
(۴) اگر هواکره وجود نداشت میانگین دمای کره زمین به $18^\circ C$ - کاهش می‌یافت.

۵۶۹ کدامیک سهم بیش‌تری را در جذب انرژی خورشیدی به هنگام تابش بر کره زمین دارد و انرژی جذب‌شده توسط آن صرف چه فرایندی می‌شود؟

- (۱) زمین - تبدیل به انرژی گرمایی
(۲) آب - تأمین انرژی لازم برای چرخه آب
(۳) باد - انرژی لازم برای تولید باد
(۴) گیاهان - تأمین انرژی لازم برای فرایند فتوسنتز

۵۷۰ کدام گزینه در مورد رفتار زمین در برابر پرتوهای خورشیدی درست است؟

- (۱) بخش عمده‌ای از پرتوهای خورشیدی توسط هواکره جذب می‌شود.
- (۲) بخش کوچکی از پرتوهای خورشیدی رسیده به سطح زمین توسط زمین جذب می‌شود.
- (۳) زمین بخش عمده‌ای از گرمای جذب‌شده را به صورت تابش فروسرخ از دست می‌دهد.
- (۴) گازهای گلخانه‌ای مانع از خروج کامل گرمای آزادشده نمی‌شوند.

۵۷۱ نور خورشید به زمین می‌رسد و زمین گرم می‌شود و مانند یک جسم داغ از خود پرتوهایی با انرژی و طول موج گسیل می‌دارد.

- (۱) بخشی از - کم‌تر - بلندتر (۲) همه - کم‌تر - کم‌تر (۳) بخشی از - بیش‌تر - کم‌تر (۴) همه - بیش‌تر - بیش‌تر

۵۷۲ تقریباً چند درصد پرتوی ورودی خورشید توسط اتمسفر جذب می‌شود؟

- (۱) ۴۵ (۲) ۵ (۳) ۲۵ (۴) ۷۰

۵۷۳ چند مورد از عبارت‌های داده‌شده، درست بیان شده است؟

- (آ) توسعه پایدار یعنی در تولید یک فرآورده، هزینه‌های اقتصادی و زیست‌محیطی در نظر گرفته شود.
- (ب) در قیمت‌گذاری یک کالا توسط کارخانه تولیدکننده آن فقط ملاحظات اقتصادی در نظر گرفته می‌شود.
- (پ) توسعه پایدار بیان می‌کند هرگاه در مجموع شرکت‌ها و کارخانه‌ها، کالاهایی را تولید کنند که قیمت تمام‌شده تولید کالا برای کشور کاهش یابد، باعث رشد واقعی کشور خواهد شد.
- (ت) شرکتی که یک ماده خوراکی تولید کرده است و استانداردهای لازم را رعایت نکرده است، حتی اگر قیمت آن پایین باشد، قیمت تمام‌شده برای کشور بسیار بیش‌تر از قیمتی است که روی آن ثبت شده است.

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۵۷۴ کدام مقایسه O_p و O_p درست است؟

- (۱) در هر دو، نسبت جفت‌الکترون‌های پیوندی به ناپیوندی $\frac{1}{2}$ است.
- (۲) هر دو در لایه تروپوسفر نقش مفید دارند.

(۳) در تروپوسفر، تبدیل آن‌ها به یکدیگر باعث حفظ لایه اوزون می‌شود. هر دو در تنفس نقش دارند.

۵۷۵ کدام یک از زوج معادلات زیر واکنش بین مولکول‌های اوزون با تابش‌های خطرناک خورشید و تبدیل آن‌ها به تابش‌های سودمند را نشان می‌دهد؟

- (۱) $O_3 + O \rightarrow O_2 + O_2$ تابش فربانش $O_3 + O \rightarrow O_2 + O_2$ تابش فربانش
- (۲) $O_3 + O \rightarrow O_2 + O_2$ تابش فربانش $O_3 + O \rightarrow O_2 + O_2$ تابش فربانش
- (۳) $N_2 + N \rightarrow N_2 + N$ تابش فربانش $N_2 + N \rightarrow N_2 + N$ تابش فربانش
- (۴) $N_2 + N \rightarrow N_2 + N$ تابش فربانش $N_2 + N \rightarrow N_2 + N$ تابش فربانش

۵۷۶ با توجه به شکل، جمله زیر را کامل کنید.

«طول موج تابش‌های خارج‌شده از طرف بلندتر است و اگر کسی در برابر تابش خروجی قرار گیرد، آسیب بیش‌تری می‌بیند.»



- (۱) A - (۱) (۲) B - (۱) (۳) A - (۲) (۴) B - (۲)

۵۷۷ کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) در استراتوسفر، پرتوهای فربانش پیوند دوگانه اکسیژن - اکسیژن را در اوزون می‌شکنند.
- (۲) دلیل افزایش دما در استراتوسفر، جذب تابش پرتوهای فربانش توسط مولکول‌های اوزون است.
- (۳) میانگین دما در استراتوسفر از $-۴۶^{\circ}C$ بالاتر نمی‌رود.
- (۴) تبدیل O_3 به O_2 به‌صورت یک واکنش برگشت‌پذیر صورت می‌گیرد.

۵۷۸ اوزون پدیدآمده در لایه زیان‌آور است و از تابش نور خورشید بر به‌وجود می‌آید.

- (۱) استراتوسفر - SO_2 (۲) تروپوسفر - NO_2 (۳) استراتوسفر - NO_2 (۴) تروپوسفر - SO_2

۵۷۹ وجود اوزون در کدام یک از لایه‌های هواکره بسیار زیان‌آور است؟

- (۱) تروپوسفر (۲) استراتوسفر (۳) مزوسفر (۴) ترموسفر

۵۸۰ چند مورد در مورد اوزون درست بیان شده است؟

- (آ) اوزون فقط در استراتوسفر وجود دارد.
- (ب) نقش اوزون همیشه مفید و محافظتی است.
- (پ) واکنش‌پذیری آن از اکسیژن بیش‌تر است.
- (ت) وجود آن در هوایی که تنفس می‌کنیم باعث سوزش چشم و آسیب دیدن ریه‌ها می‌شود.

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۸۱. اوزون گازی است در بخش پایین هواکره یک و در بخش بالایی آن یک به شمار می‌رود.

(۱) مفید - آلاینده - پالاینده (۲) سستی - پالاینده - آلاینده (۳) دو چهره - آلاینده - پالاینده (۴) سه اتمی - پالاینده - آلاینده

۸۲. کدام یک از گازهای زیر از اکزوز خودرو خارج نمی‌شود؟

(۱) CO (۲) C_xH_y (۳) O_۲ (۴) SO_۲

۸۳. کدام یک نادرست است؟

(۱) جابه‌جا شدن با وسایل نقلیه، باعث افزایش ردپای CO_۲ می‌شود. (۲) برای کاهش ردپای CO_۲ یکی از راهکارها، کاشت و مراقبت از درختان است. (۳) هر رفتار ما بر زندگی همهٔ مردمان جهان اثر خواهد گذاشت. (۴) مهم‌ترین گاز گلخانه‌ای، گاز متان می‌باشد.

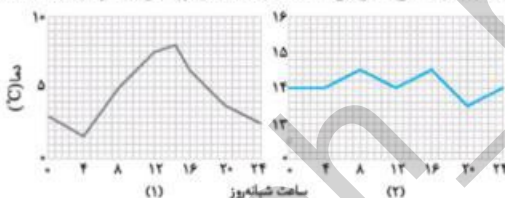
۸۴. در تولید برق از کدام منبع زیر بیش‌ترین و کم‌ترین میزان CO_۲ تولید می‌شود؟

(۱) زغال سنگ - باد (۲) زغال سنگ - انرژی خورشیدی (۳) نفت خام - گرمای زمین (۴) گاز طبیعی - انرژی خورشیدی

۸۵. هنگامی که برای تولید برق از زغال سنگ استفاده می‌کنیم، ۹۰۰ کیلوگرم گرین دی‌اکسید در ماه به ازای ۱ kWh برق تولیدی وارد هواکره می‌شود. اگر برق مصرفی در یک ماه ۲۰۰ kWh باشد، چند درخت با قطر بیش‌تر از ۳۵ سانتی‌متر لازم است تا گرین دی‌اکسید تولیدشده در یک سال را مصرف کنند؟ (هر درخت با قطر ۳۵ سانتی‌متر، ۹۲/۷ کیلوگرم CO_۲ را در سال مصرف می‌کند).

(۱) ۲۰ (۲) ۲۱ (۳) ۲۳ (۴) ۲۵

۸۶. نمودارهای زیر تغییر دما را در یک روز زمستانی نشان می‌دهند. کدام مطلب در مورد این دو نمودار درست است؟



(۱) نمودار (۱) مربوط به یک روز زمستانی در داخل گلخانه است. (۲) اگر مقدار گازهای گلخانه‌ای در هواکره بسیار کم باشند تغییر دما به‌صورت نمودار (۲) خواهد بود. (۳) نمودار (۲) مربوط به زماتی است که مقدار گازهای گلخانه‌ای در هواکره زیاد است. (۴) نمودار (۲) در داخل گلخانه و نمودار (۱) در بیرون گلخانه قرار دارند.

۸۷. کدام ماده جزء گازهای گلخانه‌ای نیست؟

(۱) CO_۲ (۲) CH_۴ (۳) SO_۲ (۴) H_۲O

۸۸. چند مورد از مطالب زیر در مورد شیمی سبز درست است؟

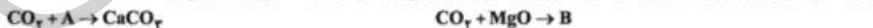
(آ) یعنی در جست‌وجوی فرایندها و فرآورده‌هایی که به کمک آن‌ها می‌توان کیفیت زندگی را با بهره‌گیری از منابع طبیعی افزایش داد. (ب) یعنی کاهش تولید مواد شیمیایی که ردپای سنگین روی کرهٔ زمین بر جای می‌گذارند. (پ) یعنی کاهش مصرف مواد شیمیایی که ردپای سنگین روی کرهٔ زمین بر جای می‌گذارند. (ت) یعنی افزایش کیفیت زندگی و هم‌زمان محافظت از طبیعت

(۱) ۴ (۲) ۳ (۳) ۲ (۴) ۱

۸۹. کدام مطلب در مورد سوخت سبز نادرست است؟

(۱) در ساختار خود فقط کربن و هیدروژن دارد. (۲) از پسماندهای گیاهی مانند شاخ و برگ گیاه سویا، نیشکر و دانه‌های روغنی به‌دست می‌آید. (۳) موادی که از آن‌ها سوخت سبز به‌دست می‌آید زیست تخریب‌پذیرند. (۴) اتانول و روغن گیاهی نمونه‌هایی از سوخت سبز هستند.

۹۰. در واکنش‌های زیر به ترتیب به جای A و B چه موادی باید قرار گیرد و این واکنش‌ها به چه منظوری انجام می‌گیرند؟



(۱) Ca و MgCO_۳ - برای تبدیل CO_۲ به مواد معدنی

(۲) CaO و MgCO_۳ - برای تبدیل CO_۲ به مواد معدنی

(۳) CaO و Mg - برای تولید سوخت سبز

(۴) Ca و MgCO_۳ - برای جلوگیری از تولید CO_۲ در نیروگاه‌ها و مراکز صنعتی

۵۹۱ کدام یک درست بیان شده است؟

- (۱) پلاستیک‌های سبز، پلیمرهایی هستند که بر پایه مواد گیاهی مانند نشاسته ساخته می‌شوند.
- (۲) در ساختار پلاستیک‌های سبز، اکسیژن وجود ندارد.
- (۳) مدت زمان تجزیه پلاستیک‌های سبز، زیاد است.
- (۴) پلاستیک‌های سبز، زیست تخریب‌ناپذیرند.

۵۹۲ کدام یک از مکان‌های زیر برای دفن و نگهداری CO_2 مناسب نیست؟

- (۱) سنگ‌های متخلخل زیر زمین
- (۲) میدان‌های قدیمی گاز
- (۳) چاه‌های قدیمی خالی از نفت
- (۴) چاه‌های قدیمی خالی از نفت که در مناطق زلزله‌خیز قرار دارند.

۵۹۳ از سوختن یک گرم از کدام سوخت زیر بیش‌ترین فراورده گازی تولید می‌شود؟

- (۱) بنزین
- (۲) زغال سنگ
- (۳) هیدروژن
- (۴) گاز طبیعی

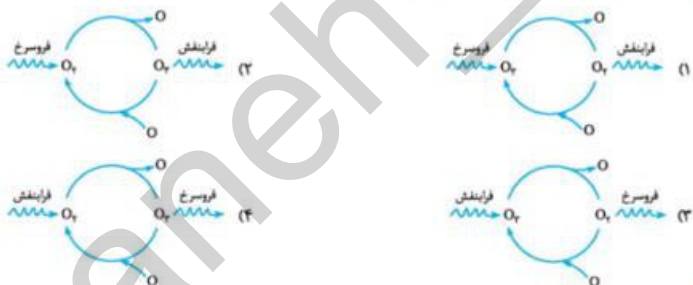
۵۹۴ هیدروژن عنصر در جهان است که از سوختن آن گرما و فراورده سوختی حاصل می‌شود.

- (۱) تنها - بیش‌ترین - بیش‌ترین
- (۲) فراوان‌ترین - کم‌ترین - بیش‌ترین
- (۳) فراوان‌ترین - بیش‌ترین - کم‌ترین
- (۴) تنها - کم‌ترین - کم‌ترین

۵۹۵ کدام عبارت درست است؟

- (۱) توسعه پایدار یعنی فقط قیمت کالا مهم باشد.
- (۲) تولید پلاستیک‌های زیست تخریب‌پذیر نمونه‌ای از توسعه پایدار است.
- (۳) تولید گاز هیدروژن سرمایه‌گذاری هنگفتی لازم دارد پس باعث توسعه پایدار نمی‌شود.
- (۴) تولید هواپیما با موتوری که CO_2 کم‌تری تولید کند، هزینه بسیار بالایی لازم دارد، پس باعث توسعه پایدار نمی‌شود.

۵۹۶ کدام گزینه چرخه درست اوزون در استراتوسفر است؟



۵۹۷ کدام مقایسه در مورد اوزون و اکسیژن درست نیست؟

- (۱) از نظر فعالیت شیمیایی: $O_3 < O_2$
- (۲) از نظر دمای جوش: $O_3 < O_2$
- (۳) آلانندی در تروپوسفر: $O_3 < O_2$
- (۴) مقدار آن در هواکره: $O_3 < O_2$

۵۹۸ کدام مطلب در مورد اوزون نادرست است؟

- (۱) در تروپوسفر آلاندهای سنی و خطرناک است.
- (۲) در تروپوسفر نقش مفید و محافظتی دارد.
- (۳) از واکنش $NO(g) + O_3(g) \rightarrow NO_2(g) + O_2(g)$ نورخورشید.
- (۴) برای گندزدایی میوه‌ها و از بین بردن جانداران ذره‌بینی درون آب استفاده می‌شود.

۵۹۹ در روزهای خشک و آفتابی، کدام مورد منجر به رنگ قهوه‌ای روشن هوای شهر می‌شود؟

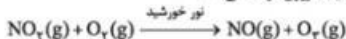
- (۱) اوزون تروپوسفری تولیدشده
- (۲) NO_2 خروجی از اگزوز خودروها
- (۳) نابودی مولکول‌های سودمند اکسیژن
- (۴) NO_2 حاصل از تابش نورخورشید بر NO

۶۰۰ کدام گزینه درست است؟

- (۱) وجود اتم اکسیژن در هواکره باعث از بین رفتن اوزون می‌شود.
- (۲) واکنش تبدیل اوزون به اکسیژن مانند واکنش شیمیایی است که در باتری‌های قابل شارژ رخ می‌دهد.
- (۳) هنگام تشکیل اوزون تروپوسفری، انرژی به‌صورت تابش فرابنفش آزاد می‌شود.
- (۴) گاز نیتروژن به عنوان اصلی‌ترین جزء سازنده هواکره، در هر دمایی با اکسیژن واکنش می‌دهد.

۶۰۱ کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) گاز نیتروژن به طور معمول با اکسیژن واکنش می‌دهد و اکسیدهای نیتروژن تولید می‌کند.
- (۲) در اثر رعد و برق گاز نیتروژن با اکسیژن ابتدا NO و سپس NO_۲ تولید می‌کند.
- (۳) گاز نیتروژن در درون موتور خودرو و در دمای بالا با اکسیژن ترکیب شده و اکسیدهای نیتروژن تولید می‌کند.
- (۴) آوزون تری‌اکسید نیتروژن را از فرایند روبه‌رو حاصل می‌شود:



قسمت هشتم: رفتار گازها

۶۰۲ چند مورد از مطالب زیر درست است؟

- (آ) بخشی شدن بوی نان تازه نشان می‌دهد که مولکول‌های یک ماده گازی در هوا منتشر می‌شود.
- (ب) حجم یک نمونه گاز با حجم ظرف محتوی آن برابر است.
- (پ) گاز مانند جامد تراکم‌پذیر است.
- (ت) برای توصیف یک نمونه گازی فقط باید مقدار آن مشخص باشد.

(۱) ۴ (۲) ۳ (۳) ۲ (۴) ۱

۶۰۳ نمونه‌ای از یک گاز در دمای ثابت درون یک سیلندر قرار دارد. اگر فشار را دو برابر کنیم،

- (۱) حجم نیز دو برابر می‌شود. (۲) حجم نصف می‌شود. (۳) حجم ۱/۲ برابر می‌شود. (۴) حجم تغییری نمی‌کند.

۶۰۴ نمونه‌ای از یک گاز در فشار ثابت، درون یک سیلندر قرار دارد. اگر دمای کلوین را دو برابر کنیم،

- (۱) حجم نیز دو برابر می‌شود. (۲) حجم نصف می‌شود. (۳) حجم ۱/۲ برابر می‌شود. (۴) حجم تغییر نمی‌کند.

۶۰۵ مولکول‌های گازی شکل A فضای یک سیلندر ۲ لیتری را اشغال کرده‌اند. به کمک پیستونی حجم سیلندر را در دمای ثابت به یک لیتر می‌رسانیم. تعداد مولکول‌های گازی شکل A در واحد حجم و فشار آن چه تغییری می‌کند؟

- (۱) تعداد مولکول‌ها در واحد حجم زیاد و فشار آن کم می‌شود. (۲) تعداد مولکول‌ها در واحد حجم کم و فشار آن زیاد می‌شود.
- (۳) تعداد مولکول‌ها در واحد حجم و فشار آن کم می‌شود. (۴) تعداد مولکول‌ها در واحد حجم و فشار آن زیاد می‌شود.

۶۰۶ نمونه‌ای از یک گاز درون یک سیلندر قرار دارد. فشار و دمای مطلق را دو برابر می‌کنیم،

- (۱) حجم دو برابر می‌شود. (۲) حجم نصف می‌شود. (۳) حجم چهار برابر می‌شود. (۴) حجم تغییری نمی‌کند.

۶۰۷ کدام گزینه در ارتباط با فشار، حجم و دما درست بیان نشده است؟

- (۱) در دمای ثابت، فشار یک گاز با حجم آن رابطه‌ای وارونه دارد.
- (۲) در فشار ثابت، دمای یک گاز با حجم آن رابطه مستقیم دارد.
- (۳) در دمای ثابت، حاصل‌ضرب فشار در حجم مقداری ثابت است.
- (۴) در فشار ثابت، حاصل‌ضرب دما در حجم مقداری ثابت است.

۶۰۸ چند مورد از مطالب زیر نادرست است؟

- (آ) هر فرد بالغ به طور میانگین ۱۲ بار در دقیقه نفس می‌کشد.
- (ب) به بخشی از شیمی که به ارتباط کفی میان مواد شرکت‌کننده در هر واکنش می‌پردازد استوکیومتری واکنش می‌گویند.
- (پ) سولفوریک اسید و نیتریک اسید با یک واکنش یک مرحله‌ای تهیه می‌شوند.
- (ت) فرایندهای تقطیر و تبلور را جابربن حیان پایه‌گذاری کرد.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۶۰۹ هر فرد بالغ به طور میانگین ۱۲ بار در دقیقه نفس می‌کشد و هر بار ۰/۵ لیتر هوا به شش‌های آن وارد می‌شود. در یک شبانه روز چند لیتر هوا، چند لیتر اکسیژن و چند مول اکسیژن وارد شش‌ها می‌شود؟ (شرایط STP بوده، عددها را از راست به چپ بنویسید. در ضمن ۲۴۱ درسد هوا را اکسیژن تشکیل می‌دهد.)

(۱) ۱۸۱۲/۴ - ۸۶۴۰ - ۴۰۵ (۲) ۱۸۱۲/۴ - ۸۶۴۰ - ۴۰۵
(۳) ۱۸۱۲/۴ - ۸۶۴ - ۴۰۵ (۴) ۱۸۱۲/۴ - ۸۶۴ - ۴۰۵

۶۱۰ بالونی در دمای اتاق (۲۵ °C) تا حجم ۴/۵ لیتر پر شده است. اگر بالون را در یک روز سرد (۱۰ °C-) خارج کنید، حجم بالون چقدر می‌شود؟ (فشار ثابت است.)

(۱) ۷۸ L (۲) ۴۲/۷ L (۳) ۵ L (۴) ۲۸ L

۶۱۱ یک نمونه از گاز در 15°C و 1atm دارای حجم 2L است. این گاز در 28°C و 1atm چه حجمی دارد؟

- (۱) $28/9\text{L}$ (۲) $5/6\text{L}$ (۳) $3/8\text{L}$ (۴) $2/8\text{L}$

۶۱۲ اگر حاصل ضرب فشار در حجم گاز نیتروژن در شرایط معین برابر $30\text{L}\cdot\text{atm}$ باشد، برای این که حجم یک لیتر گاز به 100 میلی لیتر برسد فشار آن (در دمای ثابت) باید چند برابر شود؟

- (۱) 3 (۲) 10 (۳) 30 (۴) 100

۶۱۳ اگر حاصل ضرب فشار در حجم 5 لیتر گاز برابر 25 (لیتر $\cdot$ اتمسفر) باشد فشار این گاز برابر اتمسفر است و اگر فشار آن در دمای ثابت برابر یک اتمسفر شود حجم گاز برابر لیتر می شود.

- (۱) $5 - 5$ (۲) $25 - 5$ (۳) $25 - 5$ (۴) $25 - 25$

۶۱۴ کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) با افزایش دمای یک گاز در فشار ثابت، حجم گاز افزایش می یابد.
(۲) با افزایش تعداد مولکول های یک گاز در فشار ثابت، حجم گاز افزایش می یابد.
(۳) حجم یک مول گاز در شرایط STP برابر $22/4$ لیتر است.
(۴) برای یافتن رابطه بین حجم و مقدار یک نمونه گاز باید دما و فشار تغییر کنند.

۶۱۵ کدام گزینه درست نیست؟

- (۱) قرار دادن بادکنک های پر شده از هوا درون نیتروژن مایع سبب می شود که حجم آن ها به شدت افزایش یابد.
(۲) شیمی دان ها دمای صفر درجه سلسیوس و فشار یک اتمسفر را به عنوان شرایط استاندارد (STP) در نظر می گیرند.
(۳) حجم مولی گازها در شرایط STP برابر $22/4\text{L}$ است.
(۴) در دما و فشار یکسان، حجم یک مول از گازهای گوناگون با هم برابر است. (قانون آووگادرو)

۶۱۶ کدام مطلب نادرست است؟

- (۱) هر مول از گونه های شیمیایی شامل $6/02 \times 10^{23}$ ذره از آن است.
(۲) $0/3$ مول گاز نیتروژن شامل $4/3$ گرم از آن است.
(۳) در دمای صفر درجه سانتی گراد و فشار 1atm ، هر مول از گازها $22/4$ لیتر، حجم دارد.
(۴) شمار اتم ها در 90 گرم آب با شمار اتم ها در 48 گرم متان برابر است.

۶۱۷ کدام عبارت درست است؟

- (۱) 15 گرم استیک اسید (CH_3COOH) معادل با $1/505 \times 10^{23}$ مولکول است.
(۲) در شرایط استاندارد 10 گرم گاز هیدروژن، حجمی برابر با حجم 10 گرم گاز اکسیژن دارد.
(۳) واکنش $\text{SO}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{SO}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ ، به ازای مصرف $0/25$ مول واکنش دهنده، $1/12$ لیتر فرورونده گازی در شرایط STP حاصل می شود.
(۴) شرایط STP یعنی دما 25°C و فشار 1atm باشد.

۶۱۸ شکل زیر، روند حل مسأله جرمی - جرمی را در استوکیومتری نشان می دهد. به جای حروف A و B به ترتیب از راست به چپ کدام عبارت ها باید قرار گیرند؟

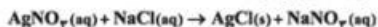
- (۱) $\frac{\text{جرم ماده (ماده داده شده)}}{1\text{mol (ماده خواسته شده)}}$ ، $\frac{\text{جرم مولی}}{1\text{mol (ماده داده شده)}}$
(۲) $\frac{\text{جرم ماده (ماده داده شده)}}{1\text{mol (ماده خواسته شده)}}$ ، $\frac{\text{جرم مولی}}{1\text{mol (ماده داده شده)}}$
(۳) $\frac{\text{جرم ماده (ماده داده شده)}}{1\text{mol (ماده خواسته شده)}}$ ، $\frac{\text{جرم مولی}}{1\text{mol (ماده داده شده)}}$
(۴) $\frac{\text{جرم ماده (ماده داده شده)}}{1\text{mol (ماده خواسته شده)}}$ ، $\frac{\text{جرم مولی}}{1\text{mol (ماده داده شده)}}$



۶۱۹ در جرم های برابر از کدام دو ماده زیر، تقریباً تعداد اتم ها برابر است؟ ($\text{N} = 14, \text{S} = 32, \text{H} = 1, \text{C} = 12, \text{O} = 16; \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$)

- (A) NO (ب) H_2S (پ) N_2 (ت) CO
(۱) A و ب (۲) پ و ت (۳) A و ت (۴) ب و پ

۶۲۰ از واکنش ۱۷/۰ g نقره نیترات با مقدار کافی محلول سدیم کلرید، چند گرم نقره کلرید حاصل می‌شود؟

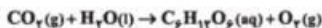


۱۴۴ (۴) ۱۰ (۳) ۱۴/۳۵ (۲) ۰/۱ (۱)

۶۲۱ درختان با جذب $\text{CO}_2(\text{g})$ می‌توانند آن را به قند گلوکز ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) تبدیل کنند. اگر یک درخت، سالانه ۶۶ kg گاز CO_2 جذب کند،

چند کیلوگرم از این قند در آن ساخته می‌شود؟ ($\text{O} = 16, \text{C} = 12, \text{H} = 1 : \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$) (۹۸ (بافتن))

(واکنش را موازنه کنید)



۲۱ (۴) ۱۸ (۳) ۲۵ (۲) ۴۵ (۱)

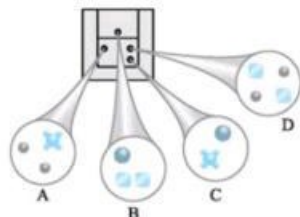
۶۲۲ از گرم گلوکز برای اکسایش کامل به چند گرم اکسیژن نیاز دارد؟ ($\text{H} = 1, \text{C} = 12, \text{O} = 16 : \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$) (۸۴ (بافتن))

۲۴ (۴) ۹۶ (۳) ۸۶ (۲) ۷۲ (۱)

۶۲۳ از اثر سدیم هیدروکسید بر آهن (II) کلرید، ۱۱/۷ میلی‌گرم نمک خوراکی حاصل می‌شود، جرم سدیم هیدروکسید به کار رفته چند گرم

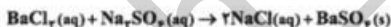
است؟ ($\text{Na} = 23, \text{O} = 16, \text{H} = 1, \text{Cl} = 35.5 : \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

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



۶۲۴ در شکل مقابل، از واکنش ۱۰۴/۱ گرم B با مقدار اضافی A، چند گرم رسوب تشکیل

می‌شود؟



۱۱۶/۶ (۱)

۲۳۲/۲ (۲)

۲۴۹/۸ (۳)

۲۶۶/۴ (۴)



۶۲۵ ۰/۱ مول از فلز M با ۲/۴ گرم برم مایع ترکیب می‌شود، فرمول سولفید آن کدام است؟ ($\text{Br} = 80 : \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

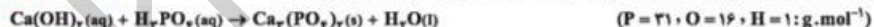
MS (۴) M_2S_3 (۳) M_2S (۲) M_3S_2 (۱)

۶۲۶ در ۰/۰۹ میلی‌گرم آب، $3/01 \times 10^{23}$ عدد مولکول آب وجود دارد. n کدام است؟ ($\text{H}_2\text{O} = 18 : \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

۲۱ (۴) ۲۰ (۳) ۱۹ (۲) ۱۷ (۱)

۶۲۷ از واکنش کلسیم هیدروکسید با فسفریک اسید، کلسیم فسفات و آب حاصل می‌شود. مجموع ضرایب‌های مولی واکنش‌دهنده‌ها در معادله

موازنه‌شده کدام است و برای تهیه ۰/۰۵ مول کلسیم فسفات چند گرم فسفریک اسید لازم است؟ (۹۰ (بافتن))



کلسیم هیدروکسید کلسیم فسفات فسفریک اسید

۹/۸ - ۵ (۴) ۸/۴ - ۵ (۳) ۹/۸ - ۴ (۲) ۸/۴ - ۴ (۱)

۶۲۸ اگر در واکنش ۰/۰۵ مول از یک فلز که در گروه ۱۲ جدول تناوبی جای دارد با مقدار کافی محلول سولفوریک اسید، ۱۰/۴۲ گرم سولفات بدون

آب آن فلز تشکیل شود، جرم اتمی این فلز کدام است؟ ($\text{S} = 32, \text{O} = 16 : \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$) (۹۰ (بافتن))



سولفوریک اسید سولفات فلز

۱۱۴/۸ (۴) ۱۱۲/۴ (۳) ۶۹/۲ (۲) ۶۵/۴ (۱)

۶۲۹ مجموع ضرایب‌های مولی فراورده‌ها در واکنش تجزیه پتاسیم نیترات جامد به پتاسیم نیتريت و گاز اکسیژن کدام است؟ اگر در این

واکنش ۰/۰۵ مول پتاسیم نیتريت تولید شود، چند لیتر گاز اکسیژن در شرایط STP به‌دست می‌آید؟



۰/۵۶ - ۳ (۴) ۱/۱۲ - ۲ (۳) ۱/۱۲ - ۳ (۲) ۰/۵۶ - ۲ (۱)



۶۳۰ سیلیسیم کاربید (SiC) از واکنش (معادله موازنه شود) $\text{SiO}_2(s) + \text{C}(s) \xrightarrow{\Delta} \text{SiC}(s) + \text{CO}(g)$ تولید می‌شود. به ازای تولید هر کیلوگرم از این ماده، چند لیتر گاز آلاینده (در شرایط STP) تولید می‌شود؟ ($\text{Si} = 28, \text{C} = 12; \text{g.mol}^{-1}$) (شماره ۹۸)

۵۶۰ (۱) ۱۱۲۰ (۲) ۱۶۸۰ (۳) ۲۲۴۰ (۴)

۶۳۱ عنصر اصلی M در هسته دارای ۲۰ نوترون بوده و در لایه چهارم الکترونی خود تنها یک الکترون دارد. ۷/۸ گرم از این عنصر در واکنش با سولفوریک اسید چند گرم نمک تولید می‌کند؟ (فرآورده واکنش، نمک فلز و گاز هیدروژن می‌باشد. $\text{O} = 16, \text{S} = 32; \text{g.mol}^{-1}$)

۱۹ (۱) ۱۷/۴ (۲) ۲۴/۸ (۳) ۳۹ (۴)

۶۳۲ اگر ترکیب حاصل از واکنش آلومینیم با یکی از عنصرهای گروه ۱۶، دارای ۳۶ درصد جرمی آلومینیم باشد، این عنصر کدام است؟ (شمار پروتون‌ها و نوترون‌های اتم این عنصر با هم برابر است.) ($\text{Al} = 27 \text{g.mol}^{-1}$) (شماره ۸۹)

۱) گوگرد (S) ۲) تلور (Te) ۳) اکسیژن (O) ۴) سلنیم (Se)

۶۳۳ ۰/۶ مول از یون کدام فلز در واکنش با یون فلئورید، ترکیبی به جرم ۴۶/۸ گرم تشکیل می‌شود؟ (شماره ۹۹)

($\text{Ga} = 70, \text{Ca} = 40, \text{Al} = 27, \text{Mg} = 24, \text{F} = 19; \text{g.mol}^{-1}$)

Al (۱) Mg (۲) Ca (۳) Ga (۴)

۶۳۴ اثر مقدار اضافی هیدروکلریک اسید بر ۰/۲۴ مول از فلزی، 5376cm^3 گاز هیدروژن در شرایط STP آزاد می‌شود. فرمول کلرید این فلز کدام است؟

$\text{YM} + 2\text{nHCl} \rightarrow \text{YMCln} + \text{nH}_2$

MCl_۳ (۱) MCl_۲ (۲) MCl_۴ (۳) MCl_۳ (۴)

۶۳۵ برای تهیه $7/6 \text{AL}$ گاز اکسیژن چند گرم پتاسیم کلرات در مجاورت منگنز دی‌اکسید لازم است؟ (چگالی گاز اکسیژن را در شرایط آزمایش $1/25 \text{g.L}^{-1}$ در نظر بگیرید.) ($\text{O} = 16, \text{K} = 39, \text{Cl} = 35.5; \text{g.mol}^{-1}$)

$2\text{KClO}_3 \xrightarrow{\text{MnO}_2} 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$ (۱) ۱۲/۵ (۲) ۲۴/۵ (۳) ۳۶/۵ (۴) ۷۲/۵

۶۳۶ چند مورد از مطالب زیر در مورد گاز نیتروژن درست است؟

- آ) در مقایسه با اکسیژن از نظر شیمیایی غیرفعال و واکنش‌ناپذیر است.
- ب) به جوی آب شهرت دارد.
- پ) در حضور جرقه و کاتالیزگر با هیدروژن هوا واکنش می‌دهد.
- ت) از جمله کودهایی است که به طور مستقیم به خاک تزریق می‌شود.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۶۳۷ کدام مقایسه در مورد دو تایلر خودروه که تایلر (۱) با هوا و تایلر (۲) با گاز نیتروژن پر شده، درست است؟

۱) در تایلر (۱) ۷۸٪ اکسیژن و آب و ۲۲٪ از گازهای دیگر وجود دارد.

۲) در تایلر (۲) نسبت اکسیژن به نیتروژن ۱:۸ می‌باشد.

۳) در تایلر (۱) در داخل تایلر، آب تشکیل شده و باعث پوسیدگی سیم‌های تایلر می‌شود.

۴) در تایلر (۲) بین نیتروژن و اکسیژن واکنش صورت می‌گیرد و اکسید نیتروژن تشکیل می‌شود.

۶۳۸ بزرگ‌ترین چالش هابر در تولید آمونیاک از گازهای نیتروژن و هیدروژن کدام بود؟

۱) افزایش دما تا 200°C ۲) افزایش فشار ۴۵ atm

۳) یافتن کاتالیزگر مناسب ۴) یافتن شرایط بهینه برای انجام واکنش

۶۳۹ واکنش هابر در دما و فشار در حضور کاتالیزگر انجام شد، اما واکنش‌دهنده‌ها به فرآورده تبدیل

۱) مناسب - ورقه آهنی - همه - نمی‌شد ۲) مناسب - MgO - مقدار کمی - شد

۳) بالا - ورقه آهنی - مقدار زیادی - شد ۴) بالا - MgO - همه - نمی‌شد

۶۴۰ کدام گزینه در مورد فرایند هابر درست است؟

۱) همه واکنش‌دهنده‌ها در دما و فشار مناسب به فرآورده تبدیل می‌شوند.

۲) یک فرایند کامل بوده و از هیدروژن و نیتروژن هیچ مقداری باقی نمی‌ماند.

۳) با سرد کردن مخلوط واکنش و مایع کردن آمونیاک، می‌توان واکنش را تقریباً کامل انجام داد.

۴) با سرد کردن مخلوط واکنش تا 34°C ، همه H_2 و N_2 به NH_3 تبدیل می‌شود.



رد پای گازها در زندگی

پاسخ فصل ۲

۲۵۵

بیشترین تعداد مولکول‌ها و اتم‌های گازی هوا که تا ارتفاع ۵۰ کیلومتری قرار دارند که عبارتند از گازهای O_3 ، O_2 ، CO_2 ، N_2 و H_2O و گازهای نجیبه

۲۶۸

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۲): به جای علامت سؤال باید $-87^\circ C$ نوشته شود.

گزینه (۳): با افزایش ارتفاع، دما به‌طور نامنظم تغییر می‌کند.

گزینه (۴): مولکول‌های اوزون در ارتفاع ۱۲ تا ۵۰ کیلومتری نیز مشاهده می‌شوند.

۲۶۹

دما و فشار هوا که از جمله عوامل مهم در تعیین ویژگی‌های هوا که هستند.

۲۷۰

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۲): کلاً نادرست است.

گزینه (۳): قسمت (ب) نادرست است.

گزینه (۴): کلاً نادرست است.

۲۷۱

۲۷۲

دما در انتهای لایه تروپوسفر به $-55^\circ C$ می‌رسد که برابر با ۲۱۸ کلوین می‌باشد.
 $T_K = T_C + 273 \Rightarrow T_K = -55 + 273 = 218$

۲۷۳

$$T_1 + (\Delta T \times h) = T_2$$

$$14 + (-6)h = -55 \Rightarrow h = 11.5 \text{ km}$$

۲۷۴

عبارت‌های (ا) و (ب) می‌توانند جمله را تکمیل کنند.

در ارتفاع بالاتر از ۱۰۰ کیلومتر، اتم اکسیژن و یون‌های O^+ و He^+ وجود دارند و هوا بسیار رقیق بوده و کمترین فشار را دارد.

۲۷۵

$$T_C + 273 = T_K$$

$$14^\circ C \Rightarrow 14 + 273 = 287$$

$$-55^\circ C \Rightarrow -55 + 273 = 218$$

$$+7^\circ C \Rightarrow 7 + 273 = 280$$

$$-87^\circ C \Rightarrow -87 + 273 = 186$$

۲۷۶

آب و هوا نتیجه برهم‌کنش میان زمین، هوا که آب و خورشید است.

۲۷۷

$$T_1 + (\Delta T \times h) = T_2$$

$$-70 + 4(h) = 10 \Rightarrow 4(h) = 80 \Rightarrow h = 20 \text{ km}$$

۲۵۸

گازهای اطراف کره زمین، سرشار از هوای پاک است و گرمای خورشید را در خود نگه می‌دارد.

۲۵۹

قسمت‌های (ب)، (پ) و (ت) نادرست هستند که عبارت درست آن‌ها به‌صورت زیر است:

(ب) زمین تنها سیاره خورشیدی قابل سکونت است.

(پ) اتمسفر مخلوطی از گازهای گوناگون است که تا فاصله ۵۰۰ کیلومتری از سطح زمین امتداد یافته است.

(ت) انرژی گرمایی مولکول‌ها سبب می‌شود تا پیوسته در حال جنبش باشند.

۲۶۰

بررسی بقیه گزینه‌ها:

(۲) اغلب گازهای هوا که گرمی هستند.

(۳) میان گازهای هوا که واکنش‌های شیمیایی رخ می‌دهد که اغلب سودمند هستند.

(۴) ما فشار هوا را احساس نمی‌کنیم چون در همه جهتها بر بدن ما وارد می‌شود.

۲۶۱

بررسی عبارت‌های نادرست:

(ب) بیشترین حجم هوا که تا ارتفاع ۱۰۰ کیلومتری را N_2 تشکیل می‌دهد.

(ت) دما در هوا که از ارتفاع ۱۲ km تا ۵۰ km افزایش می‌یابد.

۲۶۲

توجه: تغییرات دما در لایه‌های هوا که از ارتفاع ۰ تا ۱۲ کیلومتری (لایه تروپوسفر) دما کاهش می‌یابد و از ارتفاع ۱۲ تا ۵۰ کیلومتری (لایه استراتوسفر) دما افزایش دارد. از ارتفاع ۵۰ تا ۷۵ کیلومتری (لایه مزوسفر) دما کاهش می‌یابد و از ارتفاع ۷۵ به بالا (لایه ترموسفر) دما افزایش می‌یابد.

۲۶۳

با افزایش ارتفاع و کاهش تعداد ذره‌ها، فشار هوا به‌طور منظم کاهش می‌یابد. ولی تغییر دما با افزایش فشار نامنظم است. ابتدا در لایه اول هوا که کاهش می‌یابد. در لایه دوم، افزایش و در لایه سوم مجدداً کاهش می‌یابد.

۲۶۴

چون با افزایش ارتفاع، تغییر دما منظم نیست، می‌توان نتیجه گرفت که هوا که لایه لایه است.

۲۶۵

۲۶۶

هر چه ارتفاع بیش‌تر باشد فشار هوا کاهش می‌یابد.

۲۶۷

$T_1 + (\Delta T \times h) = T_2$ که در آن T_1 دمای اولیه (پایین‌ترین سطح) و T_2 دمای انتهایی (بالا‌ترین سطح) و ΔT تغییر دما به ازای هر کیلومتر و h ارتفاع می‌باشد. چون افت دما داریم پس علامت ΔT منفی خواهد بود.
 $T_1 + (\Delta T \times h) = T_2 \Rightarrow T_2 = T_1 + ((-8) \times 12) = 15 \Rightarrow T_2 = -81^\circ C$

۳۹۱ (۲) (۱) و (ب) نادرست هستند که عبارت آن‌ها به‌صورت زیر است:

(۱) بررسی‌های دانشمندان در مورد هوای به دام افتاده در بلورهای یخ در یخچال‌های قطبی و نیز سنگ‌های آتشفشانی نشان می‌دهد که از ۲۰۰ میلیون سال پیش نسبت گازهای سازنده هواکره تقریباً ثابت مانده است. (ب) رطوبت هوا متغیر است و از جایی به جای دیگر و روزی به روز دیگر و حتی از ساعتی به ساعت دیگر تغییر می‌کند.

۳۹۲ (۲) (۱) و (ب) در مورد نیتروژن درست است.

در بین گازهای نجیب، آرگون رتبه اول و نئون رتبه دوم و هلیم رتبه سوم در گازهای سازنده هوای پاک و خشک را دارند.

۳۹۳ (۲) (۱) و (ب) در مورد نیتروژن درست است.

(ب) از نیتروژن برای نگهداری نمونه‌های بیولوژیکی در پزشکی استفاده شود. (ت) گازی که در ساختن لامپ‌های رشته‌ای به کار می‌رود، گاز آرگون است.

۳۹۴ (۲) (۱) و (ب) در مورد نیتروژن درست است.

بررسی سایر گزینه‌ها:
گزینه (۱)، در مرحله نخست هوا را از صافی‌هایی عبور می‌دهند تا گرد و غبار آن گرفته شود.

گزینه (۲)، در مرحله دوم با استفاده از فشار، دمای هوا را پیوسته کاهش می‌دهند. گزینه (۳)، به هنگام سرد کردن هوا جهت مایع شدن، در دمای -78°C کربن دی‌اکسید جامد شده و از مجموعه گازها جدا می‌شود و این گاز در هوای مایع وجود ندارد.

۳۹۵ (۲) (۱) و (ب) در مورد نیتروژن درست است.

چون اختلاف دمای جوش آن با گازهای O_2 و Ar بیشتر است.

۳۹۶ (۲) (۱) و (ب) در مورد نیتروژن درست است.

بررسی گزینه‌ها:
(۱) جداسازی آب و کربن دی‌اکسید بر اساس نقطه انجماد است. (۲) هر چه اختلاف دمای جوش اجزاء تشکیل دهنده هواکره بیشتر باشد درصد خلوص آن‌ها بیشتر خواهد بود. (۳) هر چه اجزاء گازهای موجود در ظرف تقطیر کم‌تر باشد، جداسازی آسان‌تر خواهد بود. (۴) هر چه دمای جوش گازها به هم نزدیک باشد درصد خلوص آن‌ها کم‌تر خواهد بود.

۳۹۷ (۲) (۱) و (ب) در مورد نیتروژن درست است.

دمای جوش نیتروژن -196°C ، آرگون -186°C و اکسیژن -183°C می‌باشد.

۳۹۸ (۲) (۱) و (ب) در مورد نیتروژن درست است.

در حالت (۳) دما -200°C بوده و گازی خارج نمی‌شود پس داخل ظرف گازهای اکسیژن، نیتروژن و آرگون وجود دارند و گاز هلیم وجود ندارد، چون دمای جوش آن -269°C است.

در حالت (۲) نیتروژن خارج می‌شود چون دمای جوش آن کم‌تر از -195°C است و در حالت (۱) گاز اکسیژن در ظرف به‌صورت مایع می‌ماند چون دمای جوش آن بالاتر از -185°C می‌باشد.

۳۹۸ (۲) (۱) و (ب) در مورد نیتروژن درست است.

هواکره زمین با جذب پرتوهای فزاینده خورشید، مانع از رسیدن این پرتوها به زمین می‌شود.

۳۹۹ (۲) (۱) و (ب) در مورد نیتروژن درست است.

بررسی گزینه‌های نادرست:

(ب) مخلوط گازها تا فاصله 500 کیلومتری از سطح زمین ادامه یافته است. (ب) فشار هر گاز ناشی از برخورد آن‌ها به دیواره ظرف است.

(ت) صفر کلوین پایین‌ترین دمای ممکن است. به همین دلیل در مقیاس کلوین عدد منفی وجود ندارد یعنی این نمودار نمی‌تواند تغییرات دما را برحسب کلوین با افزایش ارتفاع در لایه‌های مختلف هواکره نشان دهد.

۴۰۰ (۲) (۱) و (ب) در مورد نیتروژن درست است.

در فاصله 75 کیلومتری سطح زمین علاوه بر بخار آب، گازهایی مانند O_2 ، CO_2 و N_2 در هواکره وجود دارد در حالی‌که در ارتفاع‌های بیش‌تر از 75 کیلومتر، گازهای N_2 و O_2 و یون‌هایی مانند H^+ و O_2^+ و He^+ و اتم‌های اکسیژن (O) وجود دارند.

۴۰۱ (۲) (۱) و (ب) در مورد نیتروژن درست است.

اغلب گازهای موجود در هواکره نامرئی هستند و به طور معمول وجود آن را در پیرامون خود حس نمی‌کنیم.

۴۰۲ (۲) (۱) و (ب) در مورد نیتروژن درست است.

لایه‌های هوا به ترتیب افزایش تقریبی ارتفاع، تروپوسفر ($0-12\text{km}$)، استراتوسفر ($12-50\text{km}$)، مژوسفر ($50-75\text{km}$) و ترموسفر ($75-500\text{km}$) است.

۴۰۳ (۲) (۱) و (ب) در مورد نیتروژن درست است.

در لایه تروپوسفر، با افزایش ارتفاع به ازای هر کیلومتر، دما در حدود 6 درجه سانتی‌گراد کم می‌شود.

۴۰۴ (۲) (۱) و (ب) در مورد نیتروژن درست است.

عبارت‌های (۱) و (ت) درست هستند. عبارت (ب)، روند تغییرات دما بر حسب ارتفاع، دلیلی برای لایه بودن هواکره است. عبارت (پ)، با افزایش ارتفاع از سطح زمین، فشار هوا به کم‌تر از یک اتمسفر می‌رسد.

۴۰۵ (۲) (۱) و (ب) در مورد نیتروژن درست است.

$\theta = -\phi - 2\sqrt{\phi} = -6 - 2(2) = -10$
 $T(K) = \theta(^{\circ}\text{C}) + 273 = -10 + 273 = 263$

۴۰۶ (۲) (۱) و (ب) در مورد نیتروژن درست است.

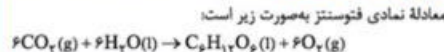
برای پرکردن بالن‌های هواشناسی، از هلیم استفاده می‌کنند.

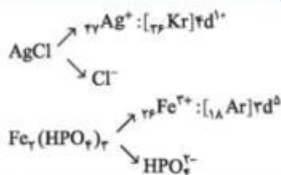
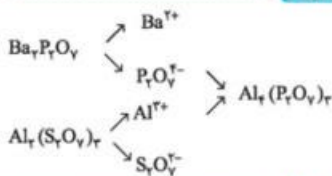
۴۰۷ (۲) (۱) و (ب) در مورد نیتروژن درست است.

فقط مورد (ت) نادرست است که عبارت درست آن به‌صورت زیر است: جانشانان زیرزمینی گاز نیتروژن، هواکره را برای مصرف گیاهان در خاک تثبیت می‌کنند.

۴۰۸ (۲) (۱) و (ب) در مورد نیتروژن درست است.

معادله نمادی فوتوسنتز به‌صورت زیر است:





از فرمول $X_7(C_7O_7)_7$ می‌توان نتیجه گرفت که عنصر X دارای یون پایداری X^{2+} است. از طرفی یون N_7^{3-} است. پس فرمول آزید عنصر X به صورت $X(N_3)_3$ خواهد بود.

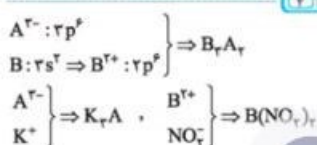
$$N \text{ درصد} = \frac{\text{تعداد} \times N \text{ جرم}}{\text{جرم مولی ترکیب}} \times 100$$

$$= \frac{9 \times 14}{56 + 126} \times 100 = 69/23$$

هرگاه کاتیون‌ها با هم، و آنیون‌ها با هم، زیروند یکسان داشته باشند، از نگاه ضریب استوکیومتری مشابه خواهند بود.



ردیف	ستون	I	II
۱		$\frac{\text{کاتیون}}{\text{انیون}} = \frac{1}{3}$ BaI_2	$\frac{\text{کاتیون}}{\text{انیون}} = \frac{1}{1}$ NH_4NO_3
۲		$\frac{\text{کاتیون}}{\text{انیون}} = \frac{2}{3}$ $\text{Al}_2(\text{CO}_3)_3$	$\frac{\text{کاتیون}}{\text{انیون}} = \frac{1}{1}$ FePO_4
۳		$\frac{\text{کاتیون}}{\text{انیون}} = \frac{1}{2}$ $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$	$\frac{\text{کاتیون}}{\text{انیون}} = \frac{1}{1}$ RbCl
۴		$\frac{\text{کاتیون}}{\text{انیون}} = \frac{2}{1}$ Na_2S	$\frac{\text{کاتیون}}{\text{انیون}} = \frac{2}{2}$ $\text{Zn}_2(\text{PO}_4)_2$



گزینه‌های نادرست به صورت زیر است:

گزینه (۱): اتببق وسیله ساده‌ای است که جابرين حيان به منظور تقطير مواد مایع در دمای معمولی و تحت فشار محیط طراحی کرد.

گزینه (۲): گاز آرگون بی‌رنگ، بی‌بو و غیرسمی است.

گزینه (۳): سالانه ۱۷۵ میلیون متر مکعب گاز هلیوم در جهان تولید می‌شود.

هلیم از واکنش‌های هسته‌ای در ژرفای زمین تولید می‌شود.

فقط قسمت (ب) نمی‌تواند جمله را تکمیل کند.

«هلیم در میدان‌های گاز گوناگون، متفاوت است.»

در ساختار همه مولکول‌های زیستی وجود دارد.

با افزایش ارتفاع از سطح زمین و کاهش تعداد ذره‌های هوا که در واحد حجم، فشار گاز اکسیژن نیز کاهش می‌یابد.

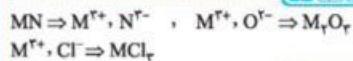
موارد (پ) و (پ) نادرست است.

(ب) علت استفاده کوهنوردان از کپسول اکسیژن این است که با افزایش ارتفاع، فشار گاز اکسیژن کاهش می‌یابد.

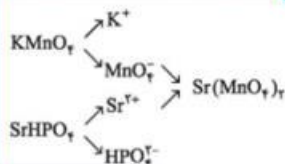
(پ) الومینیم یک نوع اکسید تولید می‌کند.



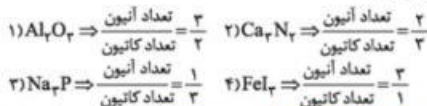
چون آلومینیم فقط به صورت Al^{3+} وجود دارد.



X^{2+} ، ۵۴ الکترون دارد پس اتم X دارای ۵۶ الکترون و ۵۶ پروتون می باشد.
گروه ۲، تناوب ششم $X: [Xe] 6s^2$
عناصر گروه دوم یون دو بار مثبت تولید می کنند، پس:



۴۲۴ (۳) (۲) (۱) بررسی گزینه‌ها:

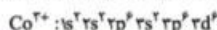


۴۲۵ (۳) (۲) (۱) بررسی گزینه‌ها:

II (کاتیون / آنیون)	I (اتم / عنصر)	ستون ردیف
$(NH_4)_2SO_4 \Rightarrow (\frac{2}{1} = 2)$	$KNO_3 \Rightarrow \frac{3}{1}$	۱
$NaMnO_4 \Rightarrow (\frac{1}{1} = 1)$	$Ca_3(PO_4)_2 \Rightarrow \frac{12}{3}$	۲
$Mg_3N_2 \Rightarrow \frac{2}{3}$	$Na_3P \Rightarrow (\frac{1}{1} = 1)$	۳
$LiClO_4 \Rightarrow (\frac{1}{1} = 1)$	$Al_2O_3 \Rightarrow \frac{3}{2}$	۴

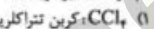
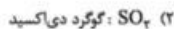
۴۲۶ (۳) (۲) (۱) بررسی گزینه‌ها:

کیالت در ترکیب $CoCl_4$ به صورت یون Co^{2+} وجود دارد و با توجه به راهنمایی سؤال، آرایش الکترونی کیالت به صورت زیر خواهد بود.

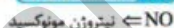


و آرایش یون Co^{2+} :

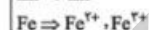
۴۲۷ (۳) (۲) (۱) بررسی گزینه‌ها:



۴۲۸ (۳) (۲) (۱) بررسی گزینه‌ها:



۴۲۹ (۳) (۲) (۱) بررسی گزینه‌ها:



گزینه (۱):

اغلب فلزهای واسطه چند یون تولید می‌کنند. ولی دقت کنید که Zn همیشه Zn^{2+} و Sc همیشه Sc^{3+} تولید می‌کند و Sc^{2+} به آرایش پایدار گاز نجیب قبل از خود می‌رسد.



گزینه (۲):



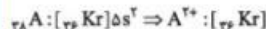
گزینه (۳):



گزینه (۴):

۴۱۹ (۳) (۲) (۱) بررسی گزینه‌ها:

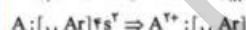
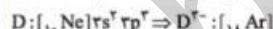
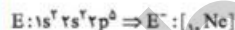
$38A$ یک فلز از گروه دوم و $35X$ یک نافلز از گروه ۱۷ است. پس یون پایدار $38A$ به صورت A^{2+} و یون پایدار $35X$ به صورت X^{-} خواهد بود.



در این صورت فرمول ترکیب آن‌ها AX_2 می‌باشد.

۴۲۰ (۳) (۲) (۱) بررسی گزینه‌ها:

بررسی گزینه‌ها: گزینه (۱): $X: [18 Ar] 3d^1 4s^2 4p^1$ می‌باشد که در لایه ظرفیت خود ۳ الکترون دارد.

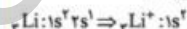


گزینه (۳):

گزینه (۴): مقدار بار یون در A ، E و D به ترتیب برابر $+2$ ، -1 و -3 است.

۴۲۱ (۳) (۲) (۱) بررسی گزینه‌ها:

لیتیم (Li) با از دست دادن الکترون و هیدروژن (H) با گرفتن الکترون به آرایش الکترونی هلیوم (He) می‌رسند.



۴۲۲ (۳) (۲) (۱) بررسی گزینه‌ها:

بررسی گزینه‌ها:

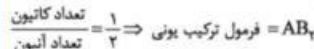
در LiF ، Li^{+} به آرایش He و F^{-} به آرایش الکترونی Ne رسیده است.

در Fe_2O_3 ، آهن فلز واسطه بوده و با از دست دادن الکترون به آرایش گاز نجیب نمی‌رسد و O^{2-} به آرایش الکترونی Ne رسیده است.

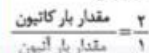
در Mg^{2+} ، Mg_3N_2 و N^{3-} هر دو به آرایش الکترونی Ne رسیده‌اند. $AlCl_3$ هم ترکیب یونی نیست دقت کنید Al در ترکیب با O ترکیب یونی می‌دهد.

۴۲۳ (۳) (۲) (۱) بررسی گزینه‌ها:

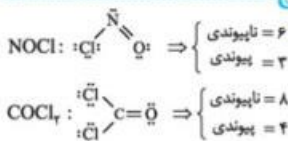
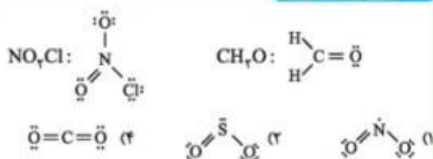
در یک ترکیب دوتایی یونی، نسبت بار کاتیون به بار آنیون، معکوس نسبت تعداد کاتیون به آنیون است.



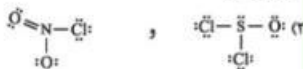
در AB_2 ، کاتیون A^{2+} با آنیون B^{-} ترکیب شده است پس:



۲۵۹



سایر گزینه‌ها:



(۱۰ جفت) $\Rightarrow$ ناپیوندی $\Leftarrow$ (۸ جفت)

(۳ جفت) $\Rightarrow$ پیوندی $\Leftarrow$ (۴ جفت)



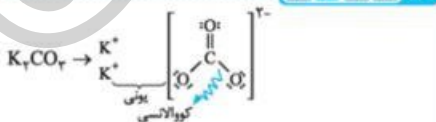
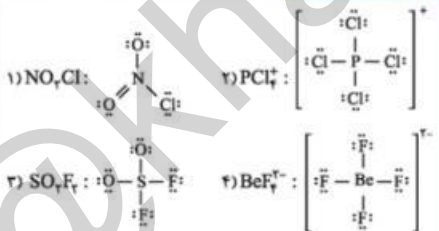
(۱۰ جفت) $\Rightarrow$ ناپیوندی $\Leftarrow$ (۱۰ جفت)

(۳ جفت) $\Rightarrow$ پیوندی $\Leftarrow$ (۳ جفت)



(۸ جفت) $\Rightarrow$ ناپیوندی $\Leftarrow$ (۸ جفت)

(۳ جفت) $\Rightarrow$ پیوندی $\Leftarrow$ (۴ جفت)



سایر گزینه‌ها:



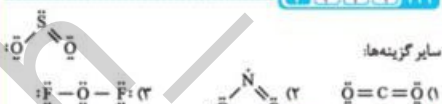
از فرمول CdCr_2O_4 می‌توان نتیجه گرفت که یون کادمیم به‌صورت

Cd^{2+} می‌باشد، از طرفی فرمول یون کلرات هم به‌صورت ClO_4^- است

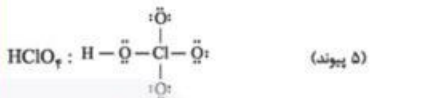
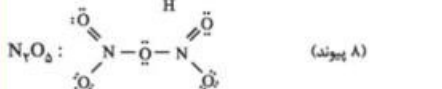
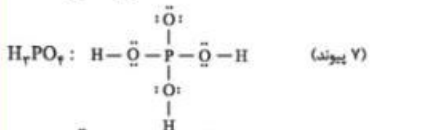
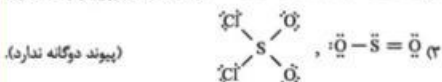
پس فرمول کادمیم کلرات به‌صورت زیر خواهد بود:

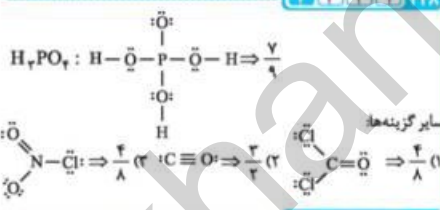
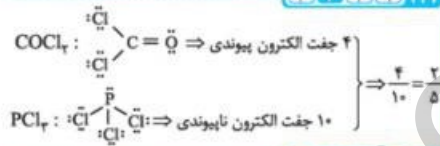
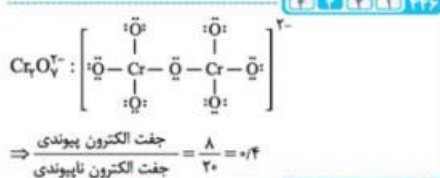
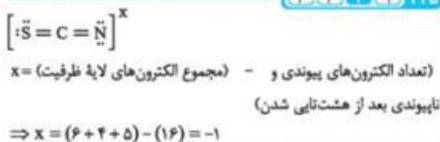
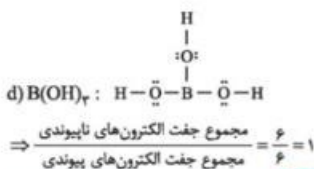
که شامل ۹ اتم است.

سایر گزینه‌ها:



سایر گزینه‌ها:

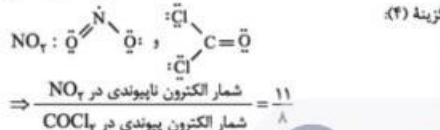
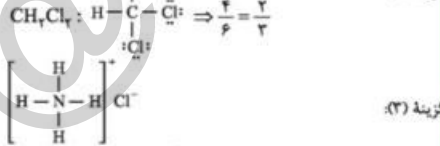




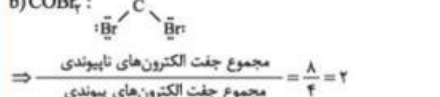
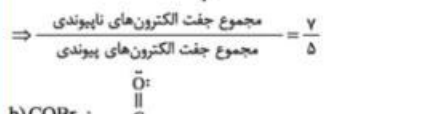
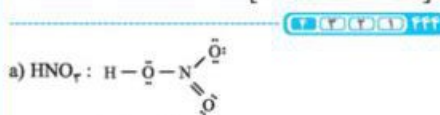
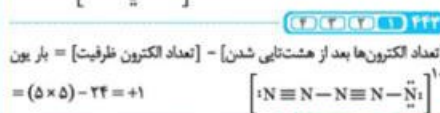
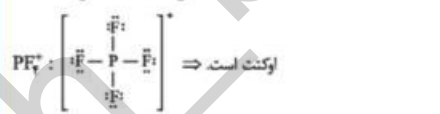
بررسی گزینه ها:

گزینه (1): در ساختار مولکول کربن مونوکسید ($C \equiv O$) مانند مولکول نیتروژن ($N \equiv N$) یک پیوند سه گانه وجود دارد.

گزینه (2):

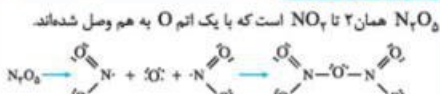


پس در اطراف اتم های O که دارای یک پیوند با M هستند، الکترون ناپیوندی وجود دارد، یعنی جفت الکترون پیوندی بین O و M به اتم M تعلق داشته و بر روی M قرار می گیرد. پس M دو جفت الکترون از این طریق کسب می کند و دو الکترون منفرد هم از پیوند دوگانه O با M بدست می آورد یعنی M .



پایه هشتاد و یکم (دوازدهم) از کتاب شیمی

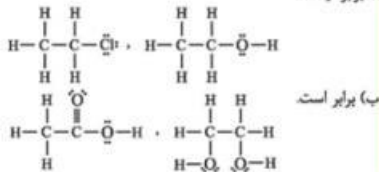
۴۵۵



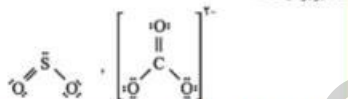
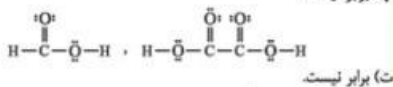
قسمت (ب) نادرست است. اکسیژن‌ها یک یا دو پیوند کووالانسی دارند.

۴۵۶

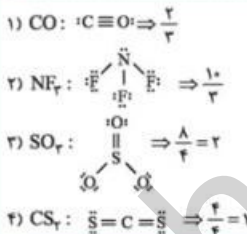
بررسی گزینه‌ها: اکسیژن، کربن و گوگرد را به هشت‌تایی می‌رسانیم. (ا) برابر نیست.



(ب) برابر نیست.



۴۵۷



۴۵۸

بررسی گزینه‌ها:

(۱) فرمول مولکولی $C_{12}H_{14}O_8$ است.

(۲) این ترکیب ۲۴ هیدروژن دارد در حالی که گلوکز $(C_6H_{12}O_6)$ ۱۲ هیدروژن دارد.

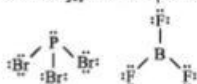
(۳) فقط یکی از اکسیژن‌ها دو پیوند ساده کووالانسی دارد.

(۴) دو اتم اکسیژن دارد و هر اتم اکسیژن برای هشت‌تایی شدن نیاز به ۲ جفت الکترون ناپیوندی دارند.

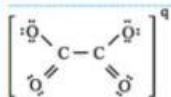
۴۵۹

بررسی گزینه‌ها:

(۱) پیرامون اتم مرکزی در مولکول BF_3 مانند PBr_3 سه پیوند ساده کووالانسی وجود دارد.



۴۵۰



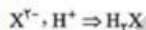
$$q = [2(4) + 2(6)] - 24 = -2$$

$$\Rightarrow \frac{\text{شمار جفت الکترون پیوندی}}{\text{شمار جفت الکترون ناپیوندی}} = \frac{7}{10}$$

۴۵۱

(تعداد الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی) - (مجموع الکترون‌های ظرفیت) = بار یون
 $\Rightarrow 0 = 2(6) + x - 18 \Rightarrow x = 6$

پس اتم X در گروه ۱۶ قرار دارد چون در لایه ظرفیت خود ۶ الکترون دارد و یون پایدار آن به صورت X^{2-} خواهد بود.



۴۵۲

(تعداد الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی) - (مجموع الکترون‌های ظرفیت) = بار یون

$XH_4^-: -1 = 2(1) + x - 8 \Rightarrow x = 5$ در گروه ۱۵ قرار دارد.

$YCl_4^+: +1 = y + 4(7) - 32 \Rightarrow y = 5$ در گروه ۱۵ قرار دارد.

$ZO_4^{2-}: -2 = z + 2(6) - 26 \Rightarrow z = 6$ در گروه ۱۶ قرار دارد.

۴۵۳

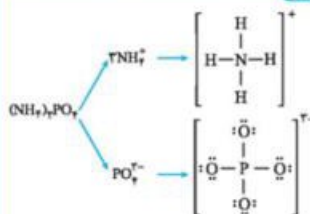
اگر اکسیژن‌ها را به هشت‌تایی برسانیم، هر اکسیژن ۴ الکترون ناپیوندی (دو جفت الکترون ناپیوندی) خواهد داشت و کربن و هیدروژن، الکترون ناپیوندی ندارند پس هر اتم اکسیژن را در ۴ ضرب می‌کنیم.

الکترون ناپیوندی $4 \times 4 = 16$

هر یک پیوند ساده از دو الکترون تشکیل شده است از طرفی ۲۴ پیوند ساده داریم

$$\frac{\text{الکترون پیوندی}}{\text{الکترون ناپیوندی}} = \frac{24}{16} = 1.5$$

۴۵۴



در هر NH_4^+ دارای چهار پیوند کووالانسی ساده است و از طرفی ۳ مول NH_4^+ داریم، پس ۳ اتم N و NH_4^+ یک اتم P در PO_4^{3-} دارای

چهار پیوند ساده کووالانسی هستند ۱۲ پیوند کووالانسی و ۳ NH_4^+ و ۴ پیوند کووالانسی در PO_4^{3-} وجود دارد که در کل ۱۶ پیوند کووالانسی خواهیم داشت.

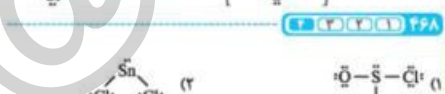
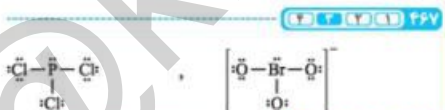
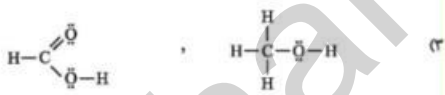
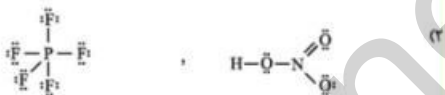
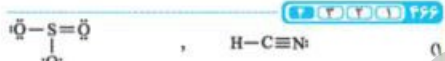


در ترکیب CuCl ، کاتیون Cu^+ و در ترکیب CuCl_2 کاتیون Cu^{2+} شرکت کرده است.
آهن (II) کلرید یک جامد یونی است.

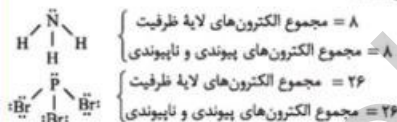
۱) SiCl_4 یک ترکیب کووالانسی (مولکولی) ولی MgBr_2 یک ترکیب یونی است (زیرا Mg فلز و Br نافلز است).

۲) در رسم ساختار لوویس پیوند دوگانه مقدم بر پیوند سه گانه می باشد.
۳) CuCl_2 جامد یونی می باشد.

۴) اتم عنصر کروم (Cr) در ترکیب های خود اغلب به صورت کاتیون Cr^{3+} یا Cr^{2+} یافت می شود بنابراین همانند مس دارای بیش از یک نوع اکسید می باشد.



۲) در PBr_3 ، اتم مرکزی یک جفت الکترون ناپیوندی دارد.
۳) مجموع الکترون های لایه ظرفیت برابر با مجموع الکترون های پیوندی و ناپیوندی است.



گزینه ۴) در لایه ظرفیت اتمهای PBr_3 مجموعاً ۱۰ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد.

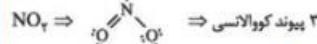
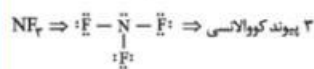
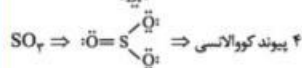
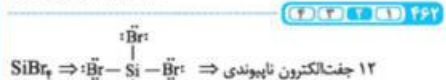
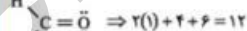
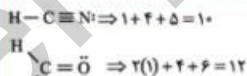
کربن دی اکسید ساختاری شبیه کربن دی سولفید دارد که با شکل (۲) منطبق است.



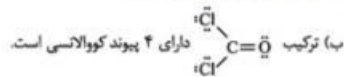
ترکیب دی نیترژن تری اکسید ساختاری متفاوت با شکل (۱) دارد.



هیدروژن سیانید (HCN) ساختاری متفاوت با شکل (۳) دارد.



۱) نام NO نیترژن مونواکسید است.



پ) NO_2 ، SO_2 و CO_2 نمونه هایی از اکسیدهای نافلز می هستند.

د) در $\text{H}-\text{C}\equiv\text{N}$ به جز اتم H بقیه به آرایش هشت تایی رسیده اند.

ث) Fe_2O_3 به صورت آهن (III) اکسید نام گذاری می شود.
بنابراین جمله های (ا)، (ت) و (ث) نادرست هستند.

اسیدها رنگ کاغذ تورنسل را قرمز می‌کنند و این کاغذ در محیط بازی آبی رنگ می‌شود.

۴۸۰

۴۸۱

بررسی گزینه‌ها:

گزینه (۱): اگر HCl در آب حل شود، یون H^+ تولید می‌کند، پس یک اسید است. $\text{HCl(g)} \rightarrow \text{HCl(aq)}$ ، گاز هیدروژن کلرید نام دارد ولی هنگامی که در آب حل می‌شود به آن هیدروکلریک اسید می‌گویند.

گزینه (۲): برای ترکیب‌های یونی نمی‌توان از کلمه مولکول استفاده کرد. NaOH یک ترکیب یونی و یک باز قوی می‌باشد که هنگام حل شدن در آب به یون‌های سازنده خود $\text{Na}^+(\text{aq})$ و $\text{OH}^-(\text{aq})$ تفکیک می‌شود. گزینه (۳): HCl به علت تولید کردن $\text{H}^+(\text{aq})$ و NaOH به علت آزاد کردن $\text{OH}^-(\text{aq})$ به آن تریت اسید و باز می‌باشند.

گزینه (۴): محلول (۱) اسیدی می‌باشد و pH آن کمتر از ۷ است ولی محلول (۲) بازی بوده و pH بیش‌تر از ۷ است.

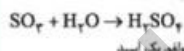
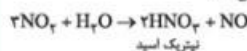
توجه: فرایندی که طی آن یک ترکیب خنثی به یون‌هایی با بار مخالف تبدیل می‌شود تفکیک یا یونش می‌گویند. مانند:



۴۸۲

بررسی گزینه‌ها:

گزینه (۱): Na_2O همانند MgO اکسید فلزی است و در اثر واکنش با آب محلول بازی ایجاد می‌کند و محدوده pH محلول‌های بازی بزرگ‌تر از ۷ است. گزینه (۲): NO_2 و SO_2 اکسیدهای نافلزی هستند و در اثر واکنش با آب، اسیدهای اکسیژن‌دار تولید می‌کنند.

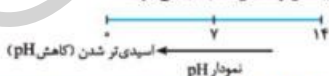


گزینه (۳): گاز گوگرد دی‌اکسید (SO_2) از منابع مختلفی تولید می‌شود. مقدار زیادی از گاز SO_2 از طریق فوران آتشفشان‌ها تولید می‌گردد. همچنین از سوختن گازوئیل و همچنین از کارخانجات هم مقدار زیادی گاز SO_2 وارد هواگره می‌شود.

گزینه (۴): محلول آمونیاک ($\text{NH}_3(\text{aq})$) خاصیت بازی دارد و pH آن بزرگ‌تر از ۷ است، در حالی که محلول قهوه اسیدی بوده و pH آن کمتر از ۷ است.

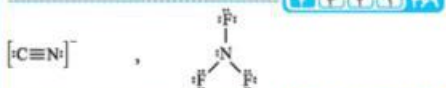
۴۸۳

اکسید نافلزات خاصیت اسیدی دارند و افزایش این اکسید نافلزات به آب سبب اسیدی شدن و کاهش pH آب می‌شود.



۴۸۴

آن چه در هواگره بالا می‌رود، سرانجام باید پایین بیاید.



سوختن، واکنشی شیمیایی است که در آن یک ماده با اکسیژن به سرعت واکنش می‌دهد و بخشی از انرژی شیمیایی آن به‌صورت گرما و نور آزاد می‌شود.

۴۷۱

۴۷۲

قسمت‌های (ا) و (ت) نادرست است. جمله درست آن‌ها به‌صورت زیر است:
(ا) کربن مونوکسید یک پیوند سگانه دارد.

(ت) رنگ زرد شعله نشان می‌دهد که اکسیژن در محیط واکنش به مقدار کافی وجود ندارد.

۴۷۳

قابلیت انتشار گاز کربن مونوکسید در محیط بسیار زیاد است.

۴۷۴

فقط مورد (پ) نادرست است که عبارت درست آن به‌صورت زیر است:
بیش‌تر مرگ و میرهای ناشی از گاز گرفتگی به دلیل رعایت نکردن اصول ایمنی هنگام استفاده از وسایل گرمایشی است.

۴۷۵

شکل‌های (ا) و (پ) فلزهای منیزیم و سدیم را در حال سوختن نشان می‌دهد ولی شرایط سوختن برای دو فلز یکسان نیست زیرا که سدیم در اکسیژن خالص می‌سوزد ولی منیزیم در هوای آزاد و با اکسیژن موجود در هوا در حال سوختن است.

توجه: در واکنش سوختن سدیم در اکسیژن خالص اگر سدیم فلزی را تا 96°C حرارت دهیم ذوب می‌گردد و سدیم را در حالت مذاب وارد اکسیژن خالص نماییم، مشتعل شده و سوختن انجام می‌گیرد یعنی نیازی به استفاده از شعله مستقیم ندارد.

در حالی که منیزیم جهت سوختن در هوا، حتماً به استفاده از شعله مستقیم نیاز دارد.

۴۷۶

موارد (ا)، (پ) و (ت) نادرست است.

(ا) اکسیژن با اغلب عناصر واکنش می‌دهد.

(پ) در واکنش سوختن، بخشی از انرژی شیمیایی به‌صورت گرما و نور آزاد می‌شود.

(ت) در سوختن زغال‌سنگ، افزون بر تولید گازهای SO_2 ، CO_2 و بخار آب، مقدار زیادی انرژی نیز آزاد می‌شود.

۴۷۷

در دمای اتاق pH اسیدها کمتر از ۷ و pH بازها بالاتر از ۷ می‌باشد.

۴۷۸

به دلیل وجود گاز CO_2 در هواگره و حل شدن آن در آب باران، اندکی خاصیت اسیدی پیدا می‌کند.



گاز SO_2 می‌باشد، که از سوختن سوخت‌های فسیلی در کارخانه‌ها نیز تولید می‌شود.

باران اسیدی که حاصل حل شدن مقدار کمی گازهای CO_2 ، SO_2 و NO_x در آب باران است، با تغییر خاصیت اسیدی آب به بافت‌های جانداران آسیب می‌زند باعث خشکی و ترک خوردن پوست می‌شود و بر دستگاه تنفس و چشم‌ها آثار زیان‌بار دارد.

pH آب باران اسیدی در حدود ۶ می‌باشد.

بررسی سایر گزینه‌ها:
گزینه (۲): تغییر شیمیایی می‌تواند با تغییر رنگ، مزه، بو یا آزادسازی گاز، تشکیل رسوب و گاهی ایجاد نور و صدا همراه باشد.
گزینه (۳): بخار شدن آب یک تغییر فیزیکی است.

گزینه (۴): هر تغییر شیمیایی می‌تواند شامل یک یا چند واکنش شیمیایی باشد.

جمله (۱) درست، ولی جمله‌های (ب)، (پ)، (ت) و (ث) نادرست هستند.

(ب) نماد Δ یعنی واکنش دهنده‌ها بر اثر گرم شدن واکنش می‌دهند.
(پ) یکی از ویژگی‌های مهم واکنش‌های شیمیایی این است که همه آن‌ها از قانون پایستگی جرم پیروی می‌کنند.

(ت) هر تغییر شیمیایی می‌تواند شامل یک یا چند واکنش شیمیایی باشد، که هر یک از آن‌ها را با یک معادله نشان می‌دهند.

(ث) هنگامی که به شکر گرما داده می‌شود، دچار تغییر شیمیایی می‌شود و رنگ آن تغییر می‌کند.

در معادله نوشتاری نام واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده‌ها بدون ذکر حالت فیزیکی و شرایط حاکم بر واکنش آورده می‌شود.

سوختن نان: قهوه‌ای شدن سیب بریده‌شده، ترش شدن شیر، زرد شدن برگ درختان، هضم غذا، اثر کردن نوشابه بر روی دندان‌ها، تنفس و روشن شدن فشفشه همه تغییرهای شیمیایی هستند و بقیه تغییر فیزیکی محسوب می‌شوند.

یک معادله نمادی از واکنش شیمیایی ترتیب مخلوط شدن مواد واکنش‌دهنده را نشان نمی‌دهد یعنی بیان نمی‌کند که اول کدام واکنش‌دهنده ریخته شده، سپس کدام ماده دیگر.

بررسی گزینه‌ها:
(۱) در معادله نمادی، برخلاف معادله نوشتاری، حالت فیزیکی را مشخص می‌کنند.

(۲) در معادله نمادی، واکنش شیمیایی موازنه بوده و از قانون پایستگی جرم پیروی می‌کند.

(۳) به‌شتر واکنش‌های شیمیایی در فشار یک اتمسفر انجام می‌گیرند.

(۴) هر سه واکنش با تغییرات گرمایی همراه هستند.

منظور از نماد Δ یعنی واکنش دهنده‌ها بر اثر گرم شدن واکنش می‌دهند.

اتحلال سدیم اکسید (Na_2O) که یک اکسید بازی است، سبب افزایش pH به بالاتر از ۷ می‌شود.

گوگرد دی‌اکسید به طور مستقیم از کارخانجات وارد هواکره شده و طی واکنش با اکسیژن به گوگرد تری‌اکسید تبدیل می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:
گزینه (۱): بخش زیادی از CO_2 هواکره در آب دریاها و اقیانوس‌ها حل می‌شود.

گزینه (۲): اگر CO_2 در آب حل شود، H_2CO_3 تولید می‌کند.

گزینه (۳): کربنیک اسید، اسکلت آهکی مرجان‌ها و کیسه‌تنان را در خود حل می‌کند.

از کلسیم اکسید یا آهک برای کنترل میزان اسیدی آب دریاچه‌ها استفاده می‌شود. زیرا ماهی‌ها در محدوده pH معینی می‌توانند زنده بمانند. در صورت افزایش مقدار خاصیت اسیدی آب دریاچه‌ها، با پاشیدن آهک (به عنوان یک باز)، اسید را خنثی کرده و pH آب را کنترل می‌کنند.

آلاینده‌هایی که از سوختن سوخت‌های فسیلی وارد هواکره می‌شوند، به طور عمده NO_x و SO_x هستند.

بررسی گزینه‌ها:
(۱) با افزودن کلسیم اکسید به خاک، مقدار و نوع مواد معدنی در دسترس گیاه تغییر می‌کند.

(۲) اکسیدهای CaO و Na_2O اکسیدهای فلزی می‌باشند و محلول آن‌ها خاصیت بازی دارد در حالی که NO_x ، SO_x و CO_x اکسیدهای نافلزی بوده و محلول آن‌ها خاصیت اسیدی دارد.

(۳) گچ خاصیت بازی دارد و بالا بردن pH خاک مانع رشد گیاه می‌شود.
(۴) بتن یا سیمان هم خاصیت بازی دارد و با افزایش pH خاک، باعث می‌شوند در آن مکان تا مدتی گیاه رشد نکند.

به‌طور کلی، اکسیدهای فلزی را اکسیدهای بازی و اکسیدهای نافلزی را اکسیدهای اسیدی می‌نامند زیرا از واکنش آن‌ها با آب به ترتیب باز (OH^-) و اسید (H^+) تولید می‌شود.

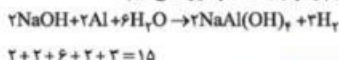
آلاینده‌هایی که از سوختن سوخت‌های فسیلی وارد هواکره می‌شوند، بالا می‌روند و سرانجام باید به زمین برگردند.
«آنچه که در هواکره بالا می‌رود، باید پایین بیاید.»

گاز SO_2 در هواکره با اکسیژن هوا ترکیب شده و به گاز SO_3 تبدیل می‌شود.

و گاز گوگرد تری‌اکسید (SO_3) با آب باران ترکیب شده و سولفوریک اسید را تولید می‌کند.

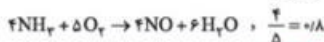
۵۱۶

از ترکیب NaAl(OH)_4 و از اتم Na شروع می‌کنیم و به ترتیب با H و O ادامه می‌دهیم و در نهایت Al را موازنه می‌کنیم:



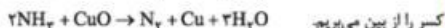
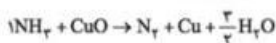
۵۱۷

از ترکیب NH_4^+ و از اتم N شروع می‌کنیم و با H ادامه می‌دهیم و در نهایت O را موازنه می‌کنیم:



۵۱۸

از ترکیب NH_4^+ و از اتم H شروع می‌کنیم:

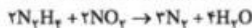


و در نهایت N و Cu را موازنه می‌کنیم.



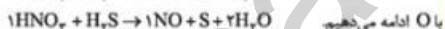
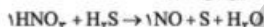
۵۱۹

از ترکیب N_2H_4 و با H شروع می‌کنیم سپس O و در نهایت N را موازنه می‌کنیم:



۵۲۰

از ترکیب HNO_3 و از اتم N شروع می‌کنیم:



۵۲۱

به ترتیب از O شروع می‌کنیم و K ، Cl ، H ، Na و I را موازنه می‌کنیم:



۵۲۲

به ترتیب H ، C و O را موازنه می‌کنیم:



به ترتیب H ، O و K را موازنه می‌کنیم:



به ترتیب H ، C و O را موازنه می‌کنیم:



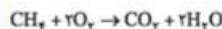
۵۰۳

در معادله نوشتاری حالت فیزیکی و شرایط حاکم بر واکنش نوشته نمی‌شود و فقط نام مواد شرکت کننده نوشته می‌شود.

۵۰۴

۵۰۵

سوختن گاز متان به صورت زیر است:



۵۰۶

۵۰۷

علامت Δ یعنی واکنش دهنده‌ها بر اثر گرم شدن واکنش می‌دهند. برای نشان دادن واکنش گرماده نماد q را در سمت فرآورده‌ها می‌نویسیم. مانند:



۵۰۸

۵۰۹

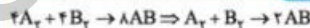
مورد (پ) نادرست است. در موازنه واکنش‌های شیمیایی زیروندها تغییر نمی‌کنند.

۵۱۰

برابر بودن تعداد اتم‌های هر عنصر در دو طرف معادله شیمیایی شرط اصلی است نه برابر بودن تعداد مولکول‌ها.

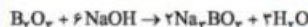
۵۱۱

۵۱۲



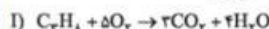
معادله شیمیایی باید کوچک‌ترین ضرایب صحیح ممکن را داشته باشد.

۵۱۳



۵۱۴

به ترتیب H ، C و O را موازنه می‌کنیم:



به ترتیب K ، Mn ، H ، O و Cl را موازنه می‌کنیم:



توجه: واکنش‌های تکراری یک بار توضیح داده می‌شوند.

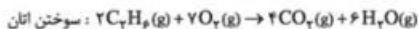
۵۱۵

با توجه به معادله شیمیایی در طرف واکنش دهنده‌ها یک اتم کربن، دو اتم اکسیژن، ۶ اتم هیدروژن و ۲ اتم نیتروژن وجود دارد در حالی که در طرف فرآورده‌ها فقط دو اتم هیدروژن و یک اتم اکسیژن وجود دارد پس برای موازنه باید در طرف فرآورده‌ها ۴ اتم دیگر H و یک اتم دیگر O و دو اتم N داشته باشیم که همان اوره می‌باشد. (CON_2H_4)



۵۳۱ (۴) (۳) (۲) (۱)

به ترتیب H ، O و C را موازنه می‌کنیم.



به ترتیب Al ، H ، Cl را موازنه می‌کنیم.



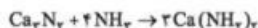
سوختن اتان: ۶۰ اتم (کافی است تعداد اتم‌های واکنش‌دهنده را بشمارید و در ۲ ضرب کنید. چون تعداد هر اتم باید در دو طرف برابر باشد)

واکنش آلومینیم با هیدروکلریک اسید: ۲۸ اتم

در سوختن اتان، هر دو فرآورده گازی است و در واکنش آلومینیم با هیدروکلریک اسید فرآورده گازی H_2 تولید می‌شود.

۵۳۲ (۴) (۳) (۲) (۱)

از $\text{Ca}(\text{NH}_4)_2$ شروع می‌کنیم و به ترتیب N ، Ca و H را موازنه می‌کنیم.



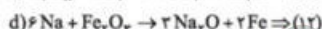
۵۳۳ (۴) (۳) (۲) (۱)

برای موازنه کافی است، ضریب NaHCO_3 را ۲ انتخاب کنیم و برای CO_2 در طرف اول ضریب ۲ بدهیم.



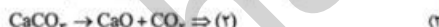
۵۳۴ (۴) (۳) (۲) (۱)

معادله‌های موازنه‌شده عبارتند از:



۵۳۵ (۴) (۳) (۲) (۱)

معادله‌های موازنه‌شده عبارتند از:



۵۳۶ (۴) (۳) (۲) (۱)

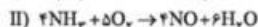
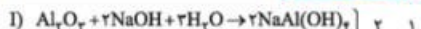


$$\Rightarrow 1+1+1=3, 6+1=7$$

۵۳۷ (۴) (۳) (۲) (۱)

در موازنه کردن، اغلب از ترکیب پیچیده شروع می‌کنیم و در آن از اتمی شروع می‌کنیم که تعداد آن بیش‌تر است (تا حد امکان H و O نباشد).

۵۳۸ (۴) (۳) (۲) (۱)



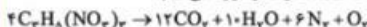
(۴) به ترتیب Fe و Na ، O را موازنه می‌کنیم.



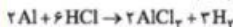
۵۳۹ (۴) (۳) (۲) (۱)

(ب) و (ث) درست موازنه نشده‌اند.

(پ) به ترتیب N ، H ، O را موازنه می‌کنیم.



به ترتیب Al ، H ، Cl را موازنه می‌کنیم.



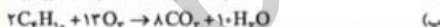
۵۴۰ (۴) (۳) (۲) (۱)

به ترتیب ابتدا H ، سپس N را موازنه می‌کنیم.



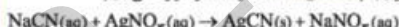
۵۴۱ (۴) (۳) (۲) (۱)

در هر سه واکنش به ترتیب H ، O و C را موازنه می‌کنیم.



۵۴۲ (۴) (۳) (۲) (۱)

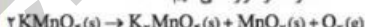
(1) به ترتیب NO_3 ، Ag ، CN و Na را موازنه می‌کنیم.



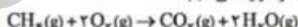
(۲) به ترتیب Ca ، PO_4 ، NO_3 و K را موازنه می‌کنیم.



(۳) به ترتیب Mn ، O و K را موازنه می‌کنیم.



(۴) به ترتیب C ، H ، O را موازنه می‌کنیم.



۵۴۳ (۴) (۳) (۲) (۱)



(۲) به ترتیب O ، Fe و Al را موازنه می‌کنیم.



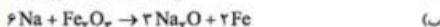
(۳) به ترتیب Cl ، O و K را موازنه می‌کنیم.



۵۴۴ (۴) (۳) (۲) (۱)



۵۴۵ (۴) (۳) (۲) (۱)

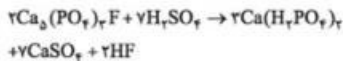


۵۴۶ (۴) (۳) (۲) (۱)

طبق قانون پایستگی جرم، مجموع جرم واکنش‌دهندها با مجموع جرم فرآوردها برابر است. پس:

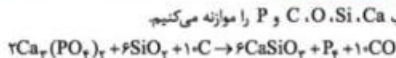
$$\frac{x}{z} + \frac{y}{z} = \frac{x+y}{z} = 1$$

و در نهایت H و F را موازنه می‌کنیم.



با توجه به ضرایب HF و $CaSO_4$ (۷+۲) با مجموع ضرایب مواد واکنش دهنده (۲+۷) برابر است.

به ترتیب P و C و O و Si و Ca را موازنه می‌کنیم.



مجموع ضرایب مواد واکنش دهنده ۱۸ و مجموع ضرایب مواد فراورده ۱۷ و اختلاف آن‌ها برابر ۱ است. در حالی که تعداد عنصرهای شرکت‌کننده در واکنش (Ca ، P ، O ، Si ، C) برابر ۵ است.

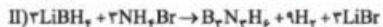
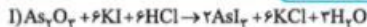
بررسی گزینه‌ها:

۱) ضریب C برابر ۱۰ و ضریب CO برابر ۱۰ است.

۲) ضریب CO برابر ۱۰ و ضریب SiO_2 برابر ۶ که اختلاف آن‌ها برابر ۴ است. تعداد اتم‌های P هم برابر ۴ است.

۳) اختلاف ضرایب P_4 و $CaSiO_3$ برابر ۵ است که با تعداد اتم‌های $CaSiO_3$ که برابر ۵ است مساوی می‌یابند.

به ترتیب As ، I ، K و O را موازنه می‌کنیم.



مجموع ضرایب مواد واکنش دهنده معادله (II) برابر ۶ و تعداد عنصرهای شرکت‌کننده در معادله (I) برابر ۶ است. (Cl ، H ، I ، K ، O ، As).

بررسی گزینه‌ها:

۱) مجموع ضرایب مواد فراورده در معادله (I) برابر ۱۱ و در معادله (II) برابر ۱۳ است و اختلاف آن‌ها ۲ = ۱۱ - ۱۳ می‌باشد.

۲) مجموع ضرایب H_2O و KCl برابر ۹ است و تعداد عنصرهای شرکت‌کننده در معادله (II) برابر ۵ است. (N ، H ، Li ، B ، Br).

۳) اختلاف ضرایب H_2O و HCl برابر سه (۳ = ۹ - ۶) است.

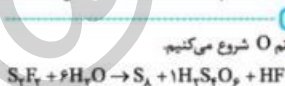
به ترتیب O ، B ، H ، K و Cl را موازنه می‌کنیم.



به ترتیب H ، S و N را موازنه می‌کنیم.



از ترکیب H_2S و O اتم شروع می‌کنیم.



با H ادامه می‌دهیم.



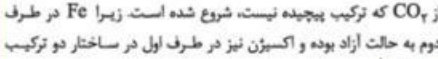
با F موازنه می‌کنیم.



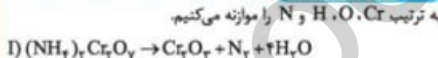
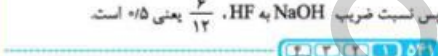
با توجه به متن درسنامه کتاب درسی، مطابق روش واریاسیون موازنه را از ترکیب پیچیده شروع می‌کنیم و در این‌جا مشاهده می‌شود که موازنه از CO_2 که ترکیب پیچیده نیست، شروع شده است. زیرا Fe در طرف دوم به حالت آزاد بوده و اکسید نیز در طرف اول در ساختار دو ترکیب وجود دارد.

پس نسبت ضریب $NaOH$ به HF ، یعنی $\frac{6}{12}$ است.

به ترتیب Cr ، H و N را موازنه می‌کنیم.



به ترتیب S ، N ، C ، O و K را موازنه می‌کنیم.

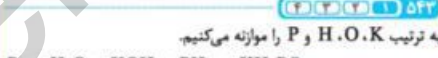
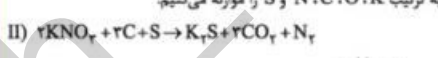


پس جواب $\frac{11}{12}$ است.

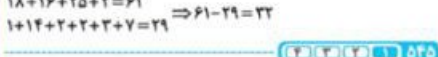
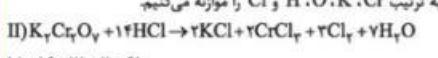
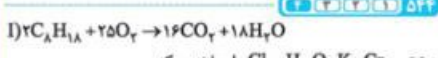
به ترتیب P و H ، O ، K و Cr را موازنه می‌کنیم.



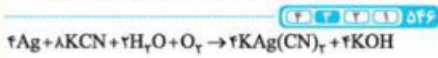
به ترتیب Cl و H ، O ، K و Cr را موازنه می‌کنیم.



به ترتیب Cl و H ، O ، K و Cr را موازنه می‌کنیم.



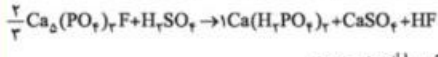
از ترکیب $Ca(H_2PO_4)_2$ و PO_4 شروع می‌کنیم.



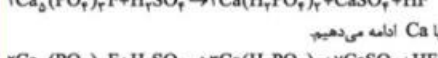
کسر را از بین می‌بریم.



با Ca ادامه می‌دهیم.



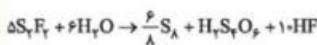
کسر را از بین می‌بریم.



با F موازنه می‌کنیم.



S را موازنه می‌کنیم.



کسر را از بین می‌بریم.

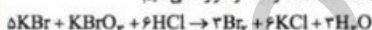


همه ضریب‌ها را به ۲ تقسیم می‌کنیم.



$$\frac{20HF}{20S_2F_2} = 2$$

به ترتیب K, Cl, H, O و Br را موازنه می‌کنیم:



اختلاف ضرایب KCl و $KBrO_3$ برابر ۵ است که با ضریب KBr برابر است.

به ترتیب H, P, O و O را موازنه می‌کنیم:



به ترتیب H, Na, O و O را موازنه می‌کنیم:



به ترتیب O, N, H, C و O را موازنه می‌کنیم:



از ترکیب $CaSiO_3$ شروع و با عناصرهای Si و Ca و F و H موازنه را تمام می‌کنیم:



هوای آلوده بوی بد دارد و چهره شهر را زشت می‌کند. این هوا باعث سوزش چشم، سردرد، تهوع و به وجود آوردن انواع بیماری‌های تنفسی مانند سرطان ریه می‌شود.

دانشمندان پیش‌بینی می‌کنند تا سال ۲۱۰۰، دمای کره زمین بین ۱/۸ تا ۴ درجه سلسیوس افزایش خواهد یافت.

در طول سده گذشته با افزایش CO_2 هواکره و با افزایش دمای کره زمین، ارتفاع برف در نیمکره شمالی کاهش یافته است که باعث بالا آمدن سطح آب‌های آزاد شده است.

عبارت‌های (پ) و (ت) درست هستند.
(آ) با افزایش CO_2 در هواکره، فصل بهار در نیمکره شمالی نسبت به ۵۰ سال گذشته حدود یک هفته زودتر آغاز می‌شود.
(ب) دانشمندان پیش‌بینی می‌کنند که دمای کره زمین تا سال ۲۱۰۰ بین ۱/۸ تا ۴ درجه سلسیوس افزایش یابد.

با افزایش مقدار CO_2 در هواکره، دمای سطح زمین افزایش می‌یابد.

با افزایش دمای کره زمین، برف‌های نیمکره شمالی ذوب شده و از مساحت برف‌ها کاسته می‌شود.

در صورت نبودن گازهای گلخانه‌ای پرتوهای بازگشتی از طرف زمین از اتمسفر خارج می‌شوند.

پرتوهای بازتابیده شده از سطح زمین انرژی کم و طول موج بلندتری دارند.

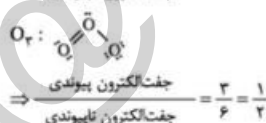
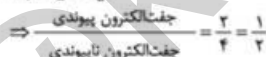
پرتوهای فرابنفش و پرتوهای نور خورشید از شیشه عبور می‌کند و توسط خاک و گیاهان جذب می‌شود و پرتوهای کم‌انرژی فروسرخ بازتابیده می‌شود. این پرتو چون انرژی کم‌تری دارد از شیشه عبور نمی‌کند و باعث گرم شدن گلخانه می‌شود.

نور خورشید هنگام گذر از هواکره با مولکول‌ها و دیگر ذره‌های آن برخورد می‌کند و تنها بخشی از آن به سطح زمین می‌رسد.

بیش‌تر انرژی خورشید که به زمین می‌رسد توسط زمین جذب و به انرژی گرمایی تبدیل می‌شود.

بررسی گزینه‌های نادرست:
(۱) بخش کوچکی از پرتوهای خورشیدی توسط هواکره جذب می‌شود.
(۲) بخش عمده‌ای از پرتوهای خورشیدی رسیده به سطح زمین توسط زمین جذب می‌شود.
(۳) گازهای گلخانه‌ای مانع از خروج کامل گرمای آزاد شده می‌شوند.

گزینه (۱):



گزینه (۲): اوزون در تروپوسفر نقش غیرمفید دارد.
گزینه (۳): تبدیل اوزون و اکسیژن به یکدیگر در استراتوسفر باعث حفظ لایه اوزون می‌شود.
گزینه (۴): O_3 در تنفس نقش ندارد.

۵۸۶

بررسی گزینه‌ها:

۱) در داخل گلخانه تغییرات دما زیاد نیست پس نمودار (۱) نمی‌تواند برای داخل گلخانه باشد.

۲) هر چه گازهای گلخانه‌ای کم باشد دمای زمین کاهش می‌یابد در حالی‌که در نمودار (۲) تغییرات دما زیاد نیست.

۳) هر چه گازهای گلخانه‌ای زیاد باشد دمای زمین بالاتر خواهد رفت.

۴) تغییرات دما در داخل گلخانه زیاد نیست ولی در خارج از گلخانه دما زیاد تغییر می‌کند.

۵۸۷

گازهای گلخانه‌ای عبارت‌اند از $\text{CH}_4(\text{g})$, $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$, $\text{CO}_2(\text{g})$

۵۸۸

شیمی سبز شاخه‌ای از شیمی است که در آن شیمی‌دان‌ها در جست‌وجوی فرایندها و فرآورده‌هایی هستند که به کمک آن‌ها بتوان کیفیت زندگی را با بهره‌گیری از منابع طبیعی افزایش داد و هم‌زمان از طبیعت محافظت کرد. پس باید تولید یا مصرف مواد شیمیایی که ردپای سنگین روی کره زمین بر جای می‌گذارند، کاهش یا متوقف شود.

۵۸۹

در سوخت سبز علاوه بر کربن و هیدروژن، اکسیژن نیز وجود دارد و به این علت در مدت زمان کوتاهی تجزیه شده و به طبیعت بازمی‌گردد.

۵۹۰

برای تبدیل CO_2 به مواد معدنی در نیروگاه‌ها و مراکز صنعتی، این گازها را با منیزیم اکسید یا کلسیم اکسید به کربنات جامد تبدیل می‌کنند.



۵۹۱

پلاستیک‌های سبز، پلیمرهایی هستند که بر پایه مواد گیاهی مانند نشاسته ساخته می‌شوند و در ساختار خود اکسیژن دارند. به این علت زیست تخریب‌پذیر بوده و در زمان کوتاه تجزیه شده و به طبیعت بازمی‌گردند.

۵۹۲

کربن دی‌اکسید را می‌توان در لایه‌ای سنگ‌های متخلخل و چاه‌های خالی و قدیمی گاز و نفت نگهداری کرد ولی ابراه کار این است که در صورت بروز زلزله این مکان‌ها بسیار آسیب‌پذیر خواهند بود.

۵۹۳

از سوختن یک گرم بنزین گازهای CO , H_2O و CO_2 تولید می‌شود. از سوختن یک گرم زغال سنگ گازهای CO , H_2O , CO_2 و SO_2 تولید می‌شود.

از سوختن یک گرم هیدروژن فقط $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ تولید می‌شود.

از سوختن یک گرم گاز طبیعی گازهای CO , H_2O و CO_2 تولید می‌شود.

۵۷۵

هر مولکول O_2 در استراتوسفر در اثر جذب انرژی پرتوهای فرابنفش به مولکول O_3 و اتم O تبدیل می‌شود و این ذره‌ها دوباره با هم ترکیب شده و O_2 را تولید می‌کنند و پرتو فروسرخ منتشر می‌شود.

۵۷۶

تابش خروجی A ، همان تابش فرابنفش است و دارای طول موج کوتاه‌تر و انرژی بیش‌تر است؛ اما تابش خروجی B تابش فروسرخ است که انرژی کم‌تر و طول موج بلندتری دارد.

۵۷۷

در استراتوسفر، پرتوهای پراورزی فرابنفش، پیوند ساده اکسیژن - اکسیژن را می‌شکنند و O_2 را به O_3 و O تبدیل می‌کنند.

۵۷۸



۵۷۹

اوزون تروپوسفری یک آلاینده است.

۵۸۰

(ب) و (ت) درست هستند.

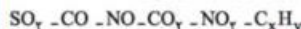
(ا) اوزون در تروپوسفر هم بافت می‌شود.

(ب) اوزون در استراتوسفر نقش مفید و محافظتی دارد؛ ولی در تروپوسفر نقش غیرمفید دارد.

۵۸۱

۵۸۲

آلاینده‌های زیر از آگروز خودروها وارد هواکره می‌شود.



۵۸۳

مهم‌ترین گاز گلخانه‌ای گاز کربن دی‌اکسید است که در نظر گرفتن این مسئله، می‌تواند به ما در انتخاب نوع وسیله مسافرتی کمک کند که CO_2 کم‌تری را در هواکره وارد کنیم. با توجه به این‌که CO_2 واردشده به هواکره جابه‌جا می‌شود پس هر رفتار ما بر زندگی همه مردمان جهان اثر می‌گذارد یکی از راهکارهای کاهش CO_2 هواکره حفظ و توسعه بیش‌تر گیاهان و کمرنده‌های سبز شهرهای بزرگ می‌باشد.

۵۸۴

مقدار کربن دی‌اکسید تولیدشده برای تولید برق در یک ماه از زغال سنگ $۹/۰۱$ کیلوگرم، نفت خام $۷/۰۱۷$ کیلوگرم، گاز طبیعی $۳۶/۰۱۳۶$ کیلوگرم، انرژی خورشیدی $۵/۰۱۵$ کیلوگرم، گرمای زمین $۳/۰۱۳$ کیلوگرم و باد $۱/۰۱۱$ کیلوگرم می‌باشد.

۵۸۵

$۱۸۰ \text{ kg CO}_2 = ۹/۰۱ \times ۲۰۰ =$ مقدار CO_2 تولیدشده در یک ماه
 $۲۱۶۰ \text{ kg CO}_2 = ۱۸۰ \text{ kg} \times ۱۲ =$ مقدار CO_2 تولیدشده در یک سال
 $\text{درخت} = \frac{۲۱۶۰ \text{ kg CO}_2}{۹۲/۷ \text{ kg CO}_2} \times \frac{۱}{\text{درخت}} = ۲۳$

۶-۱ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

گاز نیتروژن واکنش پذیری بسیار کمی دارد و به طور معمول با اکسیژن واکنش نمی دهد.

۶-۲ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

بررسی گزینه های نادرست:

(پ) گاز برخلاف جامد و مایع تراکم پذیر است.

(ت) برای توصیف یک نمونه گاز علاوه بر مقدار، باید دما و فشار آن نیز مشخص باشد.

۶-۳ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

بر اساس قانون بویل برای نمونه ای از یک گاز، فشار با حجم نسبت وارونه دارد.

۶-۴ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

بر اساس قانون شارل برای نمونه ای از یک گاز در فشار ثابت، دمای نمونه گاز برحسب کلونین با حجم آن رابطه مستقیم دارد.

۶-۵ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

چون دما ثابت است پس طبق قانون بویل با کاهش حجم، فشار زیاد می شود. پس گزینه های (۱) و (۳) رد می شود. با کاهش حجم تعداد کل مولکول و فشار افزایش می یابد.

۶-۶ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

در دمای ثابت با دو برابر شدن فشار، حجم نصف می شود و در فشار ثابت با دو برابر شدن دما، حجم دو برابر می شود. بنابراین اعمال هر دو تغییر باهم سبب عدم تغییر حجم می شود.

نکته: رابطه بین حجم، فشار و دما:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

۶-۷ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

در فشار ثابت: $K = \frac{V}{T}$ ، یعنی نسبت V (حجم) به T (دما) در فشار ثابت مقداری ثابت است.

۶-۸ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

مورد (پ) نادرست است. فرآیندهای تهیه سولفوریک اسید و نیتریک اسید شامل چندین واکنش گازی متوالی است.

۶-۹ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

دقیقه ۱۴۴۰ = دقیقه ۶۰ × ساعت ۲۴ = تعداد دقیقه
 هوا ۸۶۴۰ L = هوا ۵/۵ L × بار تنفس ۱۲ دقیقه ۱ × دقیقه ۱۲۴۰ × هوا ۱۲۴۰ L?
 اکسیژن ۱۸۱۴/۴۰ L = اکسیژن ۲۱ L × هوا ۸۶۴۰ L × اکسیژن ۱۰۰ L?
 اکسیژن ۸۱ mol = اکسیژن ۱ mol × اکسیژن ۱۸۱۴/۴۰ L × اکسیژن ۲۲/۴ L mol?

۵۹۴ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

هیدروژن فراوان ترین عنصر در جهان است که به صورت ترکیب های گوناگون یافت می شود و از سوختن یک گرم از آن ۱۴۳ کیلو ژول گرما آزاد شده و فقط بخار آب تولید می شود.

۵۹۵ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

بررسی گزینه ها:

(۱) توسعه پایدار یعنی در نظر گرفتن ملاحظات اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی

(۲) در تولید پلاستیک های زیست تخریب پذیر، توسعه پایدار در نظر گرفته می شود.

(۳) تولید گاز هیدروژن با وجود این که بسیار هزینه بر است، ولی چون باعث توسعه پایدار می شود، برخی کشورها برای تولید آن هزینه می کنند.

(۴) تولید چنین موتوری هزینه بالایی دارد اما باعث توسعه پایدار می شود.

۵۹۶ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

در اثر برخورد پروتو پرتوزی فراینش به مولکول های اوزون، مولکول O_3 به O_2 و O شکسته می شود و انرژی پروتو خطرناک فراینش مصرف می شود و در ادامه مولکول O_3 با اتم O آزاد شده، ترکیب می شود و مجدداً مولکول O_3 را تولید می کند که این فرایند با آزاد شدن پرتو کم خطر فروسرخ همراه است.

۵۹۷ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

بررسی گزینه ها:

(۱) اوزون به علت نوع ساختار خود فعالیت شیمیایی بیشتری نسبت به اکسیژن دارد.

(۲) دمای جوش اوزون $112^\circ C$ و دمای جوش اکسیژن $183^\circ C$ می باشد.

(۳) اوزون تروپوسفری آلاینده است.

(۴) مقدار اوزون در هوا که ناچیز است.

۵۹۸ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

اوزون تروپوسفری نقش آلاینده و اوزون استراتوسفری نقش پالاینده دارد.

۵۹۹ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

گاز NO_2 از واکنش گازهای نیتروژن و اکسیژن درون موتور خودرو در دمای بالا به وجود می آید و به رنگ قهوه ای روشن است.

۶۰۰ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

بررسی گزینه ها:

(۱) وجود اتم اکسیژن در هوا که باعث ترکیب شدن آن با اکسیژن و تشکیل اوزون می شود. فرو سرخ $O_3 \rightarrow O_2 + O$

(۲) واکنش تبدیل اوزون به اکسیژن یک واکنش برگشت پذیر است مانند واکنش هایی که در باتری های قابل شارژ صورت می گیرد.

(۳) پرتوهای فروسرخ در استراتوسفر هنگام تشکیل اوزون آزاد می شود.

(۴) گاز N_2 به طور معمول با اکسیژن واکنش نمی دهد، اما هنگام رعد و برق این دو گاز در هوا ترکیب شده و به اکسیدهای نیتروژن تبدیل می شوند.

$$\text{اتم } \text{CH}_4 = 4 \text{AgCH}_3 \times \frac{1 \text{mol CH}_4}{16 \text{g CH}_4} \times \frac{\Delta \text{mol CH}_4}{\text{mol CH}_4} = 1.5 \text{mol}$$

مول اتمهای برابر دارند در نتیجه شمار اتمها نیز برابر خواهد بود.

بررسی گزینه‌ها:

۱

$$1.5 \text{mol CH}_3\text{COOH} \times \frac{1 \text{mol CH}_3\text{COOH}}{60 \text{g CH}_3\text{COOH}} = 0.025 \text{mol}$$

$$\times \frac{60 \times 10^{-23}}{1 \text{mol CH}_3\text{COOH}} = 1.5 \times 10^{-23}$$

(۲) نادرست چون مول برابر ندارند.

$$1 \text{mol H}_2 = 1 \text{g H}_2 \times \frac{1 \text{mol H}_2}{2 \text{g H}_2} = 0.5 \text{mol H}_2$$

$$1 \text{mol O}_2 = 1 \text{g O}_2 \times \frac{1 \text{mol O}_2}{32 \text{g O}_2} = 0.03125 \text{mol O}_2$$

(۳) به ازای تجزیه هر یک مول SO_2Cl_2 ، دو مول گاز تولید می‌شود. پس:

$$1 \text{L} \times \frac{1 \text{mol SO}_2\text{Cl}_2}{136 \text{g SO}_2\text{Cl}_2} \times \frac{2 \text{mol گاز}}{1 \text{mol SO}_2\text{Cl}_2} = 0.0147 \text{mol گاز}$$

$$= 1.47 \text{L گاز}$$

(۴) نادرست، در شرایط STP، دما صفر درجه سانتیگراد و فشار ۱ atm است.

به‌طور خلاصه می‌توان نوشت: (aA → bB)

$$gA \times \frac{1 \text{mol A}}{\text{جرم مولی A}} \times \frac{b \text{mol B}}{a \text{mol A}} \times \frac{\text{جرم مولی B}}{1 \text{mol B}}$$

در جرم برابر از دو ماده‌ای که جرم مولی برابر دارند، تعداد مول‌های یکسانی وجود دارد و اگر فرمول مولکولی دو ماده با هم مشابه باشد، تعداد اتمهای آن‌ها با هم برابر خواهد شد. این دو شرط در مولکول‌های CO و N_2 برقرار است که هر دو جرم مولی $28 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ دارند و دوانمی هستند.



$$? \text{g AgCl} = 17 \text{g AgNO}_3 \times \frac{1 \text{mol AgNO}_3}{170 \text{g AgNO}_3} \times \frac{1 \text{mol AgCl}}{1 \text{mol AgNO}_3}$$

$$\times \frac{143.5 \text{g AgCl}}{1 \text{mol AgCl}} = 14.35 \text{g AgCl}$$



$$? \text{kg} = 66 \text{kg CO}_2 \times \frac{1000 \text{g}}{1 \text{kg}} \times \frac{1 \text{mol CO}_2}{44 \text{g CO}_2} \times \frac{1 \text{mol}}{6 \text{mol CO}_2}$$

$$\times \frac{180 \text{g}}{1 \text{mol}} \times \frac{1 \text{kg}}{1000 \text{g}} = 45 \text{kg}$$

$$T_1 = 25 + 273 = 298 \text{K}, V_1 = 4.5 \text{L}$$

$$T_2 = -10 + 273 = 263 \text{K}, V_2 = ?$$

$$\Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{4.5}{298} = \frac{V_2}{263} \Rightarrow V_2 = 3.9 \text{L}$$

$$T_1 = 15 + 273 = 288 \text{K}, V_1 = 3 \text{L}$$

$$T_2 = 28 + 273 = 301 \text{K}, V_2 = ? \text{L}$$

$$\Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{3}{288} = \frac{V_2}{301} \Rightarrow V_2 = 3.1 \text{L}$$

$$P \cdot V = 30 \text{L} \cdot \text{atm}$$

مطابق قانون بویل:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow 30 = P_2 \times 40 \Rightarrow P_2 = 0.75 \text{atm}$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{300}{30} = 10 \text{ برابر}$$

$$P \times V = 25$$

با توجه به قانون بویل:

$$P \times 5 = 25 \Rightarrow P = 5 \text{ atm}$$

$$1 \times V = 25 \Rightarrow V = 25 \text{ L}$$

اگر فشار ۱ atm شود:

بررسی گزینه‌ها:

(۱) با افزایش دمای یک گاز در فشار ثابت، جنبش مولکول‌های آن افزایش یافته و حجم گاز افزایش می‌یابد.

(۲ و ۳) با افزایش تعداد مولکول‌ها (مول‌ها) در فشار ثابت حجم اشغال‌شده توسط مولکول‌ها افزایش و حجم گاز افزایش می‌یابد.

(۴) برای یافتن رابطه بین حجم و مقدار یک نمونه گاز باید دما و فشار ثابت باشد.

قرار دادن پاکت‌های پر شده از هوای گرم، درون نیترژن مایع سبب می‌شود که حجم آن‌ها به شدت کاهش یابد. چون حجم و دما رابطه مستقیم دارند و نیترژن مایع دمایی پایین (-196°C) دارد و باعث کاهش حجم هوای داخل پاکت‌ها می‌شود.

گزینه (۲) نادرست است. زیرا:

$$? \text{g N}_2 = 0.3 \text{mol N}_2 \times \frac{28 \text{g N}_2}{1 \text{mol N}_2} = 8.4 \text{g N}_2$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱) یک مول از هر ماده دارای 6.02×10^{23} ذره می‌باشد.

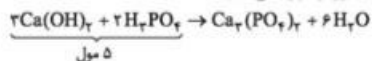
گزینه (۳) همان شرایط STP برای گازها می‌باشد.

گزینه (۴) ابتدا تعداد مول‌های اتم‌های هر ترکیب را حساب می‌کنیم.

$$\text{H}_2\text{O} = 1 \text{mol H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{mol H}_2\text{O}}{18 \text{g H}_2\text{O}} \times \frac{2 \text{mol}}{1 \text{mol H}_2\text{O}}$$

$$= 1.5 \text{mol اتم}$$

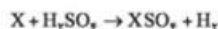
برای موازنه از کلسیم فسفات شروع می‌کنیم و به ترتیب کلسیم، فسفر، هیدروژن و اکسیژن را موازنه می‌کنیم.



$$\begin{aligned} \text{r g H}_3\text{PO}_4 &= 0.05 \text{ mol Ca}_r(\text{PO}_4)_r \\ &\times \frac{\text{r mol H}_3\text{PO}_4}{1 \text{ mol Ca}_r(\text{PO}_4)_r} \times \frac{98 \text{ g H}_3\text{PO}_4}{1 \text{ mol H}_3\text{PO}_4} = 9.8 \text{ g H}_3\text{PO}_4 \end{aligned}$$

۶۲۸

فلزهای گروه ۱۲ با آرایش کلی $(n-1)d^{10}ns^2$ دارای یون‌های مثبت دوظرفیتی هستند (X^{2+}). پس واکنش کلی آن‌ها با محلول سولفوریک اسید به‌صورت زیر خواهد بود.



ابتدا جرم مولی XSO_4 را به‌دست می‌آوریم.

$$\begin{aligned} \text{XSO}_4 &= m + 32 + 4(16) = m + 96 \\ \text{? g XSO}_4 &= 0.05 \text{ mol X} \times \frac{1 \text{ mol XSO}_4}{1 \text{ mol X}} \times \frac{(m+96) \text{ g XSO}_4}{1 \text{ mol XSO}_4} \\ &= 0.472 \text{ g XSO}_4 \Rightarrow \frac{m+96}{96} = 0.472 \Rightarrow m = 112.4 \text{ g} \end{aligned}$$

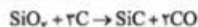
عدد جرم مولی به تقریب با عدد جرم اتمی برابر است.

۶۲۹



$$\begin{aligned} \text{? L O}_2 &= 0.05 \text{ mol KNO}_3 \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol KNO}_3} \times \frac{22.4 \text{ L O}_2}{1 \text{ mol O}_2} \\ &= 0.56 \text{ L O}_2 \end{aligned}$$

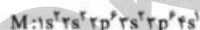
۶۳۰



$$\begin{aligned} \text{? L CO} &= 1 \text{ kg SiC} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{1 \text{ mol SiC}}{40 \text{ g SiC}} \times \frac{\text{r mol CO}}{1 \text{ mol SiC}} \times \frac{22.4 \text{ L}}{1 \text{ mol CO}} \\ &= 1120 \text{ L} \end{aligned}$$

۶۳۱

اگر در لایه چهارم خود یک الکترون داشته باشد، پس:



عدد اتمی آن برابر ۱۹ خواهد بود که در گروه اول قرار داشته و یون M^+ تولید می‌کند.

$$A = Z + n$$

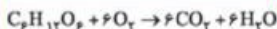
$$A = 19 + 20 = 39$$



جرم مولی M_rSO_4 برابر ۱۷۴ خواهد بود:

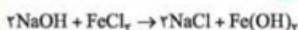
$$\begin{aligned} \text{? g M}_r\text{SO}_4 &= 7/8 \text{ g M} \times \frac{1 \text{ mol M}}{39 \text{ g M}} \\ &\times \frac{1 \text{ mol M}_r\text{SO}_4}{1 \text{ mol M}} \times \frac{174 \text{ g M}_r\text{SO}_4}{1 \text{ mol M}_r\text{SO}_4} = 17.4 \text{ g M}_r\text{SO}_4 \end{aligned}$$

۶۲۷



$$\begin{aligned} \text{? g O}_2 &= 90 \text{ g C}_8\text{H}_{12}\text{O}_8 \times \frac{1 \text{ mol C}_8\text{H}_{12}\text{O}_8}{180 \text{ g C}_8\text{H}_{12}\text{O}_8} \\ &\times \frac{6 \text{ mol O}_2}{1 \text{ mol C}_8\text{H}_{12}\text{O}_8} \times \frac{32 \text{ g O}_2}{1 \text{ mol O}_2} = 96 \text{ g O}_2 \end{aligned}$$

۶۲۸



$$\begin{aligned} \text{? g NaOH} &= 117 \text{ mg NaCl} \times \frac{1 \text{ g NaCl}}{1000 \text{ mg NaCl}} \times \frac{1 \text{ mol NaCl}}{58.5 \text{ g NaCl}} \\ &\times \frac{\text{r mol NaOH}}{1 \text{ mol NaCl}} \times \frac{40 \text{ g NaOH}}{1 \text{ mol NaOH}} = 8 \times 10^{-3} \text{ g NaOH} \end{aligned}$$

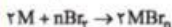
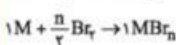
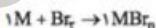
۶۲۹



$$\begin{aligned} \text{? g BaSO}_4 &= 10.41 \text{ g BaCl}_2 \times \frac{1 \text{ mol BaCl}_2}{208.2 \text{ g BaCl}_2} \\ &\times \frac{1 \text{ mol BaSO}_4}{1 \text{ mol BaCl}_2} \times \frac{233.4 \text{ g BaSO}_4}{1 \text{ mol BaSO}_4} = 11.6 \text{ g BaSO}_4 \end{aligned}$$

۶۲۵

ابتدا معادله نمادی واکنش M را با برم (Br_2) می‌نویسیم:



سیس موازنه می‌کنیم:

M را موازنه می‌کنیم:

و در نهایت Br را موازنه می‌کنیم:

کسر را از بین می‌بریم:

از مول فلز M، گرم Br_2 را پیدا می‌کنیم.

$$0.01 \text{ mol M} \times \frac{n \text{ mol Br}_2}{1 \text{ mol M}} \times \frac{160 \text{ g Br}_2}{1 \text{ mol Br}_2} = 2.4 \text{ g Br}_2$$

$$\Rightarrow 0.01n = 2.4 \Rightarrow n = 3$$

پس فلز M سه‌ظرفیتی است و فرمول سولفید آن M_2S_3 خواهد بود.

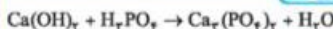
۶۲۶

$$\text{? g H}_2\text{O} = 0.009 \text{ mg H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ g H}_2\text{O}}{1000 \text{ mg H}_2\text{O}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18 \text{ g H}_2\text{O}}$$

$$\times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ مولکول آب}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = 3.01 \times 10^n$$

$$\Rightarrow \frac{10^{23}}{10^8} = 10^n \Rightarrow n = 15$$

۶۲۷



۶۳۵ (۴) (۳) (۲) (۱)

$$\frac{m}{V} \Rightarrow 175 = \frac{m}{1768} \Rightarrow m = 96 \text{ g O}_2$$

$$? \text{ g KClO}_3 = 96 \text{ g O}_2 \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{32 \text{ g O}_2} \times \frac{2 \text{ mol KClO}_3}{2 \text{ mol O}_2}$$

$$\times \frac{122.5 \text{ g KClO}_3}{1 \text{ mol KClO}_3} = 225 \text{ g KClO}_3$$

۶۳۶ (۴) (۳) (۲) (۱)

بررسی عبارتهای نادرست:

ب) گاز نیتروژن از نظر شیمیایی واکنشپذیری کمی دارد و در حضور چرخه و کاتالیزگر با هیدروژن ترکیب نمیشود.
ت) آمونیاک از جمله کودهای نیتروژن دار است که به طور مستقیم به خاک تزریق نمیشود.

۶۳۷ (۴) (۳) (۲) (۱)

بررسی گزینهها:

۱) در تایر (۱)، ۷۸٪ نیتروژن، ۲۱٪ اکسیژن و مابقی آب است.

۲) در تایر (۲)، نسبت اکسیژن به نیتروژن $\frac{1}{19}$ است.

۳) در تایر (۱)، از واکنش اکسیژن و هیدروژن هوا، آب تشکیل میشود و باعث میشود سیمهای داخلی تایر زنگ بزنند.

۴) در تایر (۲)، بین اکسیژن و نیتروژن هیچ واکنشی صورت نمیگیرد.

۶۳۸ (۴) (۳) (۲) (۱)

بزرگترین چالش هابر یافتن شرایط بهینه از نظر دما و فشار مناسب بود.

۶۳۹ (۴) (۳) (۲) (۱)

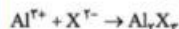
فرایند هابر در دما و فشار مناسب با حضور کاتالیزگر ورقه آهنی انجام شده و همه واکنشدهندها به فرآورده تبدیل نمیشود، چون فرایند برگشتپذیر است.

۶۴۰ (۴) (۳) (۲) (۱)

هابر با سرد کردن مخلوط واکنش و مانع کردن NH_3 ، واکنش را به مقدار زیادی به سمت تولید هر چه بیش تر آمونیاک پیش برد و با جمع آوری هیدروژن و نیتروژن باقی مانده و بازگرداندن آنها به محفظه واکنش، دوباره در فرایند تولید آمونیاک استفاده کرد و از به هدر رفتن واکنشدهندها جلوگیری نمود.

۶۳۲ (۴) (۳) (۲) (۱)

عنصرهای گروه ۱۶، با آرایش لایه ظرفیت $ns^2 np^4$ یون پایدار X^{2-} تولید می کنند. پس با Al^{3+} ترکیب زیر حاصل میشود.



$$\text{Al/Z} = \frac{2 \times 27}{2 \times 27 + 3X} \times 100 = 36 \Rightarrow X = 32$$

عدد جرمی عنصر X برابر ۳۲ است.

۳۵ مقدار عددی جرم مولی با جرم اتمی یک عنصر برابر است با توجه به برابر بودن تعداد پروتون ها و نوترون ها خواهیم داشت:

$$A = Z + n \Rightarrow 32 = 12 \Rightarrow Z = 16$$

۶۳۳ (۴) (۳) (۲) (۱)

در گزینه ها جایگذاری میکنیم:



$$96 \text{ mol Al}^{3+} \times \frac{1 \text{ mol AlF}_3}{1 \text{ mol Al}^{3+}} \times \frac{84 \text{ g AlF}_3}{1 \text{ mol AlF}_3} = 8064 \text{ g AlF}_3$$



$$96 \text{ mol Mg}^{2+} \times \frac{1 \text{ mol MgF}_2}{1 \text{ mol Mg}^{2+}} \times \frac{62 \text{ g MgF}_2}{1 \text{ mol MgF}_2} = 3792 \text{ g MgF}_2$$



$$96 \text{ mol Ca}^{2+} \times \frac{1 \text{ mol CaF}_2}{1 \text{ mol Ca}^{2+}} \times \frac{78 \text{ g CaF}_2}{1 \text{ mol CaF}_2} = 4608 \text{ g CaF}_2$$



$$96 \text{ mol Ga}^{3+} \times \frac{1 \text{ mol GaF}_3}{1 \text{ mol Ga}^{3+}} \times \frac{127 \text{ g GaF}_3}{1 \text{ mol GaF}_3} = 7632 \text{ g GaF}_3$$

۶۴۱ (۴) (۳) (۲) (۱)

$$? \text{ mL H}_2 = 224 \text{ mol M} \times \frac{n \text{ mol H}_2}{2 \text{ mol M}} \times \frac{22.4 \text{ L H}_2}{1 \text{ mol H}_2}$$

$$\times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 5376 \text{ mL H}_2 \Rightarrow 2688 \text{ n} = 5376 \Rightarrow n = 2 \Rightarrow \text{MCl}_2$$



آب، آهنگ زندگی

فصل ۳

۲۷۲

قسمت اول: آب، آهنگ زندگی

آب و آبشکره

۶۴۱. هنگامی که از فضا به زمین نگاه می‌کنیم، عموماً آن را کره‌ای به رنگ می‌بینیم زیرا
 (۱) آبی - حدود ۷۵٪ سطح کره زمین را آب پوشانده است،
 (۲) خاکی - حدود $\frac{2}{3}$ سطح کره زمین را آب پوشانده است،
 (۳) آبی - حدود $\frac{2}{3}$ سطح کره زمین را آب پوشانده است،
 (۴) خاکی - حدود ۷۵٪ سطح زمین را آب پوشانده است.

۶۴۲. کدام یک از منابع آب شیرین قابل استفاده برای انسان و دیگر موجودات زنده نیست؟

- (۱) آب زیرزمینی (۲) دریاچه‌ها (۳) رودخانه‌ها (۴) یخ‌های قطبی

۶۴۳. همه عبارت‌های زیر درست بیان شده‌اند، به‌جز

- (۱) آب تنها ماده‌ای است که در طبیعت به هر سه حالت جامد، مایع و گاز یافت می‌شود.
 (۲) ایران جزو مناطق خشک جهان به شمار می‌رود.
 (۳) منابع آب شیرین در سراسر جهان یکنواخت پراکنده شده‌اند.
 (۴) کشور ایران با داشتن حدود ۱٪ جمعیت دنیا، تنها ۲۶٪ درصد از منابع آب شیرین جهان را در اختیار دارد.

۶۴۴. چند مورد از مطالب زیر صحیح می‌باشد؟

- (آ) فقط کاتیون عنصرهای گروه اول در آب دریا وجود دارند.
 (ب) تهیه آب شیرین و آشامیدنی از چالش‌های اساسی در سطح جهان است.
 (پ) بیش‌تر آب‌های سطح زمین شور هستند و نمی‌توان از آن‌ها در کشاورزی، مصارف خانگی و صنعتی استفاده کرد.
 (ت) زمین در فضا به رنگ آبی دیده می‌شود، زیرا حدود $\frac{2}{3}$ سطح زمین را آب پوشانده است.

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۶۴۵. چه تعداد از عبارت‌های داده شده صحیح نمی‌باشد؟

- (آ) آب باران و برف را در هر شرایطی می‌توان آب مقطر نامید و ۹۷٪ آب‌ها در اقیانوس‌ها قرار دارند.
 (ب) آب‌های موجود در زمین خالص نیستند و میزان متفاوتی از مواد گوناگون در آن‌ها حل شده‌اند.
 (پ) فرایند تقطیر طبیعی آب، یک فرایند فیزیکی است که آب‌های خالص ابتدا به‌صورت بخار درآمده و سپس با کاهش دما در ابرها، به صورت باران یا برف به زمین باز می‌گردند.
 (ت) در دسترس بودن آب آشامیدنی سالم نشانگر میزان توسعه‌یافتگی هر کشور به شمار می‌رود.

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۶۴۶. چند مورد از مطالب زیر نادرست است؟

- (آ) بیش‌ترین کاتیون‌های فلزی و آنیون‌های نافلزی موجود در آب دریا به ترتیب مربوط به Na^+ و Cl^- می‌باشند.
 (ب) پویا بودن زمین به معنای برهم‌کنش‌های شیمیایی بین بخش‌های گوناگون آن است.
 (پ) کره زمین همانند یک سامانه بزرگ است و شامل چهار بخش هواکره، سنگ‌کره، آب‌کره و زیست‌کره می‌باشد.
 (ت) ۶۶ درصد از جمعیت جهان تا سال ۲۰۲۵ با کمبود آب مواجه می‌شوند. قاره آسیا با دارا بودن بیش از ۵۰ درصد جمعیت جهان، ۶۰٪ آن از کم‌آبی رنج می‌برند.

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴



۶۴۷. کدام گزینه صحیح است؟

- (۱) در آب دریا تفاوت مقدار یون Cl^- با یون Ca^{2+} کمتر از تفاوت مقدار یون Na^+ با Ca^{2+} است.
- (۲) در مقایسه مقدار یون‌ها در آب، بیش‌ترین و کم‌ترین یون به ترتیب فلزی و نافلزی است.
- (۳) جرم زمین حدود 6×10^{21} تن بوده در حالی‌که جرم آب روی سطح زمین در حدود $\frac{1}{4000}$ برابر جرم زمین است.
- (۴) از مجموع آب‌های موجود در کره زمین، ۹۷٪ در اقیانوس‌ها، ۲/۱۵٪ در کوه‌های یخ و حدود ۰/۶۵٪ شامل آب‌های زیرزمینی، آب رودخانه‌ها، نهرها و ... است.

۶۴۸. کدام عبارت صحیح نمی‌باشد؟

- (۱) آب اقیانوس‌ها و دریاها مخلوطی همگن است که اغلب مزه‌ای شور دارد.
- (۲) جرم کل آب شیرین روی زمین $1/5 \times 10^{18}$ تن تخمین زده می‌شود.
- (۳) زیست‌کره شامل جانداران روی کره زمین است که در واکنش‌های آن‌ها، درشت‌مولکول‌ها نقش اساسی دارند.
- (۴) فعالیت‌های آتشفشانی سبب می‌شود گازهای گوناگون و مواد شیمیایی جامد به‌صورت گرد و غبار وارد هوا شوند.

۶۴۹. چند مورد از عبارت‌های زیر در مورد شکل روبه‌رو درست است؟



- (ا) در بخش D مولکول‌های درشت در واکنش‌ها نقش اساسی دارند.
- (ب) بخش C شامل مواد جامد، سنگ و نمک‌ها است.
- (پ) بخش C شامل مولکول‌های کوچک آب و یون‌ها می‌باشد.
- (ت) سالانه حجم عظیمی از آب دریاها به‌صورت بخار وارد بخش A می‌شود.

- | | |
|-------|-------|
| ۱ (۱) | ۲ (۲) |
| ۳ (۳) | ۴ (۴) |

۶۵۰. کدام گزینه با اطلاعات علمی شعا، مطابقت ندارد؟

- (۱) یون فلوئورید اضافه‌شده به آب، سبب حفظ سلامت دندان‌ها می‌شود.
- (۲) آب باران در هوای پاک تقریباً خالص است زیرا الکوبازی از فرآیند تقطیر اتفاق افتاده است.
- (۳) مجموع مقدار یون Na^+ و Cl^- برحسب میلی‌گرم در یک کیلوگرم آب دریا از مقدار بقیه یون‌های موجود در آب بیش‌تر است.
- (۴) مجموع مقدار دو یون سولفات و منیزیم از مجموع مقدار یون‌های کلسیم، پتاسیم، کربنات و برمید کمتر است.

۶۵۱. کشور ایران با داشتن حدود درصد از جمعیت جهان، تنها حدود درصد از منابع آب جهان را در اختیار دارد.

- | | | | |
|------------------|---------------|----------------|----------------|
| ۱ (۱) ۰/۵ - ۰/۲۶ | ۲ (۲) ۰/۵ - ۱ | ۳ (۳) ۱ - ۰/۲۶ | ۴ (۴) ۰/۲۶ - ۱ |
|------------------|---------------|----------------|----------------|

همراهان تولیدای آب - شناسایی یون‌ها در آب

۶۵۲. با توجه به شکل روبه‌رو، چه تعداد از عبارت‌های زیر صحیح است؟

- (ا) ماده نامحلول تشکیل‌شده دارای مجموع شمار کاتیون و آنیون برابر است.
- (ب) مجموع ضرایب واکنش‌دهنده‌ها از فرآورده‌ها بیش‌تر است.
- (پ) ماده نامحلول تشکیل‌شده سفیدرنگ است.
- (ت) در هر دو فرآورده محلول و نامحلول واکنش، هم پیوند یونی و هم پیوند کووالانسی وجود دارد.



- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ۱ (۱) | ۲ (۲) | ۳ (۳) | ۴ (۴) |
|-------|-------|-------|-------|

۶۵۳. با توجه به شکل روبه‌رو، کدام گزینه نادرست می‌باشد؟

- (۱) در واکنش شیمیایی انجام‌شده، مجموع مول‌های مواد در دو طرف واکنش برابر است.
- (۲) این واکنش برای شناسایی یون کلرید (Cl^-) با یون نقره (Ag^+) است.
- (۳) رسوب نقره کلرید سفیدرنگ است.
- (۴) با توجه به رسوب کردن یک ماده از مجموعه مواد محلول در آب، تعداد آنها در سمت راست واکنش (فرآورده‌ها) کمتر از سمت چپ واکنش (واکنش‌دهنده‌ها) است.



۶۵۴. محلول سدیم فسفات را به آرامی به درون یک بشر حاوی محلول کلسیم کلرید اضافه می‌کنیم. طی این واکنش، یون‌های و با یکدیگر تشکیل رسوب می‌دهند که رنگ آن است.

(۲) کلسیم - فسفات - $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ - سفید

(۱) سدیم - کلر - NaCl - سفید

(۴) کلسیم - فسفات - $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ - قرمز آجری

(۳) سدیم - کلر - $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ - سفید

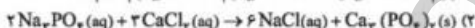
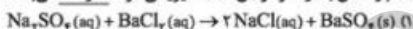


با توجه به واکنش روبه‌رو، کدام ترکیب رسوب کرده و رسوب آن چه رنگی است؟

(۳) NaNO_3 - سفید رنگ

(۲) AgCl - قرمز رنگ

۶۵۶. کدام واکنش با در نظر گرفتن حالت فیزیکی مواد نادرست می‌باشد؟



۶۵۷. از محلول کدام نمک می‌توان برای شناسایی یون کلسیم در آب آشامیدنی استفاده کرد؟

(۱) کلسیم کلرید

(۲) پتاسیم کلرات

(۳) سدیم فسفات

۶۵۸. با توجه به شکل‌های مقابل، چند مورد از مطالب زیر دربارهٔ آن‌ها درست است؟

(آ) A و B واکنش می‌دهند و C و D تشکیل می‌شوند.

(ب) C یکی از فراورده‌های واکنش B و D و محلول در آب است.

(پ) C و D با هم واکنش می‌دهند و مجموع ضرایب در معادله موازنه شده برابر ۵ است.

(ت) واکنش C با D از نوع جابه‌جایی دوگانه است و B یکی از فراورده‌های محلول در آب است.

(۱) ۱

(۲) ۲

(۳) ۳

(۴) ۴

۶۵۹. از محلول سدیم سولفات برای شناسایی کدام یون زیر در محلول نمک آن می‌توان استفاده کرد؟

(۱) K^+

(۲) NH_4^+

(۳) Ba^{2+}

(۴) Rb^+

۶۶۰. با توجه به شکل مقابل، چند جمله از عبارات‌های داده شده نادرست هستند؟

(آ) داخل لولهٔ آزمایش A محلول سدیم نیترات است.

(ب) داخل لولهٔ آزمایش C محلول پتاسیم کلرید است.

(پ) داخل لولهٔ آزمایش B' محلول پتاسیم نیترات است.

(ت) در داخل لولهٔ آزمایش A محلول سدیم کلرید و در داخل لولهٔ آزمایش B' پتاسیم سولفات می‌باشد.

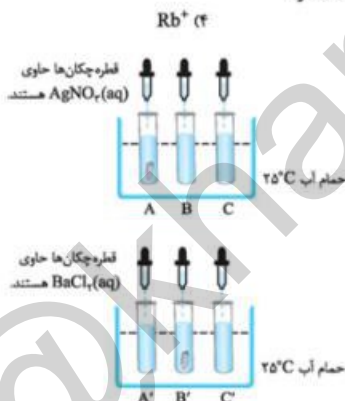
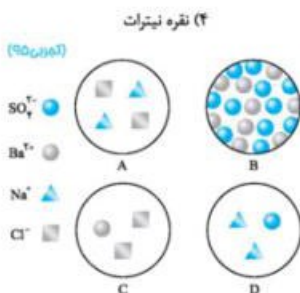
(ث) در داخل لولهٔ آزمایش A همانند لولهٔ آزمایش B پتاسیم کلرید است.

(۱) ۱

(۲) ۲

(۳) ۳

(۴) ۴



همراهان ناپیدای آب - یون‌های تک‌اتمی و چنداتمی

۶۶۱. یون چنداتمی و در آمونیم کربنات، بار الکتریکی کربنات می‌باشد.

(۱) یونی است که از چند اتم یکسان یا متفاوت تشکیل شده باشد - (۲-) (۲) یونی است که اتم‌هایش با پیوند یونی به یکدیگر متصل باشند - (۲-)

(۳) یونی است که از دو یا چند اتم یکسان یا متفاوت تشکیل شده باشد - (۱+) (۴) یونی است که همواره از بیش از یک نوع اتم تشکیل شده باشد - (۱+)

۶۶۲. فرمول شیمیایی کدام ترکیب نادرست است؟

(۲) سدیم فسفات: Na_3PO_4

(۱) آهن (III) سولفات: $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$

(۴) آمونیم هیدروژن سولفید: $(\text{NH}_4)_2\text{HS}$

(۳) آلومینیم سیانید: $\text{Al}(\text{CN})_3$

۶۶۳. چه تعداد از جملات زیر درست است؟

- (آ) یون‌های نیترید، نیترات و نیتریت یون‌های چنداتی هستند.
 (ب) پیوند شیمیایی بین ذره‌های آنیونی و کاتیونی که از نافلزات تشکیل شده‌اند، فقط از نوع کووالانسی است.
 (پ) ترکیب آمونیوم سولفات و آلومینیم نیترات به ترتیب ترکیب یونی ۴ تایی و سه تایی هستند.
 (ت) آمونیوم سولفات یک ترکیب یونی است که به عنوان کود شیمیایی استفاده می‌شود و دو عنصر نیتروژن و گوگرد را در اختیار گیاه قرار می‌دهد.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

ردیف	ستون	I	II
۱	پتاسیم سولفات	آهن (II) یدید	
۲	روی فلئورید	کلسیم برومید	
۳	آلومینیم اکسید	آهن (III) نیترات	
۴	سدیم نیتریت	آمونیوم سولفات	

۶۶۴. نسبت شمار کاتیون‌ها به آنیون‌ها در ترکیب ردیف از ستون I به نسبت شمار آنیون‌ها به شمار کاتیون‌ها در ترکیب ردیف از ستون II جدول رویه‌رو برابر است.

(تولید شده از کشور ۸۹)

۱ - ۱ (۱)

۲ - ۲ (۲)

۳ - ۳ (۳)

۴ - ۴ (۴)

۶۶۵. با توجه به جدول رویه‌رو کدام گزینه نادرست می‌باشد؟

- (۱) در ردیف دوم، نسبت تعداد کاتیون به آنیون در لیتیم اکسید برابر با پتاسیم دی‌کرومات در ردیف اول است.
 (۲) فرمول شیمیایی ترکیب‌های ردیف سوم، $\text{Ca}(\text{CN})_2$ و AlCl_3 است.
 (۳) نسبت تعداد عنصر به اتم در سدیم هیدروکسید با لیتیم اکسید برابر است.
 (۴) نسبت تعداد کاتیون در لیتیم اکسید به تعداد کاتیون در پتاسیم دی‌کرومات برابر است.

۶۶۶. با توجه به یون‌های نیترات، هیدروکسید، فسفات، لیتیم و آمونیوم چه تعداد از جمله‌های زیر درست است؟

- (آ) نسبت تعداد کاتیون به آنیون در ترکیب آمونیوم نیترات و لیتیم هیدروکسید برابر است.
 (ب) مدل فضاپرکن یون فسفات و آمونیوم مشابه هم است.
 (پ) در میان یون‌های داده‌شده، فقط اندازه بار الکتریکی یک یون متفاوت با بقیه است.
 (ت) در اثر انحلال یک مول ترکیب لیتیم فسفات در آب، تعداد ۴ مول یون در آب تولید می‌شود.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۶۶۷. شکل‌های زیر تعداد و بار یون‌های حاصل از انحلال دو ترکیب یونی را نشان می‌دهد. شکل (آ) و (ب) به ترتیب از راست به چپ مربوط به



(ا)

(ب)

(۴) پتاسیم کلریت: K_2ClO_3

(۳) کلسیم سولفات: CaSO_4

(۲) سدیم سولفیت: Na_2SO_3

(۱) باریم سولفات: BaSO_4

۶۶۸. فرمول شیمیایی کدام ترکیب نادرست می‌باشد؟

۶۶۹. فرمول کدام ترکیب، نادرست است؟

(۱) آلومینیم فسفات: AlPO_4

(۲) کرومات (II): PbCrO_4

۶۷۰. فرمول کدام ترکیب نادرست است؟

(۱) استرانسیم نیترید: Sr_2N_2

(۲) سدیم سیلیکات: Na_4SiO_4

۶۷۱. در کدام مورد، نام یا فرمول هر دو ترکیب نادرست است؟

(۱) CaCN_2 : کلسیم سیانید - COCl_2 : کربنات (II) کلرید

(۲) Li_2O_2 : لیتیم پراکسید - FeS_2 : آهن (II) سولفید

۶۷۲. کدام ترکیب یونی زیر سه تایی است؟

(۲) $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$

(۳) KHSO_4

(۲) AlN

(۱) H_2SO_4

(۲) NaS : سدیم سولفید - Cr_2O_7 : کروم (III) اکسید

(۴) SnO_2 : قلع (II) اکسید - CaCO_3 : کلسیم کربنات

(۲) منیزیم هیپوکلریت: $\text{Mg}(\text{ClO})_2$

(۴) مس (II) پرمنگنات: CuMnO_4

(۲) باریم پرمنگنات: $\text{Ba}(\text{MnO}_4)_2$

(۴) آمونیوم دی‌کرومات: $\text{NH}_4\text{Cr}_2\text{O}_7$

(المنیاد ۹۶، ۹۷، ۹۸، ۹۹، ۱۰۰، ۱۰۱، ۱۰۲، ۱۰۳، ۱۰۴، ۱۰۵، ۱۰۶، ۱۰۷، ۱۰۸، ۱۰۹، ۱۱۰، ۱۱۱، ۱۱۲، ۱۱۳، ۱۱۴، ۱۱۵، ۱۱۶، ۱۱۷، ۱۱۸، ۱۱۹، ۱۲۰، ۱۲۱، ۱۲۲، ۱۲۳، ۱۲۴، ۱۲۵، ۱۲۶، ۱۲۷، ۱۲۸، ۱۲۹، ۱۳۰، ۱۳۱، ۱۳۲، ۱۳۳، ۱۳۴، ۱۳۵، ۱۳۶، ۱۳۷، ۱۳۸، ۱۳۹، ۱۴۰، ۱۴۱، ۱۴۲، ۱۴۳، ۱۴۴، ۱۴۵، ۱۴۶، ۱۴۷، ۱۴۸، ۱۴۹، ۱۵۰، ۱۵۱، ۱۵۲، ۱۵۳، ۱۵۴، ۱۵۵، ۱۵۶، ۱۵۷، ۱۵۸، ۱۵۹، ۱۶۰، ۱۶۱، ۱۶۲، ۱۶۳، ۱۶۴، ۱۶۵، ۱۶۶، ۱۶۷، ۱۶۸، ۱۶۹، ۱۷۰، ۱۷۱، ۱۷۲، ۱۷۳، ۱۷۴، ۱۷۵، ۱۷۶، ۱۷۷، ۱۷۸، ۱۷۹، ۱۸۰، ۱۸۱، ۱۸۲، ۱۸۳، ۱۸۴، ۱۸۵، ۱۸۶، ۱۸۷، ۱۸۸، ۱۸۹، ۱۹۰، ۱۹۱، ۱۹۲، ۱۹۳، ۱۹۴، ۱۹۵، ۱۹۶، ۱۹۷، ۱۹۸، ۱۹۹، ۲۰۰، ۲۰۱، ۲۰۲، ۲۰۳، ۲۰۴، ۲۰۵، ۲۰۶، ۲۰۷، ۲۰۸، ۲۰۹، ۲۱۰، ۲۱۱، ۲۱۲، ۲۱۳، ۲۱۴، ۲۱۵، ۲۱۶، ۲۱۷، ۲۱۸، ۲۱۹، ۲۲۰، ۲۲۱، ۲۲۲، ۲۲۳، ۲۲۴، ۲۲۵، ۲۲۶، ۲۲۷، ۲۲۸، ۲۲۹، ۲۳۰، ۲۳۱، ۲۳۲، ۲۳۳، ۲۳۴، ۲۳۵، ۲۳۶، ۲۳۷، ۲۳۸، ۲۳۹، ۲۴۰، ۲۴۱، ۲۴۲، ۲۴۳، ۲۴۴، ۲۴۵، ۲۴۶، ۲۴۷، ۲۴۸، ۲۴۹، ۲۵۰، ۲۵۱، ۲۵۲، ۲۵۳، ۲۵۴، ۲۵۵، ۲۵۶، ۲۵۷، ۲۵۸، ۲۵۹، ۲۶۰، ۲۶۱، ۲۶۲، ۲۶۳، ۲۶۴، ۲۶۵، ۲۶۶، ۲۶۷، ۲۶۸، ۲۶۹، ۲۷۰، ۲۷۱، ۲۷۲، ۲۷۳، ۲۷۴، ۲۷۵، ۲۷۶، ۲۷۷، ۲۷۸، ۲۷۹، ۲۸۰، ۲۸۱، ۲۸۲، ۲۸۳، ۲۸۴، ۲۸۵، ۲۸۶، ۲۸۷، ۲۸۸، ۲۸۹، ۲۹۰، ۲۹۱، ۲۹۲، ۲۹۳، ۲۹۴، ۲۹۵، ۲۹۶، ۲۹۷، ۲۹۸، ۲۹۹، ۳۰۰، ۳۰۱، ۳۰۲، ۳۰۳، ۳۰۴، ۳۰۵، ۳۰۶، ۳۰۷، ۳۰۸، ۳۰۹، ۳۱۰، ۳۱۱، ۳۱۲، ۳۱۳، ۳۱۴، ۳۱۵، ۳۱۶، ۳۱۷، ۳۱۸، ۳۱۹، ۳۲۰، ۳۲۱، ۳۲۲، ۳۲۳، ۳۲۴، ۳۲۵، ۳۲۶، ۳۲۷، ۳۲۸، ۳۲۹، ۳۳۰، ۳۳۱، ۳۳۲، ۳۳۳، ۳۳۴، ۳۳۵، ۳۳۶، ۳۳۷، ۳۳۸، ۳۳۹، ۳۴۰، ۳۴۱، ۳۴۲، ۳۴۳، ۳۴۴، ۳۴۵، ۳۴۶، ۳۴۷، ۳۴۸، ۳۴۹، ۳۵۰، ۳۵۱، ۳۵۲، ۳۵۳، ۳۵۴، ۳۵۵، ۳۵۶، ۳۵۷، ۳۵۸، ۳۵۹، ۳۶۰، ۳۶۱، ۳۶۲، ۳۶۳، ۳۶۴، ۳۶۵، ۳۶۶، ۳۶۷، ۳۶۸، ۳۶۹، ۳۷۰، ۳۷۱، ۳۷۲، ۳۷۳، ۳۷۴، ۳۷۵، ۳۷۶، ۳۷۷، ۳۷۸، ۳۷۹، ۳۸۰، ۳۸۱، ۳۸۲، ۳۸۳، ۳۸۴، ۳۸۵، ۳۸۶، ۳۸۷، ۳۸۸، ۳۸۹، ۳۹۰، ۳۹۱، ۳۹۲، ۳۹۳، ۳۹۴، ۳۹۵، ۳۹۶، ۳۹۷، ۳۹۸، ۳۹۹، ۴۰۰، ۴۰۱، ۴۰۲، ۴۰۳، ۴۰۴، ۴۰۵، ۴۰۶، ۴۰۷، ۴۰۸، ۴۰۹، ۴۱۰، ۴۱۱، ۴۱۲، ۴۱۳، ۴۱۴، ۴۱۵، ۴۱۶، ۴۱۷، ۴۱۸، ۴۱۹، ۴۲۰، ۴۲۱، ۴۲۲، ۴۲۳، ۴۲۴، ۴۲۵، ۴۲۶، ۴۲۷، ۴۲۸، ۴۲۹، ۴۳۰، ۴۳۱، ۴۳۲، ۴۳۳، ۴۳۴، ۴۳۵، ۴۳۶، ۴۳۷، ۴۳۸، ۴۳۹، ۴۴۰، ۴۴۱، ۴۴۲، ۴۴۳، ۴۴۴، ۴۴۵، ۴۴۶، ۴۴۷، ۴۴۸، ۴۴۹، ۴۵۰، ۴۵۱، ۴۵۲، ۴۵۳، ۴۵۴، ۴۵۵، ۴۵۶، ۴۵۷، ۴۵۸، ۴۵۹، ۴۶۰، ۴۶۱، ۴۶۲، ۴۶۳، ۴۶۴، ۴۶۵، ۴۶۶، ۴۶۷، ۴۶۸، ۴۶۹، ۴۷۰، ۴۷۱، ۴۷۲، ۴۷۳، ۴۷۴، ۴۷۵، ۴۷۶، ۴۷۷، ۴۷۸، ۴۷۹، ۴۸۰، ۴۸۱، ۴۸۲، ۴۸۳، ۴۸۴، ۴۸۵، ۴۸۶، ۴۸۷، ۴۸۸، ۴۸۹، ۴۹۰، ۴۹۱، ۴۹۲، ۴۹۳، ۴۹۴، ۴۹۵، ۴۹۶، ۴۹۷، ۴۹۸، ۴۹۹، ۵۰۰، ۵۰۱، ۵۰۲، ۵۰۳، ۵۰۴، ۵۰۵، ۵۰۶، ۵۰۷، ۵۰۸، ۵۰۹، ۵۱۰، ۵۱۱، ۵۱۲، ۵۱۳، ۵۱۴، ۵۱۵، ۵۱۶، ۵۱۷، ۵۱۸، ۵۱۹، ۵۲۰، ۵۲۱، ۵۲۲، ۵۲۳، ۵۲۴، ۵۲۵، ۵۲۶، ۵۲۷، ۵۲۸، ۵۲۹، ۵۳۰، ۵۳۱، ۵۳۲، ۵۳۳، ۵۳۴، ۵۳۵، ۵۳۶، ۵۳۷، ۵۳۸، ۵۳۹، ۵۴۰، ۵۴۱، ۵۴۲، ۵۴۳، ۵۴۴، ۵۴۵، ۵۴۶، ۵۴۷، ۵۴۸، ۵۴۹، ۵۵۰، ۵۵۱، ۵۵۲، ۵۵۳، ۵۵۴، ۵۵۵، ۵۵۶، ۵۵۷، ۵۵۸، ۵۵۹، ۵۶۰، ۵۶۱، ۵۶۲، ۵۶۳، ۵۶۴، ۵۶۵، ۵۶۶، ۵۶۷، ۵۶۸، ۵۶۹، ۵۷۰، ۵۷۱، ۵۷۲، ۵۷۳، ۵۷۴، ۵۷۵، ۵۷۶، ۵۷۷، ۵۷۸، ۵۷۹، ۵۸۰، ۵۸۱، ۵۸۲، ۵۸۳، ۵۸۴، ۵۸۵، ۵۸۶، ۵۸۷، ۵۸۸، ۵۸۹، ۵۹۰، ۵۹۱، ۵۹۲، ۵۹۳، ۵۹۴، ۵۹۵، ۵۹۶، ۵۹۷، ۵۹۸، ۵۹۹، ۶۰۰، ۶۰۱، ۶۰۲، ۶۰۳، ۶۰۴، ۶۰۵، ۶۰۶، ۶۰۷، ۶۰۸، ۶۰۹، ۶۱۰، ۶۱۱، ۶۱۲، ۶۱۳، ۶۱۴، ۶۱۵، ۶۱۶، ۶۱۷، ۶۱۸، ۶۱۹، ۶۲۰، ۶۲۱، ۶۲۲، ۶۲۳، ۶۲۴، ۶۲۵، ۶۲۶، ۶۲۷، ۶۲۸، ۶۲۹، ۶۳۰، ۶۳۱، ۶۳۲، ۶۳۳، ۶۳۴، ۶۳۵، ۶۳۶، ۶۳۷، ۶۳۸، ۶۳۹، ۶۴۰، ۶۴۱، ۶۴۲، ۶۴۳، ۶۴۴، ۶۴۵، ۶۴۶، ۶۴۷، ۶۴۸، ۶۴۹، ۶۵۰، ۶۵۱، ۶۵۲، ۶۵۳، ۶۵۴، ۶۵۵، ۶۵۶، ۶۵۷، ۶۵۸، ۶۵۹، ۶۶۰، ۶۶۱، ۶۶۲، ۶۶۳، ۶۶۴، ۶۶۵، ۶۶۶، ۶۶۷، ۶۶۸، ۶۶۹، ۶۷۰، ۶۷۱، ۶۷۲، ۶۷۳، ۶۷۴، ۶۷۵، ۶۷۶، ۶۷۷، ۶۷۸، ۶۷۹، ۶۸۰، ۶۸۱، ۶۸۲، ۶۸۳، ۶۸۴، ۶۸۵، ۶۸۶، ۶۸۷، ۶۸۸، ۶۸۹، ۶۹۰، ۶۹۱، ۶۹۲، ۶۹۳، ۶۹۴، ۶۹۵، ۶۹۶، ۶۹۷، ۶۹۸، ۶۹۹، ۷۰۰، ۷۰۱، ۷۰۲، ۷۰۳، ۷۰۴، ۷۰۵، ۷۰۶، ۷۰۷، ۷۰۸، ۷۰۹، ۷۱۰، ۷۱۱، ۷۱۲، ۷۱۳، ۷۱۴، ۷۱۵، ۷۱۶، ۷۱۷، ۷۱۸، ۷۱۹، ۷۲۰، ۷۲۱، ۷۲۲، ۷۲۳، ۷۲۴، ۷۲۵، ۷۲۶، ۷۲۷، ۷۲۸، ۷۲۹، ۷۳۰، ۷۳۱، ۷۳۲، ۷۳۳، ۷۳۴، ۷۳۵، ۷۳۶، ۷۳۷، ۷۳۸، ۷۳۹، ۷۴۰، ۷۴۱، ۷۴۲، ۷۴۳، ۷۴۴، ۷۴۵، ۷۴۶، ۷۴۷، ۷۴۸، ۷۴۹، ۷۵۰، ۷۵۱، ۷۵۲، ۷۵۳، ۷۵۴، ۷۵۵، ۷۵۶، ۷۵۷، ۷۵۸، ۷۵۹، ۷۶۰، ۷۶۱، ۷۶۲، ۷۶۳، ۷۶۴، ۷۶۵، ۷۶۶، ۷۶۷، ۷۶۸، ۷۶۹، ۷۷۰، ۷۷۱، ۷۷۲، ۷۷۳، ۷۷۴، ۷۷۵، ۷۷۶، ۷۷۷، ۷۷۸، ۷۷۹، ۷۸۰، ۷۸۱، ۷۸۲، ۷۸۳، ۷۸۴، ۷۸۵، ۷۸۶، ۷۸۷، ۷۸۸، ۷۸۹، ۷۹۰، ۷۹۱، ۷۹۲، ۷۹۳، ۷۹۴، ۷۹۵، ۷۹۶، ۷۹۷، ۷۹۸، ۷۹۹، ۸۰۰، ۸۰۱، ۸۰۲، ۸۰۳، ۸۰۴، ۸۰۵، ۸۰۶، ۸۰۷، ۸۰۸، ۸۰۹، ۸۱۰، ۸۱۱، ۸۱۲، ۸۱۳، ۸۱۴، ۸۱۵، ۸۱۶، ۸۱۷، ۸۱۸، ۸۱۹، ۸۲۰، ۸۲۱، ۸۲۲، ۸۲۳، ۸۲۴، ۸۲۵، ۸۲۶، ۸۲۷، ۸۲۸، ۸۲۹، ۸۳۰، ۸۳۱، ۸۳۲، ۸۳۳، ۸۳۴، ۸۳۵، ۸۳۶، ۸۳۷، ۸۳۸، ۸۳۹، ۸۴۰، ۸۴۱، ۸۴۲، ۸۴۳، ۸۴۴، ۸۴۵، ۸۴۶، ۸۴۷، ۸۴۸، ۸۴۹، ۸۵۰، ۸۵۱، ۸۵۲، ۸۵۳، ۸۵۴، ۸۵۵، ۸۵۶، ۸۵۷، ۸۵۸، ۸۵۹، ۸۶۰، ۸۶۱، ۸۶۲، ۸۶۳، ۸۶۴، ۸۶۵، ۸۶۶، ۸۶۷، ۸۶۸، ۸۶۹، ۸۷۰، ۸۷۱، ۸۷۲، ۸۷۳، ۸۷۴، ۸۷۵، ۸۷۶، ۸۷۷، ۸۷۸، ۸۷۹، ۸۸۰، ۸۸۱، ۸۸۲، ۸۸۳، ۸۸۴، ۸۸۵، ۸۸۶، ۸۸۷، ۸۸۸، ۸۸۹، ۸۹۰، ۸۹۱، ۸۹۲، ۸۹۳، ۸۹۴، ۸۹۵، ۸۹۶، ۸۹۷، ۸۹۸، ۸۹۹، ۹۰۰، ۹۰۱، ۹۰۲، ۹۰۳، ۹۰۴، ۹۰۵، ۹۰۶، ۹۰۷، ۹۰۸، ۹۰۹، ۹۱۰، ۹۱۱، ۹۱۲، ۹۱۳، ۹۱۴، ۹۱۵، ۹۱۶، ۹۱۷، ۹۱۸، ۹۱۹، ۹۲۰، ۹۲۱، ۹۲۲، ۹۲۳، ۹۲۴، ۹۲۵، ۹۲۶، ۹۲۷، ۹۲۸، ۹۲۹، ۹۳۰، ۹۳۱، ۹۳۲، ۹۳۳، ۹۳۴، ۹۳۵، ۹۳۶، ۹۳۷، ۹۳۸، ۹۳۹، ۹۴۰، ۹۴۱، ۹۴۲، ۹۴۳، ۹۴۴، ۹۴۵، ۹۴۶، ۹۴۷، ۹۴۸، ۹۴۹، ۹۵۰، ۹۵۱، ۹۵۲، ۹۵۳، ۹۵۴، ۹۵۵، ۹۵۶، ۹۵۷، ۹۵۸، ۹۵۹، ۹۶۰، ۹۶۱، ۹۶۲، ۹۶۳، ۹۶۴، ۹۶۵، ۹۶۶، ۹۶۷، ۹۶۸، ۹۶۹، ۹۷۰، ۹۷۱، ۹۷۲، ۹۷۳، ۹۷۴، ۹۷۵، ۹۷۶، ۹۷۷، ۹۷۸، ۹۷۹، ۹۸۰، ۹۸۱، ۹۸۲، ۹۸۳، ۹۸۴، ۹۸۵، ۹۸۶، ۹۸۷، ۹۸۸، ۹۸۹، ۹۹۰، ۹۹۱، ۹۹۲، ۹۹۳، ۹۹۴، ۹۹۵، ۹۹۶، ۹۹۷، ۹۹۸، ۹۹۹، ۱۰۰۰، ۱۰۰۱، ۱۰۰۲، ۱۰۰۳، ۱۰۰۴، ۱۰۰۵، ۱۰۰۶، ۱۰۰۷، ۱۰۰۸، ۱۰۰۹، ۱۰۱۰، ۱۰۱۱، ۱۰۱۲، ۱۰۱۳، ۱۰۱۴، ۱۰۱۵، ۱۰۱۶، ۱۰۱۷، ۱۰۱۸، ۱۰۱۹، ۱۰۲۰، ۱۰۲۱، ۱۰۲۲، ۱۰۲۳، ۱۰۲۴، ۱۰۲۵، ۱۰۲۶، ۱۰۲۷، ۱۰۲۸، ۱۰۲۹، ۱۰۳۰، ۱۰۳۱، ۱۰۳۲، ۱۰۳۳، ۱۰۳۴، ۱۰۳۵، ۱۰۳۶، ۱۰۳۷، ۱۰۳۸، ۱۰۳۹، ۱۰۴۰، ۱۰۴۱، ۱۰۴۲، ۱۰۴۳، ۱۰۴۴، ۱۰۴۵، ۱۰۴۶، ۱۰۴۷، ۱۰۴۸، ۱۰۴۹، ۱۰۵۰، ۱۰۵۱، ۱۰۵۲، ۱۰۵۳، ۱۰۵۴، ۱۰۵۵، ۱۰۵۶، ۱۰۵۷، ۱۰۵۸، ۱۰۵۹، ۱۰۶۰، ۱۰۶۱، ۱۰۶۲، ۱۰۶۳، ۱۰۶۴، ۱۰۶۵، ۱۰۶۶، ۱۰۶۷، ۱۰۶۸، ۱۰۶۹، ۱۰۷۰، ۱۰۷۱، ۱۰۷۲، ۱۰۷۳، ۱۰۷۴، ۱۰۷۵، ۱۰۷۶، ۱۰۷۷، ۱۰۷۸، ۱۰۷۹، ۱۰۸۰، ۱۰۸۱، ۱۰۸۲، ۱۰۸۳، ۱۰۸۴، ۱۰۸۵، ۱۰۸۶، ۱۰۸۷، ۱۰۸۸، ۱۰۸۹، ۱۰۹۰، ۱۰۹۱، ۱۰۹۲، ۱۰۹۳، ۱۰۹۴، ۱۰۹۵، ۱۰۹۶، ۱۰۹۷، ۱۰۹۸، ۱۰۹۹، ۱۱۰۰، ۱۱۰۱، ۱۱۰۲، ۱۱۰۳، ۱۱۰۴، ۱۱۰۵، ۱۱۰۶، ۱۱۰۷، ۱۱۰۸، ۱۱۰۹، ۱۱۱۰، ۱۱۱۱، ۱۱۱۲، ۱۱۱۳، ۱۱۱۴، ۱۱۱۵، ۱۱۱۶، ۱۱۱۷، ۱۱۱۸، ۱۱۱۹، ۱۱۲۰، ۱۱۲۱، ۱۱۲۲، ۱۱۲۳، ۱۱۲۴، ۱۱۲۵، ۱۱۲۶، ۱۱۲۷، ۱۱۲۸، ۱۱۲۹، ۱۱۳۰، ۱۱۳۱، ۱۱۳۲، ۱۱۳۳، ۱۱۳۴، ۱۱۳۵، ۱۱۳۶، ۱۱۳۷، ۱۱۳۸، ۱۱۳۹، ۱۱۴۰، ۱۱۴۱، ۱۱۴۲، ۱۱۴۳، ۱۱۴۴، ۱۱۴۵، ۱۱۴۶، ۱۱۴۷، ۱۱۴۸، ۱۱۴۹، ۱۱۵۰، ۱۱۵۱، ۱۱۵۲، ۱۱۵۳، ۱۱۵۴، ۱۱۵۵، ۱۱۵۶، ۱۱۵۷، ۱۱۵۸، ۱۱۵۹، ۱۱۶۰، ۱۱۶۱، ۱۱۶۲، ۱۱۶۳، ۱۱۶۴، ۱۱۶۵، ۱۱۶۶، ۱۱۶۷، ۱۱۶۸، ۱۱۶۹، ۱۱۷۰، ۱۱۷۱، ۱۱۷۲، ۱۱۷۳، ۱۱۷۴، ۱۱۷۵، ۱۱

(تقریباً ۹۹٪ با کمی تفاوت)

۶۷۳. فرمول شیمیایی کدام سه ترکیب از نگاه شریب استوکیمیتری، (ظرفیت کاتیون‌ها و آنیون‌ها) مشابه است؟

- (۱) کلسیم کرینات - آلومینیم فسفات - منیزیم هیدروکسید
(۲) آمونیم هیدروکسید - آلومینیم هیدروکسید - گالیم هیدروکسید
(۳) گوگرد (VI) اکسید - دینیتروژن تری اکسید - اسکندیم اکسید
(۴) آهن (III) اکسید - آلومینیم اکسید - کربات (III) سولفات

(تقریباً ۹۴٪ با کمی تفاوت)

۶۷۴. تفاوت مجموع شمار اتم‌ها در فرمول شیمیایی مس (II) دی‌کرومات و کروم (II) سولفات کدام است؟

- (۱) ۲ (۲) ۴ (۳) ۵ (۴) ۶

۶۷۵. کدام گزینه، برای تکمیل جمله داده‌شده مناسب است؟

«نسبت شمار آنیون به شمار کاتیون در با نسبت شمار به شمار در برابر است.»

- (۱) کلسیم پدید - کاتیون - آنیون - آمونیم فلوئورید
(۲) آلومینیم سولفات - عنصرها - اتم‌ها - مس (II) پرمید
(۳) آهن (III) سولفات - اتم‌های اکسیژن - عنصرها - کروم (III) نیترات
(۴) آلومینیم سولفات - اتم‌های اکسیژن - عنصرها - آهن (III) اکسید

۶۷۶. با توجه به فرمول شیمیایی کادمیم دی‌کرومات که به صورت $CdCr_2O_4$ است؛ در فرمول شیمیایی کلرات آن، در مجموع چند اتم وجود دارد؟

(تقریباً ۹۷٪)

- (۱) ۵ (۲) ۷ (۳) ۸ (۴) ۹

۶۷۷. چند مورد از گزینه‌های زیر در مورد آمونیم سولفات صحیح می‌باشد؟

- (ا) هر سه عنصر S، P و N را که مورد نیاز گیاه هستند، فراهم می‌کند.
(ب) هر واحد از آن ۱۵ عدد اتم دارد و نسبت کاتیون به آنیون برابر با ۲ است.
(پ) فاقد پیوند کووالانسی است؛ زیرا چنداتمی است.
(ت) در آب حل نمی‌شود.

(ث) ساختار یون آمونیم شبیه ساختار SO_4^{2-} و ساختار یون سولفات شبیه ساختار CH_4 است.

- (۱) ۳ (۲) ۴ (۳) ۱ (۴) ۲

۶۷۸. اگر فرمول شیمیایی پتاسیم بورات، K_3BO_3 و فرمول شیمیایی منیزیم استات، $Mg(CH_3COO)_2$ باشد، کدام مطلب نادرست است؟

- (۱) فرمول شیمیایی منیزیم بورات به صورت $Mg_3(BO_3)_2$ است.
(۲) فرمول شیمیایی پتاسیم استات به صورت KCH_3COO است.
(۳) نسبت شمار کاتیون به آنیون در پتاسیم بورات نسبت به همین پارامتر در آهن (III) بورات ۳ برابر است.
(۴) نسبت تعداد اتم به تعداد عنصر در آهن (II) استات برابر ۱۵/۴ است.

۶۷۹. ترکیب‌های $(NH_4)_3PO_4$ و Na_2SO_4 را در نظر گرفته و بگویید کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) $(NH_4)_3PO_4$ همانند Na_2SO_4 ترکیب یونی است.
(۲) اختلاف تعداد اتم‌های دو ترکیب فوق برابر مجموع تعداد عنصرهای تشکیل‌دهنده دو ترکیب است.
(۳) مدل فضاپرکن آنیون Na_2SO_4 مشابه مدل فضاپرکن کاتیون $(NH_4)_3PO_4$ است.
(۴) از ترکیب آنیون سدیم سولفات با کاتیون آمونیم فسفات، $(NH_4)_3SO_4$ حاصل می‌شود.

۶۸۰. مجموع شمار الکترون‌های لایه ظرفیت اتم‌ها در سفر تری‌کلرید با مجموع شمار الکترون‌های لایه ظرفیت اتم‌ها در کدام یون، برابر است؟ (عدد اتمی هیدروژن، کربن، نیتروژن، اکسیژن، فسفر، گوگرد و کلر به ترتیب ۱، ۶، ۷، ۸، ۱۵، ۱۶ و ۱۷ است.)

(تقریباً ۹۷٪ با کمی تفاوت)

- (۱) نیترات (۲) سولفیت (۳) کرینات (۴) فسفات

(تقریباً ۸۰٪)

۶۸۱. بار الکترونیکی کدام یون با بقیه تفاوت دارد؟

- (۱) کرینات (۲) کرومات (۳) دی‌کرومات (۴) پرمنگنات

(تقریباً ۹۰٪)

۶۸۲. اگر فرمول نیتريد فلز اصلی M به صورت MN باشد، فرمول سولفات و کلریت آن کدام است؟

- (۱) $MCl_2 - M(SO_4)_2$
(۲) $MSO_4 - MCl_2$
(۳) $M_2(SO_4)_3 - M(ClO_4)_3$
(۴) $M_2(SO_4)_3 - M(ClO_4)_3$

۶۸۳. عبارت کدام گزینه درست است؟

- (۱) کلسیم سیانید، یک ترکیب یونی دوتایی است.
(۲) در آنیون یک ترکیب یونی، فلز می‌تواند وجود داشته باشد.
(۳) همه یون‌های چنداتمی به‌صورت آنیون هستند.
(۴) مس همانند آهن ظرفیت ۲ و ۳ دارد.

۶۸۴. اگر عنصر X ترکیب‌هایی به فرمول شیمیایی XPO_4 و XCO_3 را تولید کند، به جای عنصر X کدام یک از عنصرهای زیر را نمی‌توانیم قرار دهیم؟

- (۱) Cr (۲) Fe (۳) Cu (۴) Co

(تقریباً ۹۷٪ با کمی تفاوت)

۶۸۵. نسبت شمار اتم‌های سازنده هر مول آمونیم منگنات به شمار اتم‌های سازنده هر مول باریوم دی‌کرومات کدام است؟

- (۱) ۱/۲ (۲) ۱/۴ (۳) ۱/۵ (۴) ۱/۶

۶۸۶. فرمول شیمیایی کدام ترکیب درست است؟

۱) نقره کلرید: $AgCl$ ۲) پتاسیم پرکلرات: $KClO_4$ ۳) باریم کربنات: $Ba(CO_3)_2$ ۴) مس (I) سولفید: CuS

۶۸۷. با در نظر گرفتن ترکیب‌های آهن (II) کلرید، آلومینیم نیترات و مس (II) سولفات، کدام عبارت نادرست بیان شده است؟

۱) آهن (II) کلرید همانند مس (II) سولفات ترکیب‌های رنگی هستند.

۲) اختلاف تعداد اتم‌های آلومینیم نیترات با آهن (II) کلرید برابر ۱۰ است.

۳) نسبت تعداد آنیون‌های آلومینیم نیترات به تعداد عنصرهای مس (II) سولفات برابر یک می‌باشد.

۴) با جایگزین کردن آمونیوم با آلومینیم در ترکیب آلومینیم نیترات، تغییری در تعداد اتم‌های آن‌ها به وجود نمی‌آید.

۶۸۸. برای تشکیل یک مول مس (II) کلرید، مول الکترون مبادله می‌شود و شمار کاتیون‌ها برابر است.

۱) ۲ - ۱ ۲) ۴ - ۲ ۳) ۲ - ۲ ۴) ۴ - ۱

۶۸۹. نسبت شمار اتم‌های اکسیژن در گلیسیم کلرات به تعداد عنصر در منیزیم کربنات برابر چند است؟

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

۶۹۰. در ساختار همه موارد زیر به جز گزینه، هر دو نوع پیوند یونی و کووالانسی وجود دارد.

۱) KCN ۲) KNO_3 ۳) $CaCr_2O_7$ ۴) CaO

۶۹۱. فرمول شیمیایی کدام یون چنداتی درست معرفی نشده است؟

۱) هیپوکلریت: ClO^- ۲) پرمنگنات: MnO_4^- ۳) استات: $HCOO^-$ ۴) پراکسید: O_2^{2-}

۶۹۲. عدد اتمی دو عنصر A و B به ترتیب برابر ۵۶ و ۱۵ است. در ساختار ماده حاصل از ترکیب این دو عنصر، نسبت تعداد کاتیون به تعداد آنیون کدام است؟

۱) $\frac{5}{2}$ ۲) $\frac{2}{5}$ ۳) $\frac{3}{2}$ ۴) $\frac{2}{3}$

۶۹۳. در کدام گزینه هر سه یون ظرفیت یکسانی دارند؟

۱) کربنات - هیدروژن فسفات - کلرید ۲) نیتريد - فسفات - کربنات ۳) سولفات - پرمنگنات - اکسید ۴) نیترات - پدید - هیدروکسید

۶۹۴. آمونیوم سولفات و آمونیوم نیترات در کدام موارد زیر، با یکدیگر تفاوت دارند؟

آ) عدد اکسایش اتم مرکزی آنیون ب) شمار اتم‌های هیدروژن در فرمول شیمیایی

پ) شمار اتم‌های نیتروژن در فرمول شیمیایی

ت) شمار جفت الکترون‌های پیوندی در اتم مرکزی آنیون

۱) ۱، ۲، ۳، ۴ ۲) ۱، ۲، ۳ ۳) ۱، ۲، ۳، ۴ ۴) ۱، ۲، ۳، ۴

۶۹۵. کدام دو عنصر یک ترکیب یونی دوتایی با نسبت سه آنیون به یک کاتیون تشکیل می‌دهند؟

۱) Cl و Mg ۲) P و Al ۳) O و Al ۴) F و Sc

۶۹۶. در نام‌گذاری کدام یون از پیشوند «پره» استفاده می‌شود؟

۱) ClO_4^- ۲) NH_4^+ ۳) MnO_4^{2-} ۴) O_2^{1-}

قسمت دوم: نلظت

محلول و مقدار حل‌شونده

۶۹۷. کدام گزینه اطلاعات درستی در اختیار نمی‌گذارد؟

۱) قیاقوس آرام > دریای مدیترانه > دریای سرخ > دریای مرده : مقدار نمک حل‌شده

۲) مخلوط ناهمگن همان محلول است.

۳) در آب دریا، هوا آب آشامیدنی و بنزین، حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی در همه جای آن یکسان است.

۴) ویژگی‌های محلول شامل ناخالص بودن، یکسان بودن ترکیب شیمیایی و حالت فیزیکی در همه جای آن به‌صورت یکنواخت دیده می‌شود.

۶۹۸. کدام یک از جملات زیر صحیح می‌باشند؟

آ) محلول به هر سه حالت فیزیکی وجود دارد.

ب) آب باران در هوای پاک تقریباً خالص است.

پ) یک محلول دست کم از دو جزء تشکیل شده است.

ت) آب دریای مرده (بحرالمت) محلول رقیقی است که انسان می‌تواند به راحتی روی آن شناور بماند.

۱) ۱ و ۲ ۲) ۱ و ۳ ۳) ۲ و ۴ ۴) ۳ و ۴



۶۹۹. چه تعداد از عبارات‌های زیر صحیح است؟

- (آ) ضد یخ یک مخلوط ناهمگن است که حالت فیزیکی و خواص شیمیایی در سرتاسر آن یکسان و یکنواخت نمی‌باشد.
(ب) هوایی که تنفس می‌کنیم نمونه‌ای از مخلوط همگن می‌باشد.
(پ) گلاب، مخلوطی همگن از چند ماده آلی در آب است.
(ت) خواص محلول‌ها به خواص حلال، حل‌شونده و مقدار هر یک از آن‌ها وابسته است.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۷۰۰. چه تعداد از موارد زیر صحیح می‌باشد؟

- (آ) هوا مخلوطی ناهمگن از گازهاست.
(ب) همه محلول‌ها ناخالص هستند.
(ث) محلول‌ها فقط در دو حالت مایع و گاز وجود دارند.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۷۰۱. چند عبارت زیر در مورد دسته‌بندی مواد صحیح است؟

- (آ) به دو دسته کلی خالص و مخلوط همگن تقسیم می‌شوند.
(ب) مواد خالص به دو دسته عنصر و محلول تقسیم می‌شوند.
(ت) محلول‌ها، زیرمجموعه مواد ناخالص هستند.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۷۰۲. از انحلال هر واحد از کدام ترکیب یونی زیر در آب، تعداد یون بیش‌تری تولید می‌شود؟

AgNO_3 (۱) Na_3PO_4 (۲) KClO_4 (۳) $\text{Ti}(\text{BrO}_3)_2$ (۴)

قسمت در میلیون (ppm)

۷۰۳. کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) یکی از روش‌های بیان غلظت به ویژه در محلول‌های رقیق، قسمت در میلیون (ppm) می‌باشد.
(۲) ppm دارای یکای گرم بر مول است.
(۳) از ppm برای بیان غلظت آنبیون‌ها و کاتیون‌ها در آب دریا، بدن جانداران، بافت گیاهی و مقدار آلاینده‌های هوا استفاده می‌شود.
(۴) برای محلول‌های بسیار رقیق از یک حل‌شونده در آب، می‌توان ppm را به‌صورت میلی‌گرم حل‌شونده در یک لیتر محلول تعریف کرد.
۷۰۴. غلظت یون برمید (Br^-) در یک محلول ۱۰۰ ppm است به این معناست که
(۱) در هر کیلوگرم محلول، ۱۰۰ گرم Br^- وجود دارد.
(۲) در هر گرم محلول، ۱ میلی‌گرم Br^- وجود دارد.
(۳) در هر کیلوگرم محلول، ۱۰۰ میلی‌گرم Br^- وجود دارد.
(۴) در هر گرم محلول، ۱۰۰ میلی‌گرم Br^- وجود دارد.
۷۰۵. چه تعداد از عبارات‌های زیر درست است؟
(آ) با حل کردن CuSO_4 در آب، محلولی به رنگ آبی به‌دست می‌آید.
(ب) غلظت کاتیون‌ها و آنبیون‌ها در آب معدنی، آب دریا و بافت‌های گیاهی بر حسب ppm بیان می‌شود.
(پ) غلظت یون Na^+ در ۵۰۰ گرم محلول حاوی ۸۰ گرم NaOH برابر ۹۲۰۰۰ ppm است.
(ت) در میان کاتیون‌های موجود در آب دریاچه ارومیه، به‌طور عمده کاتیون‌های دوفلزیونی وجود دارند.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۷۰۶. مقدار اکسیژن حل‌شده در آب استخر در دمای معین ۱۳ ppm است. در ۱۲ kg از آب این استخر چند مولکول اکسیژن حل شده است؟

($\text{O} = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$)
۱) ۰/۵۶ ۲) $4/8 \times 10^{-21}$ ۳) $2/9 \times 10^{-21}$ ۴) $2/9 \times 10^{-22}$

۷۰۷. ۱۵ mg نمک NaCl ، چند گرم محلول به‌طور تقریبی می‌توان ساخت که غلظت یون Na^+ در آن ۲۲۰ ppm باشد؟

($\text{Na} = 23$ ، $\text{Cl} = 35/5$: $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)
۱) ۵/۹۴ ۲) ۲۷ ۳) $2/7 \times 10^{-2}$ ۴) $6/8 \times 10^{-2}$

۷۰۸. از ۷/۱ تن آب دریا، ۲۰۰۰ mol گاز کلر به‌دست می‌آید. غلظت یون کلرید را در آب این دریا برحسب ppm محاسبه کنید؟ ($\text{Cl} = 35/5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

۱) ۲۰۰۰۰ ۲) ۳۰۰۰۰ ۳) ۱۵۰۰۰ ۴) ۱۲۰۰۰

۷۰۹. با توجه به این‌که مقدار مجاز یون فلوئورید در آب آشامیدنی ۱/۲۲ ppm - ۰/۷ است، حداقل چند مول سدیم فلوئورید را در یک لیتر آب

حل کنیم تا یون فلوئورید بتواند کارایی خود را حفظ کند؟ ($\text{F} = 19 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

۱) $1/8 \times 10^{-4}$ ۲) $2/4 \times 10^{-4}$ ۳) $3/6 \times 10^{-4}$ ۴) $2/4 \times 10^{-4}$

۷۱۰. یک فیلتر دستگاه تصفیه، توانایی تصفیه ۴ یون کربنات را دارد. چند لیتر محلول کربنات با غلظت ۲۰۰ ppm را می‌توان با این فیلتر تصفیه کرد؟
(C = ۱۲, O = ۱۶ : g.mol⁻¹)

$$\begin{array}{cccc} 4 \times 10^{-2} \text{ (۴)} & 3/4 \times 10^{-2} \text{ (۳)} & 2/4 \times 10^{-2} \text{ (۲)} & 1/2 \times 10^{-2} \text{ (۱)} \\ \text{اگر در } 15 \text{ kg آب یک آکواریم غلظت یون } K^+ \text{ برحسب } 35 \text{ ppm باشد. تعداد یون های آن را حساب کنید؟ (} K = 39 \text{ g.mol}^{-1} \text{)} \\ 8/104 \times 10^{-12} \text{ (۴)} & 5/25 \times 10^{-11} \text{ (۳)} & 3/16 \times 10^{-11} \text{ (۲)} & 8/104 \times 10^{-11} \text{ (۱)} \end{array}$$

۷۱۲. غلظت ۱۰۰ g محلول آمونیوم نیترات برابر ۱۸۰ ppm است. این محلول شامل چند مول از این ترکیب است؟
(N = ۱۴, H = ۱, O = ۱۶ : g.mol⁻¹)

$$\begin{array}{cccc} 2/25 \times 10^{-2} \text{ (۴)} & 1/44 \text{ (۳)} & 0/23 \text{ (۲)} & 0/18 \text{ (۱)} \\ \text{اگر } 100 \text{ kg آب دریا } 48 \text{ mol } K^+ \text{ وجود دارد. غلظت یون } K^+ \text{ را در آب دریا برحسب ppm حساب کنید؟ (} K = 39 \text{ g.mol}^{-1} \text{)} \\ 0/12 \text{ (۴)} & 0/1872 \text{ (۳)} & 187/2 \text{ (۲)} & 18/72 \text{ (۱)} \end{array}$$

۷۱۴. اگر غلظت یون سدیم در یک نمونه آب دریا برابر ۱۲۰ ppm باشد، در یک کیلوگرم از این نمونه آب، چند مول یون سدیم وجود دارد؟
(Na = ۲۳ g.mol⁻¹)

$$\begin{array}{cccc} 2/2 \times 10^{-2} \text{ (۴)} & 4 \times 10^{-2} \text{ (۳)} & 5/2 \times 10^{-2} \text{ (۲)} & 2 \times 10^{-2} \text{ (۱)} \\ \text{اگر } 28 \text{ گرم از یک نمونه محلول پتاسیم هیدروکسید، مقدار } 6 \times 10^{-6} \text{ مول آهن (III) سولفات به صورت هیدروکسید، طبق واکنش زیر رسوب کند،} \\ \text{غلظت این نمونه محلول پتاسیم هیدروکسید چند ppm است؟ (} K = 39, O = 16, H = 1 : \text{g.mol}^{-1} \text{)} \text{ (پایه ضعیف از کثیر)} \\ 6 \text{ KOH(aq)} + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \text{ (aq)} \rightarrow 2 \text{ K}_2\text{SO}_4 \text{ (aq)} + 2 \text{ Fe(OH)}_3 \text{ (s)} \\ 48 \text{ (۴)} & 72 \text{ (۳)} & 54 \text{ (۲)} & 66 \text{ (۱)} \end{array}$$

۷۱۶. در یک کیلوگرم از محلولی ۵ × ۱۰^{-۴} مول کلسیم کلرید حل شده است، غلظت یون کلرید در این محلول چند ppm است؟
(Ca = ۴۰, Cl = ۳۵/۵ : g.mol⁻¹)

$$\begin{array}{cccc} 22/7 \text{ (۴)} & 35/5 \text{ (۳)} & 3/55 \text{ (۲)} & 3/2 \text{ (۱)} \\ \text{۷۱۷. انحلال پذیری کلسیم سولفات در دمای } 20^\circ \text{C برابر } 0/21 \text{ گرم در } 100 \text{ گرم آب است، غلظت } Ca^{2+} \text{ در یک محلول سیر شده چند ppm} \\ \text{است؟ (} O = 16, S = 32, Ca = 40 : \text{g.mol}^{-1} \text{)} \text{ (المنیاد ۹۸)} \\ 52 \text{ (۴)} & 616 \text{ (۳)} & 2100 \text{ (۲)} & 15 \text{ (۱)} \end{array}$$

۷۱۸. چند جمله، از عبارتهای زیر نادرست هستند؟
(آ) غلظت یک محلول برابر مقدار حل‌شونده در مقدار معینی از حلال یا محلول می‌باشد.

(ب) در یک نمونه محلول به جرم ۲۰۰ گرم با ۰/۰۵ میلی‌گرم یون فلئورید، غلظت یون F⁻ در آن ۰/۴۵ ppm است.

(پ) محلولی دارای یون K⁺ به غلظت ۷۸ ppm، در هر میلی‌گرم آن ۲۰ × ۱۰^{-۸} مول یون K⁺ دارد. (K = ۳۹ g.mol⁻¹)

(ت) برای بیان ساده‌تر غلظت محلول‌های بسیار رقیق از غلظت ppm استفاده می‌شود.

$$\begin{array}{cccc} 2 \text{ (۴)} & 1 \text{ (۳)} & 3 \text{ (۲)} & 4 \text{ (۱)} \\ \text{۷۱۹. یک نمونه از آب دریا، دارای } 125 \text{ ppm از یون } Mg^{2+} \text{ است. برای تهیه روزانه } 270 \text{ کیلوگرم منیزیم، ماهانه (۳۰ روز کاری) چند تن از این} \\ \text{آب باید فراوری شود؟ (فرض کنید حداکثر } 80\% \text{ منیزیم آب دریا قابل استخراج باشد)} \text{ (پایه ضعیف از کثیر ۹۸)} \\ 12000 \text{ (۴)} & 9000 \text{ (۳)} & 7500 \text{ (۲)} & 6000 \text{ (۱)} \end{array}$$

۷۲۰. اگر ۵۰۰ میلی‌لیتر محلول سدیم هیدروکسید با چگالی ۱/۰۱ گرم بر میلی‌لیتر با ۰/۰۷۶ گرم آهن (III) سولفات واکنش کامل دهد، غلظت محلول سدیم هیدروکسید برابر چند ppm است؟ (Na = ۲۳, S = ۳۲, Fe = ۵۶ : g.mol⁻¹) (المنیاد ۹۷)

$$\begin{array}{cccc} 89/3 \text{ (۴)} & 85/6 \text{ (۳)} & 79/2 \text{ (۲)} & 68/4 \text{ (۱)} \\ \text{۷۲۱. اگر } 200 \text{ گرم سدیم هیدروژن کربنات را در آب استخری به حجم } 10 \text{ هزار لیتر حل کنیم، غلظت یون سدیم چند ppm خواهد بود؟} \\ \text{(} C = 12, H = 1, O = 16, Na = 23 : \text{g.mol}^{-1} \text{)} \\ 12 \text{ (۴)} & 46 \text{ (۳)} & 11/5 \text{ (۲)} & 5/27 \text{ (۱)} \end{array}$$

۷۲۲. اگر انحلال‌پذیری گاز A در آب در دما و فشار معینی برابر ۰/۰۰۴ گرم باشد، غلظت A در این محلول برحسب ppm کدام است؟

$$\begin{array}{cccc} 28 \text{ (۴)} & 42 \text{ (۳)} & 39/99 \text{ (۲)} & 28/99 \text{ (۱)} \\ \text{۷۲۳. ۴ تن آب رودخانه‌ای که غلظت یون منیزیم در آن } 440 \text{ ppm است، چند مول یون منیزیم وجود دارد؟ (} Mg = 24 \text{ g.mol}^{-1} \text{)} \\ 72/2 \text{ (۴)} & 16/2 \text{ (۳)} & 41 \text{ (۲)} & 25/2 \text{ (۱)} \end{array}$$

۷۲۴. مقدار ۴۰۰ میلی‌گرم کلسیم کلرید را در ۲ لیتر آب حل می‌کنیم. غلظت یون کلسیم در محلول حاصل برحسب ppm کدام است؟
(Cl = ۳۵/۵, Ca = ۴۰ : g.mol⁻¹)

$$\begin{array}{cccc} 28/4 \text{ (۴)} & 56/8 \text{ (۳)} & 88/8 \text{ (۲)} & 72 \text{ (۱)} \end{array}$$



(S = 32, Na = 23, O = 16 : g.mol⁻¹)



غلظت Na⁺ در محلول سدیم سولفات برابر 44ppm است.

۷۲۵. با توجه به شکل مقابل بگویید در این محلول چند گرم سدیم سولفات وجود دارد؟

- (1) ۰/۲۸۴
(2) ۰/۸۲۴
(3) ۰/۴۲۸
(4) ۰/۸۰۴

۷۲۶. ۱۰۰ گرم محلول نقره سولفات با غلظت ۱۵/۶ ppm، شامل چند مول از این نمک است؟ (Ag = ۱۰۸, S = 32, O = 16 : g.mol⁻¹)

(تقریباً خانق از کشور ۸۸)

- (1) 2×10^{-5}
(2) 5×10^{-6}
(3) $12/3 \times 10^{-3}$
(4) $15/6 \times 10^{-4}$

۷۲۷. با ۴ میلی گرم سدیم هیدروکسید، به تقریب چند گرم محلول ۵۰ ppm آن را می توان تهیه کرد و این محلول با چند مول سدیم هیدروژن سولفات واکنش می دهد؟ (H = 1, O = 16, Na = 23 : g.mol⁻¹)

(زیاده از کشور ۹۶)

- (1) $10^{-4} - 50$
(2) $10^{-4} - 50$
(3) $10^{-4} - 80$
(4) $10^{-4} - 80$

۷۲۸. اگر ۲۸ گرم از یک نمونه محلول پتاسیم هیدروکسید، 6×10^{-6} مول آهن (II) کلرید را به صورت هیدروکسید رسوب دهد، غلظت این نمونه محلول پتاسیم هیدروکسید چند ppm است؟ (H = 1, O = 16, K = 39 : g.mol⁻¹)

(زیاده خانق از کشور ۹۶)

- (1) ۱۸
(2) ۲۲
(3) ۲۸
(4) ۳۴

درصد جرمی محلول

۷۲۹. کدام جمله نادرست می باشد؟

- (1) به مقدار گرم حل شونده در ۱۰۰ گرم از یک محلول، درصد جرمی ماده حل شونده در این محلول می گویند.
(2) درصد جرمی یکا ندارد و با نماد W/W٪ نشان می دهند.
(3) درصد جرمی را در ۱۰^۴ ضرب کنیم، غلظت ppm بدست می آید.
(4) در هر ۱۰۰ گرم محلول پتاسیم کلرید ۰/۸ درصد، ۹۲ گرم آب وجود دارد.

۷۳۰. برای تهیه ۲۰۰ mL محلول با غلظت ۱۰ ppm از یون های کلرید، به تقریب چند گرم کلسیم کلرید با خلوص ۷۸٪ لازم است؟

(تقریباً ۹۳ به از غلظت خانق)

- (1) 8×10^{-2}
(2) 4×10^{-2}
(3) 2×10^{-2}
(4) 1×10^{-2}

۷۳۱. بر روی سرم نمکی NaCl ۰/۹٪ وزن بر وزن (w/w) درج شده است. این به معنی ...

- (1) در هر ۱۰۰ گرم محلول، ۰/۹ گرم سدیم کلرید حل شده است.
(2) در هر ۱۰۰ گرم محلول مقدار ۰/۹ مول سدیم کلرید حل شده است.
(3) در هر ۱۰۰ گرم محلول مقدار ۰/۹ گرم سدیم کلرید حل شده است و ۹۹/۱ گرم آب وجود دارد.
(4) در هر ۱۰۰ گرم محلول، ۰/۹ گرم سدیم کلرید حل شده است.

۷۳۲. اگر درصد جرمی ۲/۵ گرم سدیم کلرید در ۴۷/۵ گرم آب با درصد جرمی سدیم هیدروکسید در یک نمونه از محلول آن برابر باشد، در ۲۵ گرم از این نمونه محلول سدیم هیدروکسید، چند گرم از آن وجود دارد؟

(تقریباً ۸۷)

- (1) ۱/۳۰
(2) ۱/۲۵
(3) ۲/۲۰
(4) ۲/۲۵

۷۳۳. مقدار ۴۰ گرم محلول ترکیب NaNO_۳ با درصد جرمی ۲۰٪ موجود است. چند مول NaNO_۳ به آن اضافه کنیم تا درصد جرمی ۲ برابر شود؟

(Na = 23, N = 14, O = 16 : g.mol⁻¹)

- (1) ۰/۱۹
(2) ۰/۳۲
(3) ۰/۴۵
(4) ۰/۲۱

۷۳۴. چند عبارت زیر صحیح می باشد؟

- (آ) نمک خوراکی با روش تبلور از آب دریا جداسازی و استخراج می شود و بیش ترین کاربرد نمک خوراکی برای تهیه گاز کلر و ترکیب سدیم هیدروکسید است.
(ب) سه مول سدیم نیترات را در ۲۰۰ گرم آب حل می کنیم. درصد جرمی محلول حاصل ۵۶٪ است. (N = 14, Na = 23, O = 16 : g.mol⁻¹)
(پ) یکی از منابع تهیه فلز منیزیم، آب دریاست و منیزیم طی سه مرحله از آب دریا استخراج و جداسازی می شود.
(صفر) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴)

۷۳۵. چه تعداد از عبارتهای زیر صحیح می باشد؟

- (آ) با استفاده از تبلور می توان مواد موجود در یک مخلوط را جدا کرد.
(ب) در روش تبلور، آب دریا در حوضچه تبخیر قرار گرفته و به کمک نور خورشید آب تبخیر شده و نمک بر جای می ماند.
(پ) بیش ترین کاربرد NaCl در تهیه فلز سدیم، گاز کلر، سود سوزآور (Na_۲O) و گاز هیدروژن است.
(ت) کاربرد NaCl به عنوان ذوب کردن یخ در جادهها و تولید سدیم کربنات در اولویت های پایین تری است و کم ترین کاربرد NaCl در مصارف خانگی است.

- (1) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۷۳۶. چند مورد از عبارت‌های زیر، درست‌اند؟

(آ) فلز منیزیم در آب دریا به صورت Mg^{2+} و Mg^{+} وجود دارد.

(ب) در مرحله نخست استخراج منیزیم، آن را به صورت $Mg(OH)_2$ و MgO رسوب می‌دهند و سپس به صورت $MgCl_2$ جاعد در می‌آورند.

(پ) با استفاده از جریان برق، منیزیم کلرید مذاب را به صورت منیزیم جاعد و کلر گازی تبدیل می‌کنند.

(ت) یکی از منابع تهیه فلز منیزیم استفاده از آب دریاست.

(ث) دستگاه اندازه‌گیری قند خون گلوکومتر نامیده می‌شود.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۷۳۷. چند مورد از موارد زیر از کاربردهای $NaCl$ نمی‌باشد؟

(آ) تولید سدیم کربنات

(ب) ذوب کردن یخ در جاده‌ها

(ت) تهیه کنسرو تن

(ب) تهیه گاز کلر، فلز سدیم و سود سوزآور

(ت) ضدعفونی کردن آب به هنگام تصفیه

(ج) تولید اسید سولفوریک

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۷۳۸. در محلول شامل آب و متانول، اولی دارای ۴۰ درصد جرمی و دومی دارای ۷۰ درصد جرمی از متانول است. اگر ۲۰۰ گرم محلول اول و ۳۰۰ گرم

محلول دوم با یکدیگر مخلوط شوند، درصد جرمی متانول در محلول به دست آمده به تقریب کدام است؟ (گزینه‌های صحیح از کشور ۹۴)

۴۹ (۱) ۵۸ (۲) ۶۱ (۳) ۶۵ (۴)

۷۳۹. در ۴۰ گرم محلول آبی ۱۵ درصد جرمی سدیم کلرید، چند گرم از این نمک وجود دارد؟

۴ (۱) ۵ (۲) ۶ (۳) ۸ (۴)

۷۴۰. در فرایند استخراج منیزیم از آب دریا، در مرحله رسوب دادن آن توسط آهک، ۵/۸ گرم ترکیب منیزیم‌دار رسوب می‌کند. پس از انجام

مراحل بعدی در نهایت بر اثر استفاده از جریان برق، به همراه منیزیم، چند مول گاز کلر آزاد می‌گردد؟

۰/۱ (۱) ۰/۲ (۲) ۰/۳ (۳) ۰/۴ (۴)

۷۴۱. چند گرم منیزیم برمی‌د ۸۰ گرم محلول ۴۰ درصد جرمی آن اضافه کنیم، تا درصد جرمی محلول به ۶۰٪ افزایش یابد؟

۲۰ (۱) ۴۰ (۲) ۶۰ (۳) ۵۰ (۴)

۷۴۲. اگر برای تهیه ۵ لیتر محلول اتانول در آب با چگالی 0.92 g.mL^{-1} مقدار ۱۰ مول اتانول لازم باشد، درصد جرمی اتانول در محلول به دست

آمده تقریباً کدام است؟

۱۰ (۱) ۱۵ (۲) ۲۰ (۳) ۲۵ (۴)

۷۴۳. غلظت یون کلسیم برابر $126 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ میلی‌گرم در یک کیلوگرم از یک نمونه آب است. درصد جرمی و غلظت مولار این یون، به ترتیب از راست به چپ

کدام‌اند؟ (محلول 1 g.mL^{-1} ، $\text{Ca} = 40 \text{ g.mol}^{-1}$) (گزینه‌های صحیح ۹۸)

۰/۱۲۶ - ۰/۲۴ (۱) ۰/۱۲۶ - 1.26×10^{-2} (۲) 1.26×10^{-2} - ۰/۲۴ (۳) 1.26×10^{-2} - 1.26×10^{-3} (۴)

۷۴۴. ۴/۸۰ گرم ید را در ۲۴۰ میلی‌لیتر الکل حل می‌کنیم. درصد جرمی ید در این محلول برابر است با (گرم بر میلی‌لیتر $\rho = 0.8$ چگالی)

۲ (۱) ۲/۴۴ (۲) ۱/۹۶ (۳) ۲/۸ (۴) (گزینه‌های صحیح ۹۸)

۷۴۵. اگر ۱۱/۵ میلی‌لیتر اتانول را با ۱۴/۴ گرم آب مخلوط کنیم، چند درصد کل مول‌های مواد موجود در این محلول را اتانول تشکیل می‌دهد؟

(چگالی اتانول را 0.8 g.mL^{-1} در نظر بگیرید.) ($\text{C} = 12$ ، $\text{O} = 16$ ، $\text{H} = 1 \text{ g.mol}^{-1}$) (گزینه‌های صحیح ۹۰)

۲۱/۱۵ (۱) ۲۵/۱۵ (۲) ۲۰ (۳) ۴۰ (۴)

۷۴۶. محلولی از CaSO_4 ۵۰۰ گرم آب در دمای معین، دارای یک گرم یون کلسیم است. چند گرم دیگر کلسیم سولفات جامد در آن حل

می‌شود؟ (انتقال‌پذیری CaSO_4 در این شرایط برابر ۱/۰۲ گرم در ۱۰۰ گرم آب است.) ($\text{Ca} = 40$ ، $\text{CaSO}_4 = 136 \text{ g.mol}^{-1}$) (گزینه‌های صحیح ۹۹)

صفر (۱) ۱/۷ (۳) ۱/۵ (۲) ۴/۱ (۴)

۷۴۷. مقدار ۲ گرم منیزیم کلرید ۷۰ درصد خالص را در ۲۰ گرم آب حل می‌کنیم، اگر فرض کنیم ناخالصی‌های مربوطه نیز در آب حل می‌شوند،

درصد جرمی محلول حاصل چقدر خواهد بود؟

۶/۳۶ (۱) ۹/۷ (۲) ۲/۵۹ (۳) ۱۵/۵ (۴)

۷۴۸. غلظت یون سدیم در محلول ۰/۱ درصد جرمی Na_3PO_4 برحسب ppm برابر است با ($\text{O} = 16$ ، $\text{P} = 31$ ، $\text{Na} = 23 \text{ g.mol}^{-1}$) (گزینه‌های صحیح ۹۸)

۱۴۰/۲ (۱) ۱۰۰۰ (۲) ۳۱۲/۶ (۳) ۴۲۰/۷۳ (۴)

۷۴۹. اگر در مقدار معینی از یک نمونه آب، به ترتیب ۱۹۵ و ۱۸۴ گرم از یون‌های Zn^{2+} و Na^{+} و مقدار کافی از SO_4^{2-} وجود داشته باشد، پس از تبخیر،

تفاوت جرم نمک بدون آب سدیم با جرم نمک بدون آب روی، چند گرم است؟ ($\text{O} = 16$ ، $\text{Na} = 23$ ، $\text{S} = 32$ ، $\text{Zn} = 65 \text{ g.mol}^{-1}$) (گزینه‌های صحیح از کشور ۹۸)

۷۰ (۱) ۸۵ (۲) ۹۴ (۳) ۱۱۲ (۴)

۷۵۰. برای تهیه محلول ۷۰ درصد جرمی کلسیم سولفید، چند مول کلسیم سولفید را باید در ۸۰ گرم آب حل کنیم؟ ($\text{Ca} = 40$, $\text{S} = 32$: g.mol⁻¹)

۱/۸ (۱) ۱/۳ (۲) ۱/۵۹ (۳) ۱/۱ (۴)

۷۵۱. ۵۰ میلی لیتر محلول که دارای ۰/۰۲ مول نقره نیترات است با چند گرم MgCl_2 واکنش کامل می دهد؟ (از انحلال پذیری رسوب صرف نظر و معادله موازنه شود.) ($\text{N} = 14$, $\text{Mg} = 24$, $\text{Cl} = 35.5$, $\text{Ag} = 107$: g.mol⁻¹)

$\text{AgNO}_3(\text{aq}) + \text{MgCl}_2(\text{s}) \rightarrow \text{AgCl}(\text{s}) + \text{Mg}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$
۰/۹۵ (۱) ۰/۸۵ (۲) ۰/۷۴ (۳) ۰/۶۴ (۴) (تقریبی از کشور ۹۸)

۷۵۲. مقدار ۰/۸ mol سدیم سولفات را در ۱۸۰ گرم آب حل می کنیم، درصد جرمی سدیم سولفات در محلول حاصل کدام است؟ ($\text{S} = 32$, $\text{O} = 16$, $\text{Na} = 23$: g.mol⁻¹)

۴۵/۷ (۱) ۴۴/۶ (۲) ۴۱/۶ (۳) ۳۸/۶ (۴)

۷۵۳. ۲۵ گرم محلول ۱۲ درصد جرمی سدیم کلرید را با ۴۰ گرم محلول ۷ درصد جرمی سدیم کلرید، مخلوط می کنیم، درصد جرمی سدیم کلرید در محلول نهایی کدام است؟

۷/۸ (۱) ۹/۱ (۲) ۸/۹ (۳) ۶/۳ (۴)

۷۵۴. اگر در واکنش کامل ۷/۹۵ گرم هیدروکسید یک فلز چهار ظرفیتی با مقدار کافی از محلول سولفوریک اسید، ۱۴/۱۵ گرم نمک خشک (بدون آب) تشکیل شود، جرم اتمی این فلز کدام است؟ ($\text{H} = 1$, $\text{O} = 16$, $\text{S} = 32$: g.mol⁻¹)

۴۸ (۱) ۹۱ (۲) ۱۱۸ (۳) ۲۰۷ (۴) (تقریبی از کشور ۹۷)

۷۵۵. اگر در مقداری معین از یک نمونه آب به ترتیب ۷۲ و ۱۸۴ گرم از یون های 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؟ ($\text{O} = 16$, $\text{Na} = 23$, $\text{Mg} = 24$, $\text{S} = 32$: g.mol⁻¹)

۲/۲۵ (۱) ۲/۱۵ (۲) ۱/۵۸ (۳) ۱/۴۵ (۴)

۷۵۶. ۲۰ گرم از یک نمونه سنگ معدن آهن در ۱۰۰ میلی لیتر از محلول اسیدی انداخته شده است تا یون های Fe^{3+} آن به صورت محلول درآیند، اگر با افزودن مقدار زیادی $\text{NaOH}(\text{s})$ به این محلول ۵/۳۵ گرم از رسوب آهن (III) هیدروکسید به دست آید، درصد جرمی آهن در این نمونه سنگ معدن، کدام است؟ (معادله واکنش ها موازنه شود.) ($\text{Fe} = 56$, $\text{O} = 16$, $\text{H} = 1$: g.mol⁻¹)

۴۸ (۱) ۴ (۲) ۸ (۳) ۱۰ (۴)

۷۵۷. ۵۰ میلی لیتر محلول که دارای ۰/۰۲ مول نقره نیترات است با چند میلی لیتر محلول که هر لیتر از آن دارای ۲۲/۸ گرم منیزیم کلرید است، واکنش کامل می دهد؟ (از انحلال رسوب صرف نظر شود.) ($\text{N} = 14$, $\text{Mg} = 24$, $\text{Cl} = 35.5$, $\text{Ag} = 107$: g.mol⁻¹)

۴۱/۶ (۱) ۲۸/۴ (۲) ۲۰/۸ (۳) ۱۴ (۴) (تقریبی از کشور ۹۸)

$\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{FeCl}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

$\text{FeCl}_3(\text{aq}) + \text{NaOH}(\text{aq}) \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s}) + \text{NaCl}(\text{aq})$

۷۵۸. چند مورد صحیح است؟
(ا) غلظت مولار برای غلظت های بسیار کم (مثل کاتیون در آب دریا) استفاده می شود.
(ب) غلظت مولی یعنی نسبت مول حل شونده به مول حلال.
(پ) افزودن حل شونده به محلول باعث افزایش غلظت می شود.
(ت) افزودن حلال به محلول تأثیری در غلظت مولی ندارد و فقط حجم محلول افزایش پیدا می کند.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۷۵۹. ۵۰ mL محلول ۰/۲ مولار هیدروکلریک اسید چند میلی لیتر آب اضافه کنیم تا غلظت آن ۰/۱ مولار شود؟

۵۰ (۱) ۳۰ (۲) ۹۰ (۳) ۸۰ (۴)

۷۶۰. کدام گزینه صحیح است؟

۱) در حجم ثابت، هر چه مقدار مول حل شونده پیش تر باشد، محلول غلیظ تر است.

۲) اندازه گیری حجم یک مایع در آزمایشگاه، مشکل تر از اندازه گیری جرم آن است.

۳) غلظتی که به جرم ماده حل شونده در حجم محلول مربوط است بسیار پرکاربرد است.

۴) در مقادیر مولی برابر از آلومینیم فلئورید و سدیم سولفید در حجم یکسان آب محلول یون های حاصل از آلومینیم فلئورید رقیق تر از سدیم سولفید است.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

غلظت مولی - مولار

(تورن: ۹۸ از کشور)



۷۶۱. اگر در محلول ۱ و ۲، هر ذره حل شده هم از ۱/۱ مول باشد، کدام مطلب درست است؟

(۱) غلظت مولی دو محلول با هم برابر است.

(۲) غلظت مولی محلول ۱، برابر ۴ مول بر لیتر است.

(۳) غلظت مولی محلول ۲، بیش تر از غلظت مولی محلول ۱ است.

(۴) اگر این دو محلول با هم مخلوط شوند، غلظت محلول به دست آمده کمتر از محلول ۲ است.

۷۶۲. ۶۰ گرم محلول A به غلظت 0.5 mol/L از NaCl موجود است و نسبت درصد جرمی این محلول به درصد جرمی محلول B برابر ۲/۴۵ می باشد. در صورتی که محلول B یک محلول ۵۰ گرمی از نقره کلرید باشد، مقدار نقره کلرید چند مول است؟

($\text{Na} = 23, \text{Cl} = 35.5, \text{Ag} = 108 \text{ g/mol}$)

(۱) ۰/۰۷

(۲) ۰/۰۶

(۳) ۰/۰۶

(۴) ۰/۰۶

۷۶۳. در محلولی از سولفوریک اسید با حجم ۴۰۰ mL مقدار ۱۰ g اسید داریم، غلظت مولی را حساب کنید.

($\text{S} = 32, \text{O} = 16, \text{H} = 1 \text{ g/mol}$)

(۱) 0.255×10^{-2}

(۲) 0.255×10^{-2}

(۳) 0.255×10^{-2}

(۴) 0.255×10^{-2}

۷۶۴. اگر غلظت مولی محلول سولفوریک اسید ۲ mol/L باشد و مقدار ۹۸ g اسید داشته باشد، حجم محلول را بر حسب mL محاسبه کنید.

($\text{S} = 32, \text{O} = 16, \text{H} = 1 \text{ g/mol}$)

(۱) ۵۰۰

(۲) ۰/۵

(۳) ۴۹

(۴) 49×10^{-2}

۷۶۵. اگر غلظت محلولی از NaCl بر حسب ppm برابر ۶۰۰ باشد و چگالی محلول در حدود ۱/۲۲ g/mL بوده و حجم کل محلول ۱۵۰ mL باشد، غلظت آن بر حسب مولار برابر با است.

($\text{Na} = 23, \text{Cl} = 35.5 \text{ g/mol}$)

(۱) ۰/۰۱۸

(۲) ۰/۷۲

(۳) ۰/۱۲

(۴) 0.12×10^{-2}

۷۶۶. غلظت یون سدیم در یک نمونه آب دریا برابر ۱۰۶۰۰ ppm است. اگر چگالی این نمونه آب برابر با 1.05 g/mL باشد، غلظت تقریبی یون سدیم در آن چند مولار است؟

(زبان: ۹۷)

(۱) ۰/۲۳

(۲) ۰/۳۶

(۳) ۰/۴۸

(۴) ۰/۶۵

۷۶۷. محلول ۲۳ درصد جرمی اتانول در آب، به تقریب چند مولار است؟

($\text{d} = 0.9 \text{ g/mL}, \text{O} = 16, \text{C} = 12, \text{H} = 1 \text{ g/mol}$)

(۱) ۳/۵

(۲) ۴/۵

(۳) ۴

(۴) ۴

۷۶۸. با چند گرم محلول ۴۵ درصد جرمی NaCl می توان ۲۴۰ mL محلول ۴/۱ mol/L آن را تهیه کرد؟

($\text{Na} = 23, \text{Cl} = 35.5 \text{ g/mol}$)

(۱) 12.62×10^{-2}

(۲) ۱۲۷/۹۲

(۳) ۰/۴۵

(۴) ۲/۱۷

۷۶۹. اگر ۳۰۰ mL محلول ۴ mol/L سولفوریک اسید را با ۲۰۰ mL محلول سولفوریک اسید با چگالی ۱/۲۲ g/mL و درصد جرمی ۳۵ مخلوط کنیم، غلظت مولی محلول نهایی چه مقداری است؟

($\text{H} = 1, \text{S} = 32, \text{O} = 16 \text{ g/mol}$)

(۱) ۴/۶۴

(۲) ۴۲۵۶

(۳) ۴۲۵۶

(۴) ۰/۴۲۵۶

۷۷۰. برای تهیه ۱۰۰ میلی لیتر محلول ۰/۵ مولار کلسیم برمید، چند گرم محلول ۵۰ درصد جرمی کلسیم برمید نیاز است؟

($\text{Ca} = 40, \text{Br} = 80 \text{ g/mol}$)

(۱) ۱۰

(۲) ۲۰

(۳) ۲۵

(۴) ۳۰

۷۷۱. کدام یک از انواع غلظت، فاقد یون می باشد؟

(۱) غلظت ppm - غلظت مولار (۲) درصد جرمی - غلظت ppm (۳) غلظت مولار - درصد جرمی (۴) غلظت مولار - درصد حجمی

۷۷۲. چند میلی لیتر از محلول ۰/۱ HCl مولار با ۳ g از فلز آلومینیوم واکنش می دهد؟

($\text{Al} = 27 \text{ g/mol}$)

(۱) ۰/۶۶

(۲) ۶۶۰

(۳) ۳۳۰

(۴) ۰/۳۳



۷۷۳. اگر ۲۵۰ میلی لیتر محلول سدیم هیدروکسید بتواند در واکنش کامل با فسفریک اسید، ۰/۱ مول سدیم فسفات در آب تشکیل دهد، غلظت این محلول، برابر چند مول بر لیتر است؟

(تورن: ۹۷)

(۱) ۲/۸

(۲) ۲/۵

(۳) ۱/۴

(۴) ۱/۲

۷۷۴. به تقریب چند میلی لیتر محلول نیتریک اسید تجاری با خلوص ۷۰ درصد و چگالی 1.42 g/mL می تواند ۰/۱ مول باریم هیدروکسید را خنثی کند؟

(تورن: ۹۷)

(۱) ۱۰

(۲) ۱۵

(۳) ۲۰

(۴) ۲۵

۷۷۵. چند میلی لیتر محلول هیدروکلریک اسید با غلظت ۰/۱۵ مولار برای واکنش کامل با ۱/۷۵ گرم آهن با خلوص ۹۶ درصد لازم است؟

(تورن: ۹۷)

(۱) ۸۰۰

(۲) ۶۰۰

(۳) ۴۰۰

(۴) ۲۰۰



(ناخالصی با اسید واکنش نمی دهد، $\text{Fe} = 56$ گرم بر مول)

(تورن: ۹۷)

۷۷۶. اگر غلظت مولی کل یون‌های موجود در یک نمونه محلول کلسیم کلرید خالص، برابر 0.06 mol.L^{-1} باشد، در واکنش کامل 100 میلی‌لیتر از این محلول با محلول نقره نیتрат چند میلی‌گرم رسوب سفید نقره کلرید تشکیل می‌شود؟ ($\text{Cl} = 35.5$, $\text{Ag} = 108$; g.mol^{-1})

(زیاده از کشور ۹۰٪)

۲۳۰/۵ (۲)

۲۸۷ (۱)

۷۱۶/۵ (۳)

۵۷۴ (۳)

۷۷۷. اگر از تیخیر 100 میلی‌لیتر محلول منیزیم کلرید، 0.19 گرم نمک بدون آب به‌دست آید، غلظت این محلول چند mol/L بوده است؟ ($\text{Mg} = 24$, $\text{Cl} = 35.5$; g.mol^{-1})

(کمتر از ۹۰٪)

2.5×10^{-2} (۴)

2.5×10^{-2} (۳)

2×10^{-2} (۲)

2×10^{-2} (۱)

۷۷۸. در 60 میلی‌لیتر محلول 40 درصد جرمی سولفوریک اسید با چگالی 1.25 g/mL ، چند گرم از این اسید وجود دارد؟ ($\text{H}_2\text{SO}_4 = 98$; g.mol^{-1})

(زیاده از ۸۷٪)

۴۰ (۴)

۳۵ (۳)

۳۰ (۲)

۲۵ (۱)

۷۷۹. برای تهیه 100 میلی‌لیتر محلول 2 مولار HCl ، چند میلی‌لیتر محلول $36/5$ درصد جرمی با چگالی 1.125 g.mL^{-1} لازم است؟ (زیاده از ۹۰٪)

۲۰ (۴)

۱۸ (۳)

۱۶ (۲)

۱۲ (۱)

۷۸۰. در دستگاه اندازه‌گیری قند خون (گلوکومتر)، غلظت گلوکز یک فرد 110 میلی‌گرم بر 100 میلی‌لیتر ($\text{mg}/100\text{mL}$) نشان داده می‌شود. غلظت گلوکز برحسب مولار چقدر می‌باشد؟ ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = 180$; g.mol^{-1})

2.6×10^{-2} (۴)

6.1×10^{-2} (۳)

4×10^{-2} (۲)

4.5×10^{-2} (۱)

۷۸۱. محلول 29 درصد جرمی سولفوریک اسید (H_2SO_4) $3/58$ مولار است. چگالی این محلول چند g.mL^{-1} است؟ ($\text{H} = 1$, $\text{O} = 16$, $\text{S} = 32$; g.mol^{-1})

۱/۸ (۴)

۲/۵ (۳)

۲/۲ (۲)

۱/۲ (۱)

۷۸۲. 80 گرم محلول $36/5$ درصد جرمی هیدروکلریک اسید، چند میلی‌لیتر محلول $3/12$ مولار آن را می‌توان تهیه کرد؟ (زیاده از کشور ۹۰٪)

($\text{H} = 1$, $\text{Cl} = 35.5$; g.mol^{-1})

۱۰۰ (۴)

۱۵۰ (۳)

۲۰۰ (۲)

۲۵۰ (۱)

۷۸۳. غلظت NaCl در سرم معمولی خون، تقریباً 0.14 مولار است. چه حجمی از خون بر حسب میلی‌لیتر حاوی 100 میلی‌گرم NaCl خواهد بود؟ ($\text{Na} = 23$, $\text{Cl} = 35.5$; g.mol^{-1})

1.76 (۴)

$22/4$ (۳)

$12/21$ (۲)

$54/3$ (۱)

۷۸۴. اگر 20 میلی‌لیتر محلول 0.3 مولار کلرید فلز M با 30 میلی‌لیتر محلول 0.6 مولار نقره نیترات واکنش کامل بدهد، کاتیون تشکیل‌دهنده این کلرید کدام است؟ (کمتر از کشور ۹۷٪)

(زیاده از کشور ۹۷٪)

M^{2+} (۴)

M^{3+} (۳)

M^{2+} (۲)

M^{+} (۱)

۷۸۵. یک لیتر محلول H_3PO_4 با چگالی 1.88 g/mL و خلوص 86% ، موجود است. با توجه به واکنش زیر، مول P_2O_5 کدام است؟ ($\text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow 2\text{H}_5\text{P}_2\text{O}_7$) ($\text{P} = 31$, $\text{O} = 16$, $\text{H} = 1$; g.mol^{-1})

$1/520$ (۴)

$3/861$ (۳)

$5/724$ (۲)

$7/632$ (۱)

۷۸۶. چند میلی‌لیتر محلول 0.1 مولار سود، به 80 میلی‌لیتر سولفوریک اسید 0.2 مولار بیفزاییم تا مولاریته اسید به 0.15 مولار کاهش یابد؟ (زیاده از ۹۰٪)

۱۰ (۴)

۱۵ (۳)

۸۰ (۲)

۳۰ (۱)

۷۸۷. اگر 250 میلی‌لیتر محلول 0.2 مولار پتاسیم دی‌کرومات را گرما دهیم تا تمام آب آن خارج شود، چند گرم نمک بر جای خواهد ماند؟ ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 = 294$; g.mol^{-1})

(زیاده از ۹۰٪)

$7/35$ (۴)

$14/7$ (۳)

$24/5$ (۲)

$12/25$ (۱)

۷۸۸. در محلول 85 درصد جرمی سولفوریک اسید با چگالی 1.14 g.mL^{-1} غلظت مولار آن کدام است؟ ($\text{S} = 32$, $\text{O} = 16$, $\text{H} = 1$; g.mol^{-1})

۸ (۴)

۲/۵ (۳)

$12/14$ (۲)

۵ (۱)

۷۸۹. اگر در یک محلول، جرم حلال ۳ برابر جرم ماده حل‌شونده باشد، درصد جرمی این محلول کدام است؟

۱۸ (۴)

$33/3$ (۳)

۲۰ (۲)

۲۵ (۱)

۷۹۰. مول از یک کلرید فلزی در آب حل شده است. این محلول با 250 میلی‌لیتر محلول 0.2 مولار AgNO_3 به‌طور کامل واکنش می‌دهد. فرمول کلرید فلزی آن چیست؟

MCl_2 (۴)

MCl_2 (۳)

MCl (۲)

MCl_2 (۱)

۷۹۱. چند میلی‌لیتر از یک محلول $36/5$ درصد جرمی هیدروکلریک اسید با چگالی 1.12 g.mL^{-1} باید به 10 لیتر آب اضافه شود تا غلظت یون کلرید به تقریب برابر $109/5 \text{ ppm}$ شود؟ ($\text{d} = 1 \text{ g.mL}^{-1}$, $\text{H} = 1$, $\text{Cl} = 35.5$; g.mol^{-1})

(سازادی زیاده ۹۸٪)

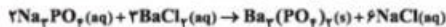
$5/2$ (۴)

$2/52$ (۳)

$1/8$ (۲)

$0/52$ (۱)

۷۹۲. چند میلی‌لیتر محلول ۰/۲۵ مولار سدیم فسفات برای واکنش کامل با ۱۲/۴۸ گرم باریم کلرید لازم است؟ ($Cl = ۳۵/۵$, $Ba = ۱۳۷$: $g.mol^{-1}$)



(۱) ۱۰۰ (۲) ۱۲۵ (۳) ۲۵۰ (۴) ۱۶۰ (۵) ۳۰۰

۷۹۳. در محلول H_3PO_4 با چگالی $۰/۸۸ g/mL$ و خلوص ۸۶٪، مولاریته برحسب P_2O_5 ۱ کدام است؟ ($P = ۳۱$, $O = ۱۶$, $H = ۱$: $g.mol^{-1}$)

(۱) ۷/۶۳۳ (۲) ۵/۷۲۴ (۳) ۳/۸۶۱ (۴) ۹/۵۴۰ (۵) ۱/۵۴۰

۷۹۴. ۲۵ گرم سدیم هیدروکسید را در ۱۷۵ گرم آب حل می‌کنیم، درصد جرمی و غلظت مولار محلول به‌دست آمده به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

(چگالی محلول را $۱/۲ g.mL^{-1}$ در نظر بگیرید. ($H = ۱$, $O = ۱۶$, $Na = ۲۳$: $g.mol^{-1}$))

(۱) $۳/۷۵ - ۱۲/۵$ (۲) $۲/۷۵ - ۱۲/۵$ (۳) $۳/۷۵ - ۱۴/۲۵$ (۴) $۲/۷۵ - ۱۴/۲۵$

قسمت سوم: آیا نمک‌ها به یک اندازه در آب حل می‌شوند؟

۷۹۵. کدام عبارت صحیح است؟

- (۱) بیش‌ترین مقدار ماده برحسب گرم که در دمای معین در ۱۰۰g حلال حل شود را انحلال‌پذیری گویند.
- (۲) بیش‌ترین مقدار ماده برحسب گرم که در دمای معین در ۱۰۰g محلول حل شود را انحلال‌پذیری گویند.
- (۳) بیش‌ترین مقدار ماده برحسب مول که در دمای معین در ۱۰۰g حلال حل شود را انحلال‌پذیری گویند.
- (۴) بیش‌ترین مقدار ماده برحسب مول که در دمای معین در ۱۰۰g محلول حل شود را انحلال‌پذیری گویند.

۷۹۶. چند مورد از عبارت‌های زیر صحیح می‌باشد؟

- (آ) موادی که انحلال‌پذیری آن‌ها از ۰/۰۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب کم‌تر باشد، نامحلول در آب هستند.
- (ب) استون و اتانول به هر نسبتی در آب حل می‌شوند.
- (پ) انحلال‌پذیری کلسیم سولفات بین ۰/۰۱ تا ۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب است.
- (ت) نقره کلرید و باریم سولفات در آب نامحلول هستند.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۷۹۷. کدام عبارت نادرست است؟

- (۱) انحلال‌پذیری پتاسیم نیترات و پتاسیم کلرید برحسب دما، گرماگیر است.
- (۲) انحلال‌پذیری Li_2SO_4 گرماده است و با افزایش دما، میزان انحلال آن زیاد می‌شود.
- (۳) نمودار انحلال‌پذیری برخی مواد، بر اثر افزایش یا کاهش دما تغییر چشمگیری ندارد.
- (۴) با افزایش دما، سرعت انحلال برای همه مواد قابل انحلال در آب، بالا می‌رود.

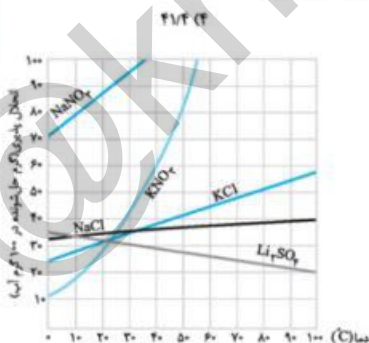
۷۹۸. غلظت مولی یون سدیم در ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول سیرشدهٔ سدیم نیترات، برابر ۴ مول بر لیتر است. انحلال‌پذیری این نمک چند گرم می‌باشد، در حالی‌که چگالی محلول $۱/۲$ گرم بر میلی‌لیتر است؟ ($Na = ۲۳$, $O = ۱۶$, $N = ۱۴$: $g.mol^{-1}$)

(۱) ۳۹/۵ (۲) ۴۲/۳ (۳) ۳۵/۲ (۴) ۴۱/۴

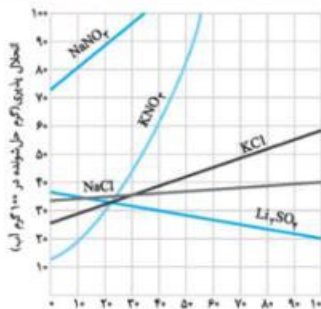
۷۹۹. با توجه به نمودار روبه‌رو، در دمای $۲۲^\circ C$ حداکثر چند مول سدیم نیترات

در ۲۰۰ گرم آب حل می‌شود؟ ($Na = ۲۳$, $N = ۱۴$, $O = ۱۶$: $g.mol^{-1}$)

(۱) ۲/۱
(۲) ۲/۵
(۳) ۴/۱
(۴) ۲/۴



۱- ترکیب P_2O_5 وجود خارجی ندارد بلکه به‌صورت P_4O_{10} است.



۸۰۰ با توجه به نمودار رویه‌رو چند عبارت صحیح است؟

- (آ) انحلال‌پذیری پتاسیم نیترات در دمای 30°C بیش‌تر از انحلال‌پذیری پتاسیم کلرید در همین دما است.
 (ب) تأثیر دما بر انحلال‌پذیری پتاسیم نیترات بیش‌تر از پتاسیم کلرید است.
 (پ) بیش‌ترین مقدار ماده KNO_3 که می‌توان در دمای 10°C در 100 گرم آب حل کرد برابر 60 گرم است.
 (ت) با کاهش دما، انحلال‌پذیری یک ماده در نمودار داده‌شده افزایش می‌یابد.
- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۸۰۱ اگر محلول سیرشده شکر (ساکاروز $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) در 250 گرم آب در دمای معین تهیه شود، جرم کل محلول برابر چند گرم و شمار مول‌های ساکاروز حل‌شده به تقریب کدام است؟ (انحلال‌پذیری ساکاروز در این دما، برابر 205 گرم در 100 گرم آب است). (زیاده‌تر از ۹۸)

۱ (۱) $2/4 - 512/5$ ۲ (۲) $2/4 - 762/5$ ۳ (۳) $1/5 - 512/5$ ۴ (۴) $1/5 - 762/5$

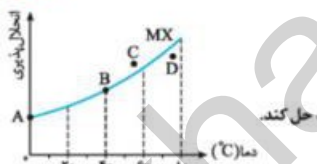
۸۰۲ چند مورد از مطالب زیر صحیح می‌باشد؟

- (آ) سنگ کلیه بیش‌تر از جنس نمک‌های کلسیم‌دار است و زمانی تشکیل می‌شود که مقدار نمک‌های کلسیم‌دار در ادرار، بیش‌تر از انحلال‌پذیری آن نمک باشد و نزدیک به 3% جمعیت ایران دارای سنگ کلیه هستند.
 (ب) در محلول‌های سیرشده همواره جرم ماده حل‌شونده کم‌تر از جرم حلال است.
 (پ) در نمودار تغییرات انحلال‌پذیری - دما هر نقطه زیر نمودار انحلال‌پذیری، نشان‌دهنده یک محلول سیرنشده است.
 (ت) در دمای 25°C ، کلسیم سولفات کم‌محلول بوده و نقره کلرید و باریم سولفات نامحلول هستند.
- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۸۰۳ اگر بتوان با 0.5 mol از Li_2SO_4 در 20 g آب، یک محلول سیرشده تهیه کرد، مقدار انحلال‌پذیری این ترکیب در این دما چه مقدار است؟ ($\text{S} = 32$, $\text{O} = 16$, $\text{Li} = 7$; g.mol^{-1})

۱ (۱) $5/5$ ۲ (۲) $2/5$ ۳ (۳) $27/5$ ۴ (۴) $27/5$

(زیاده‌تر از ۹۸)

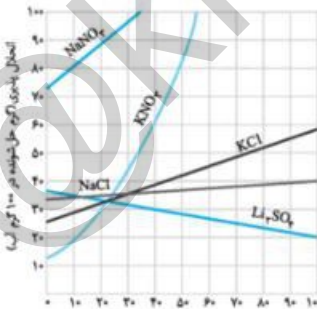


۸۰۴ با توجه به شکل رویه‌رو، چند مورد از مطالب زیر، درباره نمک MX درست است؟

- در نقطه B، محلول این نمک، حالت سیرشده دارد.
 - نقطه A، انحلال‌پذیری این نمک را در دمای 0°C نشان می‌دهد.
 - در نقطه D، حلال می‌تواند مقدار دیگری از این نمک را در خود حل کند.
 - در نقطه C، حلال توانسته است مقدار بیش‌تری از حد سیر شدن از این نمک را در خود حل کند.
- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۸۰۵ با توجه به نمودار رویه‌رو، چند عبارت زیر صحیح است؟

- (آ) وابستگی انحلال‌پذیری سدیم کلرید به دما در مقایسه با پتاسیم کلرید، کم‌تر است.
 (ب) انحلال‌پذیری Li_2SO_4 با افزایش دما کاهش می‌یابد.
 (پ) دلیل تشکیل سنگ کلیه، مصرف بیش از حد نمک خوراکی است.
 (ت) حساسیت انحلال‌پذیری KNO_3 به تغییر دما بسیار کم و قابل چشم‌پوشی است.
- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)



۸۰۶ اگر انحلال‌پذیری ماده A در آب در دمای 25°C ، $4/8$ گرم باشد، درصد جرمی محلول سیرشده آن کدام است؟

- ۱ (۱) $4/58$ ۲ (۲) $2/4$ ۳ (۳) $1/4$ ۴ (۴) $5/2$

انحلال پذیری O_2 (mg/kg H_2O)	دمای آب
۱۴/۵	۰
۹/۰۷	۲۰
۶/۵	۴۰

۸۰۷. با توجه به داده‌های جدول مقابل، اگر یک تن آب از دمای سفر درجه سلسیوس تا دمای $40^{\circ}C$ گرم شود، در شرایطی که حجم مولی گازها 22.4 لیتر باشد، به تقریب چند لیتر گاز اکسیژن از آن آزاد می‌شود؟
(ریاضی فارغ از کشور ۹۴)

- ۴/۵ (۱)
۱۱/۲ (۲)
۲/۵ (۳)
۱۰/۲ (۴)

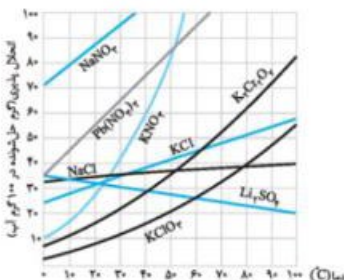
۸۰۸. با افزایش دمای دو کیلوگرم آب سیرشده از گاز کلر از $20^{\circ}C$ تا $53^{\circ}C$ ، چند لیتر گاز کلر در شرایط STP آزاد می‌شود و چند گرم کلر در محلول باقی می‌ماند؟ (انحلال پذیری کلر در آب در دمای $20^{\circ}C$ و $53^{\circ}C$ به ترتیب 0.73 و 2.75 گرم در 100 گرم آب است.)
(ریاضی فارغ از کشور ۹۴)

$$(Cl = 35.5 \text{ g.mol}^{-1})$$

- ۷/۵ - ۷/۱ (۱)
۳/۷۵ - ۴/۴۸ (۲)
۷/۵ - ۲/۲۴ (۳)
۷/۵ - ۲/۲۴ (۴)

۸۰۹. با توجه به نمودار روبه‌رو، اگر 70 گرم محلول سیرشده پتاسیم دی‌کرومات در دمای $55^{\circ}C$ تا دمای $26^{\circ}C$ سرد شود، حدود چند گرم از آن به صورت پلور از محلول جدا می‌شود؟
(کیمی فارغ از کشور ۸۹)

- ۶ (۱)
۸ (۲)
۱۰ (۳)
۱۲ (۴)

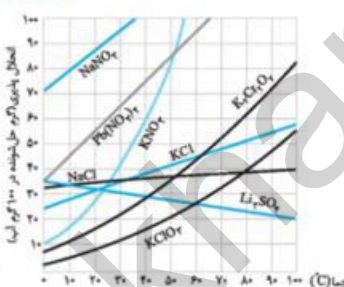


۸۱۰. انحلال پذیری پتاسیم نیترات در دمای $42^{\circ}C$ برابر با 61 گرم در 100 گرم آب است. به تقریب چند مول از این نمک را باید در 2 لیتر آب حل کرد تا محلول سیرشده آن در این دما به دست آید؟ (چگالی آب برابر با 1 g.mL^{-1} است.)
(کیمی ۹۷)

- ۶/۰۴ (۱)
۱۲/۰۸ (۲)
۱۸ (۳)
۲۴ (۴)

۸۱۱. محلولی سیرشده در 1000 گرم آب از چهار ترکیب KNO_3 ، $Pb(NO_3)_2$ ، $K_2Cr_2O_7$ و KCl در چهار ظرف جداگانه در دمای $40^{\circ}C$ تهیه شده است. بر اثر کاهش دمای این محلول‌ها به $10^{\circ}C$ ، جرم جامدی که ته‌نشین می‌شود، در کدام ظرف بیش‌تر است و در این دما محلول کدام نمک بیش‌ترین غلظت را برحسب گرم بر کیلوگرم حلال دارد؟
(کیمی فارغ از کشور ۹۳)

- (۱) سرب (II) نیترات - پتاسیم کلرید
(۲) پتاسیم نیترات - سرب (II) نیترات
(۳) پتاسیم نیترات - پتاسیم دی‌کرومات
(۴) سرب (II) نیترات - پتاسیم دی‌کرومات

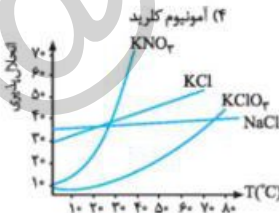


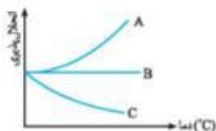
۸۱۲. n گرم از ماده A را در دمای معین در 100 گرم آب حل می‌کنیم تا محلول سیرشده به دست آید. اگر باندیم با افزایش دما، محلول موردنظر به یک محلول سیرنشده تبدیل می‌شود، ماده A کدام گزینه می‌تواند باشد؟

- (۱) کلسیم کلرید
(۲) سدیم هیدروکسید
(۳) اتانول
(۴) آمونیم کلرید

۸۱۳. با توجه به نمودار روبه‌رو، در دمای $10^{\circ}C$ انحلال پذیری کدام یک بیش‌تر است؟

- $NaCl$ (۱)
 $KClO_4$ (۲)
 KNO_3 (۳)
 KCl (۴)





۸۱۴ در نمودار مقابل، کدام نمودارها انحلال گاز SO_2 و نمک سدیم نیترات در آب است؟

- A - C (۲) B - A (۱)
B - C (۴) C - B (۳)

۸۱۵ کدام عبارت صحیح است؟

- (۱) انحلال پذیری ترکیب‌های محلول از یک گرم حل‌شونده در ۱۰۰ گرم آب بیش‌تر است.
(۲) در محلول‌های سیرشده، مقدار ماده حل‌شونده بیش‌تر از انحلال‌پذیری آن ماده در دمای معین است.
(۳) سنگ کلبه به دلیل ایجاد محلول سیرشده از برخی نمک‌های سدیم در کلبه به وجود می‌آید.
(۴) استون و سدیم کلرید به هر نسبتی در آب حل می‌شوند.

۸۱۶ انحلال‌پذیری نمک پتاسیم سولفات در ۱۰۰ گرم آب از رابطه $S = ۰.۳۵ + ۲۶$ پیروی می‌کند. اگر ۲۵۰ گرم محلول سیرشده پتاسیم سولفات در دمای $۶۰^{\circ}C$ داشته باشیم و آن را تا دمای $۱۵^{\circ}C$ سرد کنیم، درصد جرمی محلول حاصل، در دمای $۱۵^{\circ}C$ به تقریب چند درصد خواهد بود؟

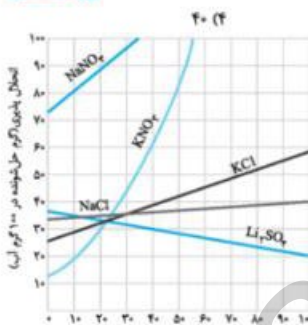
- ۲۲/۴ (۴) ۱۷/۱ (۳) ۶۰/۲ (۲) ۳۲/۲ (۱)

۸۱۷ قابلیت حل شدن پتاسیم نیترات در آب در دمای $۲۵^{\circ}C$ و $۷۵^{\circ}C$ به ترتیب برابر ۴۰ گرم و ۱۵۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. اگر ۱۲۰ گرم محلول سیرشده در دمای $۷۵^{\circ}C$ را تا دمای $۲۵^{\circ}C$ سرد کنیم، جرم محلول سیرشده حاصل چند گرم خواهد بود؟

- ۶۸/۴ (۴) ۶۷/۲ (۳) ۶۵ (۲) ۶۴ (۱)

۸۱۸ گنگالی محلول سیرشده ترکیب A با جرم مولی ۱۲۰ گرم بر مول در دمای $۳۰^{\circ}C$ برابر $۱/۲ \text{ g.mL}^{-1}$ است. اگر غلظت مولی ترکیب A در محلول سیرشده ۲ مولار باشد، انحلال‌پذیری این ماده چند گرم است؟

- ۲۵ (۳) ۳۰ (۲) ۲۰ (۱)



۸۱۹ با توجه به نمودار روبه‌رو، در دمای $۴۵^{\circ}C$ به تقریب چند مول پتاسیم کلرید در ۱۵۰ گرم محلول آبی سیرشده آن، حل شده است؟ ($K = ۳۹$, $Cl = ۳۵/۵ \text{ g.mol}^{-1}$)

- ۰/۵۷ (۱)
۰/۶۲ (۲)
۱/۲ (۳)
۱/۵ (۴)

۸۲۰ میزان انحلال‌پذیری محلولی از سدیم نیترات، هنگامی که حداکثر ۲۰ گرم از آن در ۱۲۰ گرم آب حل می‌شود، چقدر است؟

- ۱۸/۲ (۴) ۱۴ (۳) ۱۵/۲ (۲) ۱۶/۶۶ (۱)

۸۲۱ انحلال‌پذیری نمک KBr در دو دمای $۸۰^{\circ}C$ و $۱۰^{\circ}C$ درجه سانتی‌گراد به ترتیب ۵۰ و ۳۰ گرم است. اگر ۱۰۰ گرم محلول سیرشده از این نمک را از دمای $۸۰^{\circ}C$ به $۱۰^{\circ}C$ درجه سرد کنیم، چند گرم محلول باقی می‌ماند؟

- ۱۲/۳ (۴) ۸۶/۷ (۳) ۶۷ (۲) ۵۴/۳ (۱)

۸۲۲ انحلال‌پذیری پتاسیم نیترات در دمای $۳۰^{\circ}C$ برابر ۴۰ گرم است. اگر دمای یک محلول سیرشده را از $۳۰^{\circ}C$ درجه تا $۷۰^{\circ}C$ درجه افزایش دهیم، محلول تولید می‌شود.

- (۱) سیرشده (۲) سیرنشده (۳) فراسیرشده (۴) ابتدا سیرنشده و سپس سیرشده

قابلیت انحلال		ماده
$۲۰^{\circ}C$	$۶۰^{\circ}C$	
۲۱۰	۲۶۰	A
۴۲	۸۸	B
۸۴	۱۰۰	C
۱۸	۴۰	D

۸۲۳ با توجه به جدول مقابل، افزایش دما بر انحلال کدام ماده تأثیر بیش‌تری دارد؟

- A (۱)
B (۲)
C (۳)
D (۴)

۸۲۴ در ۷۵ گرم محلول سیرشده پتاسیم کلرید در دمای معین ۱۰ گرم KCl وجود دارد. انحلال پذیری پتاسیم کلرید در این دما کدام است؟

- ۱) ۱۵/۲۸ (۱) ۲) ۱۶/۴ (۲) ۳) ۱۷/۳ (۳) ۴) ۱۹/۴ (۴)

۸۲۵ با حل کردن ۰/۴ مول سدیم برمید در ۶۰ گرم آب در دمای معین، یک محلول سیرشده به دست می آید. انحلال پذیری سدیم برمید در این دما کدام است؟ ($\text{Na} = 23, \text{Br} = 80; \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

- ۱) ۶۲/۳ (۱) ۲) ۶۴/۲ (۲) ۳) ۶۸/۶ (۳) ۴) ۷۰/۴ (۴)

۸۲۶ در ۲۸ گرم از محلول پتاسیم سولفات در دمای ۹۰°C، مقدار ۸ گرم پتاسیم سولفات وجود دارد. چنانچه ۷ گرم پتاسیم سولفات در همان دما به این محلول اضافه کنیم، کدام گزینه رخ می دهد؟ (انحلال پذیری پتاسیم سولفات در دمای ۹۰°C برابر ۷۰ گرم است.)

- ۱) مقدار ۲ گرم پتاسیم سولفات رسوب می کند. ۲) همه پتاسیم سولفات اضافه شده رسوب می کند. ۳) مقدار پتاسیم سولفات حل شده در آب به ۱۴ گرم افزایش می یابد. ۴) همه پتاسیم سولفات به صورت محلول درمی آید.

۸۲۷ معادله انحلال پذیری سدیم نیترات برحسب دما به صورت $S = 10/80 + 72$ است. کدام گزینه با توجه به معادله انحلال پذیری داده شده نادرست است؟

- ۱) در دمای ۳۰°C میزان انحلال پذیری سدیم نیترات برابر ۹۶ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. ۲) نمودار انحلال پذیری رسم شده برحسب معادله داده شده به صورت صعودی است. ۳) در دماهای بالاتر از ۴۰°C یا افزایش هر ۱۰°C اختلاف انحلال پذیری، بیش تر تغییر می کند. ۴) در دمای ۳۰°C میزان انحلال پذیری سدیم نیترات $88 \text{ g}/100 \text{ g H}_2\text{O}$ است که حالت سیرشده را بیان می کند.

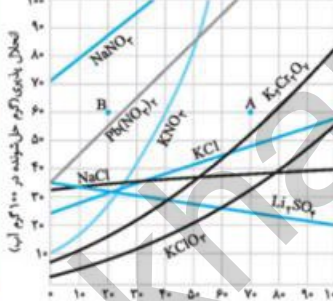
۸۲۸ با سرد کردن ۹۰۰ گرم محلول سیرشده پتاسیم کلرات از دمای ۹۴°C تا دمای ۳۲°C و جداسازی مواد جامد، جرم محلول باقی مانده به تقریب چند گرم خواهد بود؟ (انحلال پتاسیم کلرات در ۹۴°C و ۳۲°C به ترتیب برابر ۵۰ و ۱۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب است.)

- ۱) ۵۰۰ (۱) ۲) ۵۵۰ (۲) ۳) ۶۰۰ (۳) ۴) ۶۶۰ (۴)

۸۲۹ انحلال پذیری گاز هیدروژن سولفید در ۲۵°C برابر ۰/۳۴ گرم در ۱۰۰ گرم آب ($P = 1 \text{ atm}$) است. ۵۰۰ گرم محلول سیرشده از این ترکیب در این شرایط، با چند لیتر محلولی که در هر لیتر آن ۳/۴ گرم آهن (II) سولفات حل شده است، واکنش کامل می دهد؟



- ۱) ۲ (۱) ۲) ۲/۵ (۲) ۳) ۳ (۳) ۴) ۳/۵ (۴)



۸۳۰ اگر با توجه به شکل روبه رو، محلولی با مشخصات A از چهار ترکیب داده شده در گزینه ها، در چهار ظرف جداگانه، هر یک دارای ۱۰۰ گرم آب، در دمای ۷۰°C تهیه شود و سپس دمای محلول تا ۲۰°C کاهش داده شود، در ظرف محتوی کدام ماده کم ترین مقدار رسوب تشکیل می شود و وزن رسوب تشکیل شده به تقریب چند گرم است؟

- ۱) پتاسیم کلرید - ۲۸
۲) سدیم نیترات - صفر
۳) پتاسیم دی کرومات - ۴۸
۴) سرب (II) نیترات - ۵

۸۳۱ در یک فرایند شیمیایی، پتاسیم دی کرومات به صورت محلول سیرشده در دمای ۹۰°C به دست می آید. با کاهش دمای محلول به ۲۵°C چند درصد آن رسوب می کند و درصد جرمی آن در محلول باقی مانده به تقریب کدام است؟ (انحلال پذیری این ماده در ۹۰°C و ۲۵°C به ترتیب برابر ۷۰ و ۱۴ گرم در ۱۰۰ گرم آب است.)

- ۱) ۱۲/۳ - ۹۰ (۱) ۲) ۲۰ - ۹۰ (۲) ۳) ۲۰ - ۸۰ (۳) ۴) ۱۲/۳ - ۸۰ (۴)

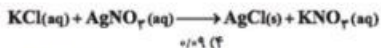
۸۳۲ انحلال پذیری پتاسیم کلرید در دمای ۲۵°C برابر ۵۰ گرم است. اگر ۳۰ گرم محلول سیرشده پتاسیم کلرید را در ظرف سربازی در دمای ثابت ۲۵°C قرار دهیم، پس از تبخیر ۵ گرم آب، کدام گزینه رخ می دهد؟

- ۱) ۶/۲۵ گرم KCl رسوب می کند. ۲) ۷/۵ گرم KCl رسوب می کند. ۳) ۲/۵ گرم KCl رسوب می کند. ۴) هیچ رسوبی تشکیل نمی شود.

۸۳۳ انحلال پذیری پتاسیم نیترات در دماهای ۲۰°C و ۵۰°C به ترتیب ۲۵ و ۶۰ گرم است. چنان چه ۱۰۰ گرم محلول سیرشده پتاسیم نیترات در دمای ۲۰°C را تا دمای ۵۰°C گرم کنیم، محلول جدید حداکثر چند گرم پتاسیم نیترات را می تواند در خود حل کند؟

- ۱) ۲۸ (۱) ۲) ۲۰ (۲) ۳) ۲۸ (۳) ۴) ۳۶ (۴)

۸۳۴. انحلال پذیری نمک پتاسیم کلرید در دمای معین برابر ۳۰ گرم است. از واکنش کامل ۵۲ گرم محلول سیر شده آن با نقره نیترات چند مول رسوب نقره کلرید بر اساس واکنش زیر به دست می آید؟ ($KCl = 74/5 : g.mol^{-1}$)



عاده	انحلال پذیری در ۱۰۰ گرم آب
A	به هر نسبتی حل می شود.
B	۱۱۰
C	۰/۴

۸۳۵. با توجه به جدول مقابل، مواد A، B و C به ترتیب کدام مواد هستند؟

- (۱) استون - کلوسولفات
(۲) اتانول - کلوسولفات - نقره کلرید
(۳) اتانول - هیدروژن برمید - تولوئن
(۴) متانویک اسید - پارم سولفات - کلوسولفات

۸۳۶. چند عبارت از جمله های زیر نادرست هستند؟

(A) انحلال پذیری نقره کلرید از کلوسولفات کم تر است.

(B) در یک میلی لیتر آب، انحلال پذیری سدیم کلرید بیش تر از نقره کلرید است.

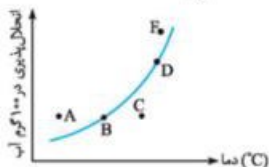
(P) در افرادی که مبتلا به تشکیل سنگ کلیه هستند، مقدار نمک های کلوسیم دار در ادرار آن ها از انحلال پذیری این نمک ها بیش تر است.

(T) در افراد مبتلا به بیماری نفوس میزان انحلال نمک کلوسیم اورات از انحلال پذیری آن در پلاسما ی خون کم تر است.

۸۳۷. نمودار مقابل مربوط به انحلال پذیری پتاسیم نیترات است. کدام نقطه ها می تواند مربوط به

یک محلول فراسیر شده این نمک باشد؟

- F - A (1)
A - B (2)
C - F (3)
B - D (4)



۸۳۸. اگر انحلال پذیری گاز A در دمای ۲۵°C و ۴۵°C به ترتیب ۸ و ۱۵ میلی گرم در ۱۰۰ گرم آب باشد، با گرم کردن ۲ کیلوگرم آب از دمای ۲۵°C تا ۴۵°C، در شرایطی که حجم مولی گازها را ۲۴ لیتر در نظر بگیریم، چند لیتر گاز A آزاد می شود؟ (جرم مولی گاز A را برابر ۲۸ گرم بر مول در نظر بگیرید.)

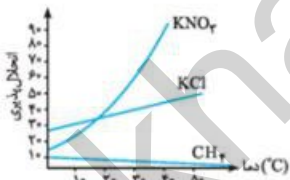
- (1) ۱۲/۰ (2) ۲۴/۰ (3) ۳۶/۰ (4) ۲۲/۰

۸۳۹. محلول سیر شده ای از پتاسیم کلرید را از دمای ۶۰°C تا دمای ۰°C به سرعت سرد می کنیم. در نتیجه این عمل می شود و محلول حاصل در این دما سیر است.

(۱) محلول منجمد - شده (۲) محلول منجمد - نشده (۳) مقداری رسوب تشکیل - شده (۴) مقداری رسوب تشکیل - نشده

۸۴۰. با توجه به جدول و نمودار روبه رو، کدام مقایسه درست است؟

- A > B (1)
D < F (2)
C < E (3)
A > F (4)



عاده	انحلال پذیری	
	۶۰°C	۲۰°C
CH ₄	A	B
KCl	C	D
KNO ₃	E	F

۸۴۱. مقدار ۳۵ گرم ماده A را در دمای ۷۰°C در ۱۰۰ گرم آب حل می کنیم تا محلول سیر شده به دست آید. اگر بدانییم با کاهش دما تا ۳۰°C، محلول مورد نظر تبدیل به یک محلول سیر نشده می شود، ماده A کدام گزینه می تواند باشد؟

۸۴۲. انحلال پذیری ۱- هگزانول ($C_6H_{13}OH$) در دمای معین برابر ۰/۵۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. غلظت مولار محلول سیر شده آن در این دما ($d = 1 : g.ml^{-1}$) به تقریب کدام است؟ ($O = 16, C = 12, H = 1 : g.mol^{-1}$)

- (1) ۰/۰۱ (2) ۰/۰۰۱ (3) ۰/۰۵ (4) ۰/۰۰۵

۸۴۳. ۴۰ گرم از محلول سدیم نیترات در دمای ۲۵°C، مقدار ۱۰ گرم $NaNO_3$ وجود دارد. اگر انحلال پذیری نمک در دمای ۲۵°C برابر ۸۰ گرم باشد، با اضافه کردن ۱۵ گرم نمک به محلول، کدام گزینه اتفاق می افتد؟

- (۱) ۱ گرم نمک رسوب می کند.
(۲) یک محلول سیر شده ایجاد می شود و هیچ رسوبی تشکیل نمی شود.
(۳) همه ۱۵ گرم نمک حل می شود و محلول نهایی یک محلول سیر شده است.

۸۴۴ قابلیت حل شدن پتاسیم نیترات در آب در دماهای 50°C و 80°C به ترتیب 100 گرم و 180 گرم پتاسیم نیترات در 100 گرم آب است. اگر 100 گرم محلول سیر شده در دمای 80°C را تا دمای 50°C سرد کنیم، جرم محلول سیر شده حاصل در دمای 50°C ، چند گرم خواهد بود؟

(الف) ۷۱/۲۳ (ب) ۸۰/۲۱ (ج) ۵۰ (د) ۲۵ (ه) (المیخ)

۸۴۵ در 90 گرم محلول سیر شده مس (II) سولفات در دمای معین، 40 گرم CuSO_4 وجود دارد. قابلیت حل شدن مس (II) سولفات برحسب گرم در این دما برابر است با:

(الف) ۲۰ (ب) ۲۲/۲ (ج) ۴۴/۴ (د) ۸۰ (ه) (المیخ)

۸۴۶ فرض کنید درصد جرمی ترکیب B در یک نمونه محلول فراسیر شده آن برابر 20% و چگالی محلول فراسیر شده برابر $1/20\text{ g/cm}^3$ باشد. از سویی درصد جرمی B و چگالی محلول سیر شده به ترتیب برابر 20% و $1/10\text{ گرم بر سانتی متر مکعب}$ می باشد. نسبت مولاریته محلول فراسیر شده به مولاریته محلول سیر شده کدام است؟ ($M_B = 110\text{ g.mol}^{-1}$)

(الف) ۱/۱ (ب) ۱/۶۴ (ج) ۰/۸ (د) ۱/۲ (ه) (المیخ)

۸۴۷ چند عبارت، از جمله های زیر نادرست می باشد؟

(ا) وجود کلسیم کربنات در آب برخی از چشمه های آب گرم، به علت عبور آب گرم داخل زمین از میان سنگ های آذرین است.
(ب) تشکیل شکل های زیبا از سنگ های رسوبی به علت وجود مقدار بیش تری از CaCO_3 در آب چشمه های آب گرم، که از میزان انحلال پذیری این نمک زیادتر است.

(پ) نمودار انحلال پذیری نمک A با معادله $S = -48 + 12T$ به صورت نزولی است.

(ت) با گرم کردن یک محلول سیر شده از لیتیم سولفات امکان تشکیل محلول سیر شده وجود دارد.

(الف) ۴ (ب) ۳ (ج) ۲ (د) ۱ (ه) (المیخ)

۸۴۸ محلول سیر شده نمکی با جرم مولی 80 g.mol^{-1} و چگالی $1/2\text{ g.mL}^{-1}$ در دمای معین، تهیه شده است. اگر غلظت مولی آن در همان دما برابر 2 mol/L باشد، انحلال پذیری آن در دمای آزمایش، چند گرم در 100 گرم آب است؟

(الف) ۳۰ (ب) ۲۴ (ج) ۲۰ (د) ۱۶ (ه) (المیخ)

۸۴۹ کدام جمله نادرست است؟

(۱) یکای انحلال پذیری گرم حل شده است.

(۲) کلسیم فسفات همانند باریم سولفات در آب نامحلول است.

(۳) ماده ای که میزان انحلال آن در 1000 گرم آب کمتر از 0.1 گرم باشد نامحلول نامیده می شود.

(۴) باریم سولفات برخلاف سدیم نیترات در آب کم محلول است.

۸۵۰ با توجه به داده های جدول روبه رو، کدام مطلب درست است؟ (کمره فارغ از کتب)

(۱) انحلال پتاسیم کلرید در آب، برخلاف ۳ ماده دیگر گرماده است.

(۲) شیب نمودار انحلال پذیری پتاسیم نیترات برحسب دما از سه ماده دیگر بیش تر است.

(۳) محلول 150 گرم سرب (II) نیترات در 250 گرم آب در دمای 20°C سیر نشده است.

(۴) در 500 گرم محلول سیر شده پتاسیم کلرات در دمای 20°C ، 70 گرم از آن وجود دارد.

ماده	انحلال پذیری در 20°C	انحلال پذیری در 50°C
$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	۵۵	۸۵
KNO_3	۲۸	۸۲
KClO_4	۶	۱۶
KCl	۳۲	۴۳

۸۵۱ با توجه به شکل مقابل، به جای A، B و C کدام مواد را نمی توان قرار داد؟

(۱) $\text{A} = \text{KCl}$ ، $\text{B} = \text{C}_6\text{H}_5\text{O}_6$ ، $\text{C} = \text{BaSO}_4$

(۲) $\text{A} = \text{CuSO}_4$ ، $\text{B} = \text{CaSO}_4$ ، $\text{C} = \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

(۳) $\text{A} = \text{NaNO}_3$ ، $\text{B} = \text{CaSO}_4$ ، $\text{C} = \text{AgCl}$

(۴) $\text{A} = \text{C}_{17}\text{H}_{17}\text{O}_{11}$ ، $\text{B} = \text{AgCl}$ ، $\text{C} = \text{KCl}$



۸۵۲ انحلال پذیری پتاسیم نیترات در دمای 35°C برابر 42 گرم در 100 گرم آب است. اگر دما را تا 70°C افزایش دهیم، یک محلول

(۱) سیر شده تولید می شود. (۲) سیر نشده تولید می شود.

(۳) فراسیر شده تولید می شود. (۴) ابتدا فراسیر شده و سپس سیر شده تولید می شود.

قسمت چهارم: رفتار آب و دیگر مولکول‌ها در میدان الکتریکی

رفتار آب و دیگر مولکول‌ها در میدان الکتریکی

۸۵۳. چند مورد از مطالب زیر درست است؟

- (آ) کاهش حجم آب، در دمای 4°C تا 0°C از ویژگی‌های غیرعادی آب محسوب می‌شود.
 (ب) نوع اتم‌های سازنده و ساختار خمیده مولکول آب، نقش تعیین‌کننده‌ای در خواص آن دارند.
 (پ) آب در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند و از لحاظ بار الکتریکی خنثی است.
 (ت) با نزدیک کردن یک میله شیشه‌ای باردار به باریکه‌ای از آب، آب از مسیر خود منحرف می‌شود که دلیلی بر قطبی بودن مولکول آب است.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۸۵۴. چند مورد از عبارات‌های زیر در مورد آب صدق نمی‌کند؟ ($O = 16, C = 12, H = 1; \text{g.mol}^{-1}$)

- (آ) در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند.
 (ب) در میدان الکتریکی هیدروژن در مولکول به سمت میله با بار منفی جهت‌گیری می‌کند.
 (پ) فقط آب به هر سه حالت جامد، مایع و گاز در طبیعت یافت می‌شود.
 (ت) ساختار خمیده دارد و به دلیل داشتن قطب‌های مخالف ذره‌ای باردار است.
 (ث) جرم مولی آن یک دهم جرم مولی ساکارز (شکر) است.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۸۵۵. چه تعداد از عبارات‌های زیر درست می‌باشد؟

- (آ) حاصل ضرب اندازه بارهای الکتریکی در فاصله بین بارها را گشتاور دوقطبی گویند.
 (ب) واحد گشتاور دوقطبی دبی (D) است و جهت‌گیری مولکول‌های CO_2 و CO در میدان الکتریکی مشابه یکدیگر است.
 (پ) در مولکول‌های دو اتمی یکسان گشتاور دوقطبی برابر ستر است.
 (ت) مولکول HF گشتاور دوقطبی پیش‌تری از HI دارد، پس HI مولکول قطبی‌تری است.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۸۵۶. چه تعداد مقایسه در مورد گشتاور دوقطبی و مقدار آن درست است؟

- $\mu_{\text{NH}_3} = \mu_{\text{HCl}}$ • $\text{HF} : \mu(\text{D}) = 1/82$ •
 $\mu_{\text{AsH}_3} > \mu_{\text{HCl}}$ • $\text{HCl} : \mu(\text{D}) = 1/108$ •
 $\text{PH}_3 : \mu(\text{D}) = 2/8$ • $\text{HBr} : \mu(\text{D}) = 1/179$ •

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

(پایانه فارغ از کشور ۹۸)

۸۵۷. درباره HF ، HCl و HBr ، چند مورد از مطالب زیر، درست‌اند؟

- هر سه مولکول قطبی هستند.
- pH محلول یک مولار هر سه آن‌ها در آب، یکسان است.
- نقطه جوش HF در مقایسه با دو ترکیب دیگر، بالاتر است.
- مولکول‌های هر سه، می‌توانند پیوند هیدروژنی تشکیل دهند.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

(پروژه علاقه‌مندان)

۸۵۸. چه تعداد از مولکول‌های زیر در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند؟

- $\text{SiCl}_4 - \text{HCl} - \text{NCl}_3 - \text{CS}_2 - \text{SOCl}_2 - \text{SCl}_2$

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۸۵۹. آب و هیدروژن سولفید در کدام موارد تفاوت دارند؟

- (آ) داشتن پیوند هیدروژنی
 (ب) قطبی بودن مولکول
 (۱) و (ب)
 (۱) و (آ)
 (پ) و (ت)
 (آ) و (ب)

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۸۶۰. چه تعداد از موارد زیر صحیح می‌باشند؟

- (آ) مولکول‌های SO_2 و SO_3 و CH_4 در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند.
 (ب) در ترکیبات هیدروژن‌دار گروه ۱۵، هر چه عدد جرمی اتم مرکزی افزایش می‌یابد، در مقابل، گشتاور دوقطبی آن هم کاهش می‌یابد.
 (پ) مولکول آب به سمت میله شیشه‌ای باردار که به موی سر مالیده شده است، جذب می‌شود.
 (ت) اتم‌های H سر مثبت مولکول آب هستند که در میدان الکتریکی به سمت قطب منفی جهت‌گیری می‌کنند.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۸۶۱ چند مورد از عبارات‌های زیر صحیح است؟

- (آ) آب به هیچ عنوان نمی‌تواند حل‌شونده باشد.
(ب) از استون نمی‌توان محلول سیرشده در آب تهیه کرد.
(ث) هگزان در آب حل نشده و مخلوط ناهمگن ایجاد می‌کند.

۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴ (۵)
۸۶۲ آب و آمونیاک در کدام مورد تفاوت دارند؟ (H_2O و NH_3)

- (۱) مجموع تعداد الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی
(۲) نقطه جوش
(۳) داشتن پیوند هیدروژنی
(۴) قطبی بودن مولکول

۸۶۳ عنصرهای A و B می‌توانند با یکدیگر ترکیبی با فرمول تشکیل دهند که است.

(۱) AB_2 - ناقطبی (۲) AB_2 - قطبی (۳) AB_2 - ناقطبی (۴) AB_2 - قطبی

۸۶۴ کدام مولکول قطبی نیست؟

(۱) HCN (۲) CS_2 (۳) SO_2 (۴) NO

۸۶۵ مولکول‌های زیر همگی در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند به جز

(۱) AsH_3 (۲) SO_2 (۳) H_2S (۴) NF_3

۸۶۶ کدام مولکول قطبی و دارای ساختاری شبیه به آب است و اتم مرکزی آن اکنت شده است؟

(۱) NO_2 (۲) HCN (۳) SO_2 (۴) CS_2

۸۶۷ کدام دو مولکول ساختار مشابه دارند و هر دو قطبی هستند؟

(۱) SO_2 - CO_2 (۲) NH_3 - PCl_3 (۳) SO_2 - NF_3 (۴) CH_3O - CH_4

۸۶۸ گاز متان در کدام یک از مواد زیر بهتر حل می‌شود؟

(۱) H_2O (۲) C_2H_5OH (۳) CCl_4 (۴) CH_3COOH

۸۶۹ کدام گزینه درست نمی‌باشد؟

(۱) کربن تتراکلرید: ناقطبی (۲) پنتان: ناقطبی (۳) نیتروژن تری‌فلورید: ناقطبی (۴) گوگرد دی‌کلرید: قطبی

۸۷۰ اگر در مولکول X_2 ، X اتم Si باشد،
(۱) مولکول قطبی است.

۸۷۱ بسیاری از ویژگی‌های مواد قطبی مانند یا غیرقطبی مانند را می‌توان بر اساس توجیه کرد.

(۱) H_2S - CO_2 - نیروی واندروالسی (۲) HCl - SiH_4 - پیوند هیدروژنی

(۳) NH_3 - HI - پیوند هیدروژنی (۴) SO_2 - NF_3 - نیروی واندروالسی

۸۷۲ با توجه به این‌که قطبیت پیوند H-F از H-O است، نقطه جوش HF از H_2O است.

(۱) کم‌تر - کم‌تر (۲) بیش‌تر - بیش‌تر (۳) کم‌تر - بیش‌تر (۴) بیش‌تر - کم‌تر

۸۷۳ نمودار رویه‌رو مربوط به نقطه جوش ترکیب‌های هیدروژن‌دار گروه‌های ۱۴، ۱۵، ۱۶ و ۱۷ جدول تناوبی است. با توجه به این نمودار، چند عبارت درست است؟

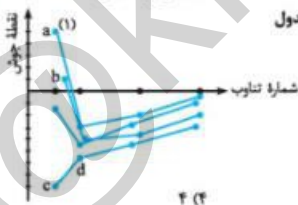
(آ) نمودار ۱ مربوط به ترکیبات هیدروژن‌دار گروه ۱۶ است.

(ب) بالاتر بودن نقطه جوش ترکیب d از c به علت جرم مولی بیش‌تر آن است.

(پ) d ترکیبی با مولکول‌های ناقطبی است.

(ت) تعداد هیدروژن‌های ترکیب a از تعداد هیدروژن‌های ترکیب b بیش‌تر است.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)



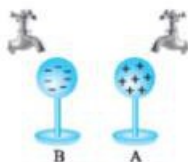
۸۷۴ در مورد پدیده انحلال کدام عبارت درست است؟

(۱) مواد قطبی و غیرقطبی در حلال‌های غیرقطبی حل می‌شوند.

(۲) مواد قطبی و غیرقطبی در حلال‌های قطبی حل می‌شوند.

(۳) مواد قطبی در حلال قطبی و مواد غیرقطبی در حلال غیرقطبی حل می‌شوند.

(۴) مواد قطبی در حلال‌های غیرقطبی و مواد غیرقطبی در حلال‌های قطبی حل می‌شوند.



۸۷۵ با توجه به شکل، چند عبارت از جمله‌های زیر نادرست است؟

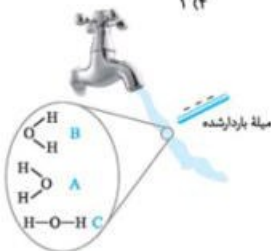
- (آ) با باز کردن شیرهای آب، باریکه آب فقط در شکل B منحرف می‌شود.
(ب) با باز کردن شیرهای آب، باریکه آب در شکل B جذب و در شکل A دفع می‌شود.
(پ) با باز کردن شیرهای آب، باریکه‌های آب در هر دو شکل A و B جذب می‌شوند.
(ت) انحراف باریکه آب، به دلیل خمیده بودن مولکول آب صورت می‌گیرد.
(ث) جهت‌گیری مولکول‌های آب در شکل A و B یکسان است.

۱ (۴)

۲ (۳)

۳ (۲)

۴ (۱)



۸۷۶ با توجه به شکل کدام مطلب درست است؟

- (۱) در باریکه آب جهت‌گیری مولکول‌های آب به شکل A هستند.
(۲) در باریکه آب، جهت‌گیری مولکول‌های آب به شکل C می‌باشند.
(۳) در باریکه آب، جهت‌گیری مولکول‌های آب به شکل B می‌باشند.
(۴) مولکول آب به شکل ساختار C، جذب میله‌ای با بار الکتریکی مثبت می‌شود.

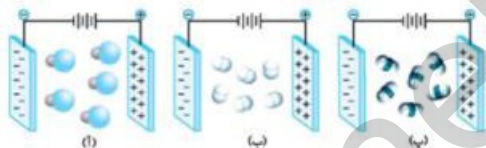
۸۷۷ با توجه به مولکول‌های CH_4 و CO_2 و O_2 کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) تعداد جفت‌الکترون‌های ناپیوندی و پیوندی CO_2 با یکدیگر برابرند.
(۲) تعداد جفت‌الکترون‌های پیوندی متان با تعداد جفت‌الکترون‌های ناپیوندی O_2 برابر است.
(۳) هر سه مولکول در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کنند.
(۴) گشتاور دوقطبی مولکول متان برخلاف مولکول CO_2 بزرگ‌تر از صفر است.

نیروی بین مولکولی و دمای جوش آن‌ها

۸۷۸ با توجه به شکل‌های روبه‌رو کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) شکل (۱) می‌تواند مربوط به مولکول‌های CO و HCl باشد.
(۲) شکل (ب) می‌تواند مربوط به مولکول‌های N_2 و O_2 باشد.
(۳) در شکل (پ) مولکول‌های قطبی در میدان الکتریکی جهت‌گیری کرده‌اند.



- (۴) ترکیبات قطبی می‌توانند در میدان الکتریکی مانند شکل (۱) و ترکیبات ناقطبی مانند شکل (ب) جهت‌گیری کنند.

۸۷۹ کدام گزینه صحیح است؟

- (۱) در مولکول‌های استون، اتانول، آمونیاک و هیدروژن فلئورید، پیوند هیدروژنی وجود دارد.
(۲) هر چه نیروی بین مولکولی قوی‌تر باشد، گاز راحت‌تر به مایع تبدیل می‌شود.
(۳) متفاوت بودن نقطه جوش آب با H_2S ، به ساختار متفاوت آن‌ها وابسته است.
(۴) دلیل اصلی ناقطبی بودن SO_2 ، یکسان بودن پیوندها در آن است.

۸۸۰ چند مورد از عبارت‌های زیر صحیح است؟

- (آ) استون و اتانول ترکیب آلی هستند.
(ب) تعداد اتم‌های هیدروژن در مولکول‌های اتانول و استون برابر است.
(ت) اتانول به دلیل تشکیل پیوندهای هیدروژنی بیش‌تر از استون در آب حل می‌شود.
(ث) جرم مولی اتانول کم‌تر از استون است، پس نقطه جوش اتانول نیز کم‌تر از استون می‌باشد.

۵ (۴)

۴ (۳)

۳ (۲)

۲ (۱)

۸۸۱ کدام مقایسه درباره نقطه جوش ترکیبات درست است؟

- $\text{HCl} > \text{HBr}$ (۴) $\text{Br}_2 < \text{Cl}_2$ (۳) $\text{NH}_3 > \text{PH}_3$ (۲) $\text{H}_2\text{S} > \text{H}_2\text{O}$ (۱)
 $\text{e}^-\text{NCl}_4 - \text{NO}_2 - \text{MgBr}_2 - \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} - \text{C}_2\text{H}_{11}\text{O}_6 - \text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (۴) (۳) (۲) (۱)

۸۸۲ چه تعداد از ترکیبات روبه‌رو مولکولی هستند؟

۸۸۳ چند مورد از عبارت‌های زیر صحیح است؟

- (آ) در ترکیب آمونیوم کلرید فقط پیوند یونی وجود دارد.
(ب) هر چه جرم بیش‌تر باشد، قدرت نیروهای والدروالسی بیش‌تر می‌شود.
(ت) در هنگام جوشیدن، نیروهای بین مولکولی ضعیف می‌شوند.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۸۸۴ چند مورد از گزینه‌های زیر تشکیل مخلوط ناهمگن می‌دهد؟

- | | | |
|-----------------|----------------|-----------------------|
| (آ) پد و هگزان | (ب) پد و آب | (پ) هگزان و آب |
| (ت) اتانول و آب | (ث) استون و آب | (ج) باریم سولفات و آب |
| ۳ (۱) | ۴ (۲) | ۵ (۳) |
| | | ۶ (۴) |

(پایه علاقه‌مندان)

۸۸۵ کدام عبارت نادرست است؟

- (۱) از میان جفت گازهای O_2 و Cl_2 ، گاز O_2 سخت‌تر به مایع تبدیل می‌شود.
- (۲) نیروی جاذبه ضعیف میان مولکول‌های Cl_2 از نوع نیروی جاذبه واندروالسی (لاندون) یا دوقطبی القایی - دوقطبی القایی است.
- (۳) نیروی واندروالسی با افزایش جرم مولکول‌ها افزایش می‌یابد.
- (۴) از میان جفت گازهای CO و N_2 ، گاز N_2 آسان‌تر به مایع تبدیل می‌شود.

۸۸۶ کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) مولکول‌های F_2 و HCl جرم مولی تقریباً برابر دارند ولی نقطه جوش HCl بیش‌تر از F_2 است.
- (۲) نقطه جوش $CO < N_2$ است و N_2 سخت‌تر از CO به مایع تبدیل می‌شود.
- (۳) جاذبه بین مولکولی در I_2 قوی‌تر از Br_2 است.
- (۴) مولکول‌های CO و HCl همانند مولکول‌های Cl_2 و N_2 در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کنند.

۸۸۷ در کدام یک، نیروهای بین مولکولی قوی‌تر است؟

- | | | | |
|----------|-----------|-----------|----------|
| HF (۴) | HCl (۳) | HBr (۲) | HI (۱) |
|----------|-----------|-----------|----------|

۸۸۸ در کدام مورد زیر، نیروهای بین مولکولی در حالت جامد هر سه ماده از نوع واندروالسی است؟

- | | | | |
|---------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
| $MgCl_2 - H_2S - O_2$ (۴) | $CO_2 - Cl_2 - CH_4$ (۳) | $Cl_2 - NaCl - I_2$ (۲) | $NaN_3 - H_2O - H_2$ (۱) |
|---------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|

۸۸۹ کدام گزینه، ترتیب قدرت پیوند را به درستی نشان داده است؟

- | | |
|---|---|
| (۱) یون - دوقطبی > هیدروژنی > یون - یون | (۲) یون - دوقطبی > یون - یون > هیدروژنی |
| (۳) هیدروژنی > یون - دوقطبی > یون - یون | (۴) یون - یون > یون - دوقطبی > هیدروژنی |

۸۹۰ برهم‌کنش‌های بین ذرات میان مولکول آب و متانول از کدام نوع است؟

- | | | |
|--|------------------|---------------------------------------|
| (۱) دوقطبی القایی - دوقطبی القایی (۲) پیوند هیدروژنی | (۳) یون - دوقطبی | (۴) دوقطبی - دوقطبی (۴) دوقطبی القایی |
|--|------------------|---------------------------------------|

۸۹۱ کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) اتم اکسیژن، سر منفی و اتم‌های هیدروژن، سر مثبت مولکول آب را نشان می‌دهد.
- (۲) مولکول‌های دوقطبی، سرهای مثبت و منفی دارند.
- (۳) مولکول CO مانند مولکول آب دارای سرهای مثبت و منفی است.
- (۴) برخلاف مولکول‌های ناقطبی، رفتار مولکول‌های قطبی مانند آب از ویژگی‌های ساختاری آن سرچشمه می‌گیرد.

۸۹۲ برهم‌کنش بین ذرات میان مولکول استون و مولکول هگزان از کدام نوع می‌باشد؟

- | | |
|--|---|
| (۱) دوقطبی - دوقطبی (۲) پیوند هیدروژنی | (۳) دوقطبی القایی - دوقطبی القایی (۴) دوقطبی - دوقطبی |
|--|---|

۸۹۳ نیروی جاذبه بین آب و یک یون، است. این جاذبه بین ذرات از جاذبه دوقطبی - دوقطبی و پیوند هیدروژنی و از پیوند یونی است.

- | | |
|--|--|
| (۱) یون - دوقطبی القایی، قوی‌تر، ضعیف‌تر | (۲) یون - دوقطبی القایی، ضعیف‌تر، قوی‌تر |
| (۳) یون - دوقطبی، قوی‌تر، ضعیف‌تر | (۴) یون - دوقطبی، ضعیف‌تر، قوی‌تر |

۸۹۴ کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) آب تنها ماده‌ای است که به هر سه حالت جامد، مایع و گاز (بخار) در طبیعت یافت می‌شود.
- (۲) اگر به جای آب، باریک‌های از Br_2 مایع داشته باشیم با نزدیک کردن میله باردار، انحراف باریکه مایع دیده می‌شود.
- (۳) گشتاور دوقطبی CO_2 مانند F_2 برابر صفر است، در نتیجه در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کند.
- (۴) با نزدیک کردن یک آهن‌ربا به باریکه آب در آن انحرافی دیده نمی‌شود.

۸۹۵ بین مولکول‌های کدام ماده پیوند هیدروژنی و بین اتم‌های آن پیوند کووالانسی وجود دارد؟

- | | | | |
|------------|-----------|------------|------------|
| H_2O (۴) | HCl (۳) | H_2S (۲) | $NaOH$ (۱) |
|------------|-----------|------------|------------|

۸۹۶ نقطه جوش ماده A برابر $-85^\circ C$ و نقطه جوش ماده B برابر $-111^\circ C$ و نقطه جوش ماده C برابر $-37^\circ C$ است. کدام گزینه زیر درست است؟

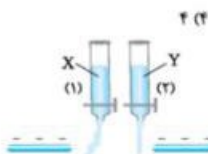
- (۱) جاذبه بین مولکولی B بیش‌تر از A است.
- (۲) با سرد کردن تدریجی، هم‌زمان A و B به مایع تبدیل می‌شوند.
- (۳) اگر هر سه ماده را در دماهای بسیار پایین به‌صورت مایع داشته باشیم، با تقطیر مخلوط این مایع ابتدا B به‌صورت گاز جدا می‌شود.
- (۴) جرم مولی یا گشتاور دوقطبی ماده A بیش‌تر از ماده C است.

۹۹۷. پلاستیک‌ها موادی هستند که در دمای پایین ذوب می‌شوند و مذاب آن‌ها در میدان الکتریکی منحرف نمی‌شوند. با این اطلاعات کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) مولکول مواد پلاستیکی ناقطبی هستند.
 - (۲) جرم مولی مواد پلاستیکی کوچک است.
 - (۳) گشتاور دوقطبی مولکول‌های آن‌ها از مولکول‌های CO کوچک‌تر است.
 - (۴) جاذبه بین مولکولی مواد پلاستیکی بیش‌تر از متان است.
۹۹۸. هرگزان مولکول‌های دارد. بین این مولکول‌ها نیروهای جاذبه وجود دارد که از جمله نیروهای بین‌مولکولی به شمار می‌آیند.
- (۱) قطبی، دوقطبی - دوقطبی، قوی
 - (۲) ناقطبی، واندروالسی، ضعیف
 - (۳) ناقطبی، واندروالسی، قوی
 - (۴) قطبی، دوقطبی - دوقطبی، ضعیف

۹۹۹. چند جمله از جمله‌های زیر درست هستند؟

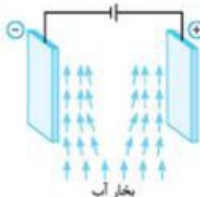
- (آ) به جز پیوند هیدروژنی، دیگر نیروهای بین‌مولکولی را نیروهای واندروالسی می‌گویند.
- (ب) ترکیب‌های مولکولی در حالت گاز، دارای مولکول‌های به هم پیوسته با کم‌ترین برهم‌کنش‌ها هستند.
- (پ) نیروهای بین‌مولکولی به طور عمده به میزان قطبی بودن مولکول‌ها و نیز جرم آن‌ها وابسته است.
- (ت) نیروهای بین‌مولکولی نقش مهمی در تعیین خواص یک ترکیب دارند.



- (۱) ۱
- (۲) ۲
- (۳) ۳
- (۴) ۴

۹۰۰. با توجه به شکل مقابل کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) X و Y یک محلول ناهمگن ایجاد می‌کنند.
- (۲) گشتاور دوقطبی مولکول‌های Y کم‌تر از مولکول‌های X است.
- (۳) نقطه جوش X قطعا بزرگ‌تر از نقطه جوش ماده Y است.
- (۴) مولکول‌های X برخلاف مولکول‌های Y دارای سرهای مثبت و منفی است.



۹۰۱. با توجه به شکل مقابل کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) مولکول‌های آب قطبی هستند.
- (۲) تعدادی از مولکول‌های H_2O از سمت H جذب قطب منفی شده‌اند.
- (۳) تعدادی از مولکول‌های H_2O از طریق اکسیژن، جذب قطب مثبت شده‌اند.
- (۴) مولکول‌های آب با تبدیل شدن به یون‌های مخالف قطب‌های مثبت و منفی، جذب آن‌ها می‌شوند.

پیوندهای هیدروژنی در حالت‌های فیزیکی گوناگون

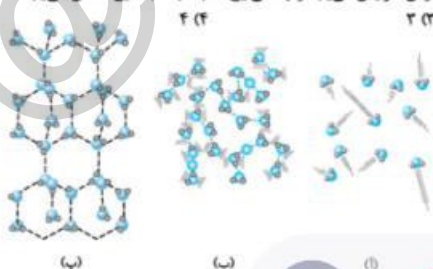
۹۰۲. چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست می‌باشند؟

- (آ) در ساختار یخ هر مولکول H_2O با پیوند هیدروژنی به ۶ مولکول دیگر وصل است.
- (ب) در ساختار آب در حالت جامد و مایع هر دو نوع پیوند هیدروژنی و کووالانسی وجود دارد.
- (پ) طی انجماد آب، حجم برخلاف جرم کاهش یافته و در نتیجه دیواره سلول‌ها در بافت کاهو تخریب می‌شود.
- (ت) در ساختار یخ، اتم‌های هیدروژن مولکول‌های آب در رأس حلقه‌های شش‌ضلعی ایجاد شده قرار گرفته‌اند.

۹۰۳. چه تعداد از عبارت‌های زیر در مورد آب نادرست است؟

- (آ) پیوندهای هیدروژنی در بخار آب وجود ندارند و در این حالت مولکول‌های آب، آزادانه و نامنظم از جایی به جای دیگر منتقل می‌شوند.
- (ب) در حالت مایع آب، پیوندهای هیدروژنی زیادی وجود دارند.
- (پ) در ساختار یخ تعداد پیوند هیدروژنی برابر ۴ است و در این حالت شبکه با حلقه پنج‌ضلعی ایجاد می‌شود.
- (ت) اکسیژن در رأس حلقه‌های شش‌ضلعی تشکیل شده در بلور یخ قرار دارد.

(ث) با انجماد آب، جرم آب ثابت مانده در حالی که حجم آن به هنگام یخ زدن افزایش می‌یابد و چگالی یخ نسبت به آب مایع کاهش می‌یابد.



۹۰۴. با توجه به شکل‌های روبه‌رو که وسعت آب را در سه حالت

فیزیکی نشان می‌دهند، کدام جمله نادرست است؟

- (۱) در شکل (ا)، پیوندهای هیدروژنی عملاً وجود ندارند.
- (۲) در شکل (ب)، با افزایش دما حجم افزایش می‌یابد.
- (۳) چگالی در حالت (ا) بالاتر از دو حالت دیگر است.
- (۴) آب در حالت گاز نسبت به مایع و جامد انرژی جنبشی بیش‌تری دارد.

قسمت پنجم: آب و دیگر حلال‌ها

آب و دیگر حلال‌ها

۹.۰۵ کدام جمله نادرست است؟

- ۱) آب فراوان‌ترین و رایج‌ترین حلال در طبیعت، صنعت و آزمایشگاه است.
 - ۲) اتانول و استون به هر نسبتی در آب حل می‌شوند. از این رو نمی‌توان محلول سیرشده‌ای از آن‌ها تهیه کرد.
 - ۳) گشتاور دوقطبی اغلب هیدروکربن‌ها ناچیز و در حدود صفر است.
 - ۴) استون به عنوان حلال در تهیه مواد دارویی، آرایشی و بهداشتی کاربرد دارد.
- ۹.۰۶ اگر قدرت نیروهای بین مولکولی در آب خالص، اتانول و محلول آب و اتانول را در نظر بگیریم، کدام مقایسه درستی از آن‌ها را نشان می‌دهد؟
- ۱) آب و اتانول > آب > اتانول
 - ۲) آب > اتانول > آب
 - ۳) آب > اتانول > آب و اتانول
 - ۴) اتانول > آب > آب و اتانول
- ۹.۰۷ گشتاور دوقطبی در کدام گزینه درست ذکر شده است؟

- ۱) آب، اتانول و استون دارای گشتاور دوقطبی بزرگ‌تر از صفر هستند.
- ۲) آمونیاک و هیدروژن کلرید دارای گشتاور دوقطبی بزرگ‌تر از صفر هستند.
- ۳) پد و برم گشتاور دوقطبی صفر دارند.
- ۴) کربن مونوکسید و هگزان گشتاور دوقطبی صفر دارند.

۹.۰۸ چه تعداد از عبارات زیر صحیح است؟

- ا) هگزان گشتاور دوقطبی حدود صفر دارد و به عنوان حلال مواد ناقطبی و رقیق‌کننده رنگ است.
- ب) انحلال Br_2 در حلال‌های آبی مانند هگزان با ایجاد جاذبه واندروالسی همراه است.
- پ) پد به عنوان ماده قطبی در آب به خوبی حل می‌شود.
- ت) آب و هگزان مخلوطی ناهمگن است.

۹.۰۹ انحلال چه تعداد از ترکیب‌های زیر در آب به‌صورت مولکولی است؟

«استون - اتانول - سدیم سولفید - گرین دی‌کسید - آمونیوم کلرید - گلوکز - اتیلن گلیکول»

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

۹.۱۰ کدام گزینه درست است؟

- ۱) نقره کلرید مانند سدیم سولفات ماده نامحلول در آب است.
- ۲) مخلوطی با جرم برابر آب، استون و هگزان دارای دو فصل مشترک است.
- ۳) انحلال‌پذیری اتانول در حلال ناقطبی از انحلال‌پذیری هگزانول در این حلال بیشتر است.
- ۴) انحلال ترکیب یونی لیتیم سولفات با افزایش دما کم می‌شود.

۹.۱۱ کدام گزینه نادرست است؟

- ۱) هگزان حلالی است که گشتاور دوقطبی آن صفر نیست و در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند.
- ۲) هگزان به عنوان رقیق‌کننده رنگ استفاده می‌شود.
- ۳) اتانول، هگزان و استون جزو حلال‌های آبی هستند.
- ۴) اغلب فرایندهای شیمیایی در حضور آب انجام می‌شود.

۹.۱۲ فرمول و نام کدام ترکیب مطابقت ندارد؟

۱) اتانول: C_2H_5O ۲) استون: C_3H_6O ۳) متانول: CH_3OH ۴) هگزان: C_6H_{14}

۹.۱۳ کدام جمله نادرست می‌باشد؟

- ۱) هر فرد بالغ روزانه به طور میانگین ۳۰۰۰ - ۱۵۰۰ میلی‌لیتر آب را به‌صورت ادرار، تعرق پوستی، بخار آب در بازدم و ... از دست می‌دهد.
- ۲) در ساختار استون در مجموع ۱۰ اتم وجود دارد.
- ۳) در مخلوط‌های ناهمگن به حالت مایع، اجزای مخلوط به میزان زیادی در یکدیگر حل می‌شوند.
- ۴) علاوه بر هگزان، حلال‌های آبی دیگری وجود دارند که دارای گشتاور دوقطبی صفر هستند.

۹.۱۴ کدام گزینه درست است؟

- ۱) بخش عمده خوراکی‌ها را برخلاف بدن انسان، آب تشکیل می‌دهد.
- ۲) همه محلول‌های موجود در بدن انسان، محلول‌های آبی هستند.
- ۳) اتانول، استون و هگزان ترکیب‌های آبی اکسیژن‌دار هستند.
- ۴) در مخلوط هگزان و آب، مقدار ناچیزی از هگزان که کم‌تر از ۱۰۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب است، حل می‌شود.



۹۱۵. کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) اغلب فرایندهای زیست‌شیمیایی مانند گوارش و ... در محلول‌های آبی انجام می‌شوند.
- (۲) هیدروکربن $C_{11}H_{24}$ دارای ۳۴ پیوند کووالانسی است.
- (۳) مخلوط پد در هگزان، یک مخلوط ناهمگن است.
- (۴) حالت فیزیکی و شیمیایی در سرتاسر مخلوط آب و یخ و همچنین آب و هگزان یکنواخت نیست.

۹۱۶. کدام گزینه در مورد مخلوط‌های همگن درست نمی‌باشد؟

- (۱) رنگ و تیتیر مخلوط همگن هستند.
- (۲) ذرات تشکیل‌دهنده آن‌ها به طور یکنواخت در هم پخش شده‌اند.
- (۳) نام دیگر آن محلول است.
- (۴) همه مخلوط‌های همگن بی‌رنگ هستند.

(تقریباً خارج از کشور ۹۸٪)

۹۱۷. چند مورد از مطالب زیر، درست است؟

۱. نقطه جوش اتانول از استون، بیش‌تر است.
۲. نیروی بین مولکولی در هیدروژن سولفید در مقایسه با آمونیاک، ضعیف‌تر است.
۳. مقایسه نقطه جوش HF ، HCl و HBr به صورت: $HF > HBr > HCl$ است.
۴. بخشی عمده نیروی جاذبه بین مولکولی در هیدروژن فلوئورید پیوند هیدروژنی است.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۹۱۸. از جمله‌های زیر چه تعداد نادرست می‌باشد؟

- (آ) هیدروکربن‌هایی مانند هگزان و هپتان با این که مایع هستند ولی در هنگام مخلوط شدن با یکدیگر، مخلوط ناهمگن ایجاد می‌کنند.
- (ب) اتانول همانند هگزان و پراکلاف استون به عنوان حلال کاربرد دارد.
- (پ) محلول پد در هگزان بی‌رنگ است.
- (ت) انحلال پد در هگزان همانند انحلال استون در آب به صورت مولکولی می‌باشد.
- (ث) در فرایند انحلال، «میانگین جاذبه‌ها در حلال خالص و حل‌شونده خالص» $\geq$ «جاذبه‌های حل‌شونده - حلال در محلول» است.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۹۱۹. کدام یک محلول جامد است؟

- (۱) پد در آب
- (۲) شکر در آب
- (۳) سکه طلا
- (۴) آب و نمک

۹۲۰. آمیختن کدام دو ماده با یکدیگر، به تشکیل مخلوطی ناهمگن از آن‌ها می‌انجامد؟

- (۱) روغن و آب
- (۲) استون و اتانول
- (۳) ساکاروز و آب
- (۴) آب و اتانول

تفکیک یونی در انحلال

۹۲۱. کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) در انحلال ترکیب‌های یونی، مولکول‌های قطبی آب از سر بار مخالف به یون‌های بیرونی باور نزدیک شده و نیروی جاذبه‌ای میان آن‌ها برقرار می‌شود.
- (۲) تعداد مولکول‌های آبی که یک یون را آبپوشی می‌کنند، بستگی به میزان بار الکتریکی یون دارد.
- (۳) به نیروی جاذبه‌ای که باعث جدا شدن یون‌ها از شبکه شده تا با لایه‌ای از مولکول‌های آب، پوشیده شوند، نیروی یون - دو قطبی می‌گویند.
- (۴) هنگام انحلال آمونیوم کلرید در آب، همانند اتانول ساختار خود را حفظ می‌کند.

۹۲۲. با توجه به شکل زیر که انحلال ترکیب یونی را نشان می‌دهد چه تعداد عبارت صحیح است؟



- (آ) یون‌های آبپوشیده در سرتاسر محلول به طور یکنواخت پراکنده می‌شوند و غلظت این یون‌ها در همه جای محلول یکسان است.
- (ب) این شکل‌ها نمایشی از انحلال موادی مانند آمونیوم سولفات، سدیم کلرید و اتانول در آب را نشان می‌دهند.
- (پ) شرط انحلال ترکیب یونی در آب، بیش‌تر یا برابر بودن نیروی جاذبه یون - دو قطبی نسبت به میانگین انرژی پیوند یونی در ترکیب یونی و پیوندهای هیدروژنی آب است.
- (ت) در انحلال باریم سولفات «میانگین انرژی پیوند یونی $BaSO_4$ و پیوندهای هیدروژنی آب $>$ نیروی جاذبه یون - دو قطبی» می‌باشد.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۹.۲۳. از انحلال یک واحد از کدام ترکیب یونی، تعداد یون بیش‌تری در آب تولید می‌شود؟

- (۱) سدیم سولفید (۲) باریم کلرید (۳) آلومینیم سولفات (۴) سدیم هیدروکسید

۹.۲۴. کدام عبارت نادرست است؟

- (۱) در انحلال منیزیم سولفات «میانگین انرژی پیوند در $MgSO_4$ و پیوندهای هیدروژنی در آب > نیروی جاذبه یون - دوقطبی» می‌باشد.
(۲) در انحلال یک واحد آلومینیم نیتрат، ۴ واحد یون تولید می‌شود.
(۳) قدرت پیوند هیدروژنی از نیروی دوقطبی - دوقطبی کمتر است.
(۴) در انحلال ترکیب یونی، کاتیون‌ها از سمت اتم اکسیژن مولکول آب و آنیون‌ها از سمت هیدروژن‌های مولکول آب احاطه می‌شوند.

۹.۲۵. در کدام گزینه با توجه به شکل، یون‌های مناسبی به جای A و B قرار می‌گیرند؟



- (۱) $B = K^+$, $A = Na^+$
(۲) $B = Cl^-$, $A = F^-$
(۳) $B = K^+$, $A = F^-$
(۴) $B = F^-$, $A = K^+$

۹.۲۶. کدام گزینه درست است؟

- (۱) در انحلال مولکولی برخلاف انحلال یونی، مولکول‌ها ماهیت خود را ضمن حل شدن در حلال حفظ می‌کنند.
(۲) تعداد مولکول‌های آبی که کاتیون و آنیون ترکیب‌های یونی را احاطه می‌کنند با یکدیگر برابرند.
(۳) تمامی ترکیب‌های یونی خشتی بوده و در یک واحد فرمولی از یک ترکیب یونی، همواره تعداد آنیون‌ها با تعداد کاتیون‌ها برابرند.
(۴) در یک ترکیب یونی هر چه جرم اتمی کاتیون کوچک‌تر باشد، بار الکتریکی آن نیز کم‌تر است.

۹.۲۷. با حل کردن هر مول از کدام ماده در آب ۴ مول یون آزاد می‌شود؟

- (۱) آمونیوم سولفات (۲) سدیم هیدروکسید (۳) آلومینیم فلوئورید (۴) کلسیم کلرید

۹.۲۸. در کدام انحلال در آب، ماده حل‌شونده پس از انحلال، به طور کامل تفکیک یونی می‌شود؟

- (۱) اتانول (۲) گاز نیتروژن (۳) سدیم هیدروکسید (۴) شکر

۹.۲۹. با وارد کردن هر مول از کدام ماده در آب، چهار مول یون آزاد یا تولید می‌شود؟

- (۱) آمونیوم فسفید (۲) سدیم سولفید (۳) منیزیم هیدروکسید (۴) باریم برمید

(پایان ۸۷)

آیا گازها در آب حل می‌شوند؟

۹.۳۰. کدام عبارت نادرست می‌باشد؟

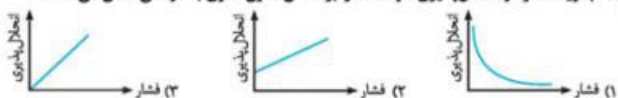
- (۱) بر اساس قانون هنری، در دمای ثابت، با افزایش فشار، انحلال‌پذیری افزایش می‌یابد.
(۲) در هوای گرم به دلیل کاهش انحلال‌پذیری گاز اکسیژن در آب، ماهی‌ها به سطح آب می‌آیند.
(۳) با وارد کردن قفس جوشان در آب، گاز کربن دی‌اکسید تولید می‌شود.
(۴) هر چه نیروی بین‌مولکولی گازها قوی‌تر باشد، انحلال‌پذیری آن‌ها در آب کم‌تر است.

۹.۳۱. چه تعداد از عبارات‌های زیر درست می‌باشد؟

- (آ) مقدار نمک موجود در آب دریا بر انحلال‌پذیری گازها تأثیر می‌گذارد و آن را زیاد می‌کند.
(ب) ترتیب انحلال‌پذیری گازهای NO, O_2 و N_2 به صورت $N_2 > O_2 > NO$ است.
(پ) با دو برابر کردن دما، انحلال‌پذیری گاز اکسیژن $\frac{1}{4}$ برابر می‌شود.
(ت) با کاهش دما، انحلال‌پذیری گازها با شیب ثابت افزایش می‌یابد.

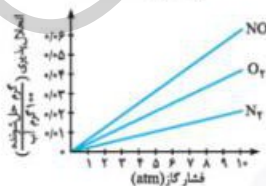
- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۹.۳۲. کدام گزینه، نمودار انحلال‌پذیری گاز NO را بر اساس قانون هنری به درستی نشان می‌دهد؟



۹.۳۳. با توجه به نمودار روبه‌رو، کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) مربوط به قانون هنری است.
(۲) تأثیر افزایش فشار بر انحلال‌پذیری گاز NO نسبت به گازهای اکسیژن و نیتروژن بیش‌تر است.
(۳) در تمام فشارها، انحلال‌پذیری گاز NO از دو گاز دیگر به دلیل قطبی بودن آن بیش‌تر است.
(۴) با دو برابر کردن فشار گاز N_2 ، انحلال‌پذیری آن دو برابر نمی‌شود.



۹۳۴. کپسول غواصی حاوی هوای با فشار بسیار بالا می‌باشد. هنگام استفاده از این کپسول‌ها به علت فشار زیاد به میزان قابل توجهی در خون بالا می‌رود و اگر غواص به سرعت به سطح آب بیاید، حباب‌های در خون او تشکیل می‌شود.

(۱) O_2, N_2 (۲) N_2, N_2 (۳) N_2, O_2 (۴) O_2, O_2

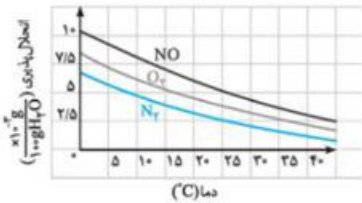
۹۳۵. کدام مقایسه زیر در مورد انحلال پذیری گازهای NO و CO_2 درست می‌باشد؟

(۱) $NO > CO_2 > O_2 > N_2$ (۲) $CO_2 > NO > O_2 > N_2$ (۳) $NO > CO_2 > N_2 > O_2$ (۴) $CO_2 > NO > N_2 > O_2$

۹۳۶. در فشار یک اتمسفر و دمای صفر درجه سانتی‌گراد حداکثر ۵/۶ لیتر گاز کربن دی‌اکسید در ۳ کیلوگرم آب حل شده است. انحلال پذیری این گاز در این شرایط چند گرم است؟ ($C = 12, O = 16, g.mol^{-1}$)

(۱) ۰/۲۴ (۲) ۰/۳۶ (۳) ۰/۴۴ (۴) ۰/۱۱

۹۳۷. با توجه به نمودار روبه‌رو، کدام گزینه نادرست است؟



- (۱) در دمای $30^\circ C$ ، انحلال پذیری گاز NO ، ۴ گرم در ۱۰۰ گرم آب است.
- (۲) با حل کردن ۷ میلی‌گرم گاز اکسیژن در دمای $10^\circ C$ ، در ۱۰۰ گرم آب، محلول فراسیر شده حاصل می‌شود.
- (۳) با افزایش دمای ۱۰۰ گرم محلول گاز NO ، از $15^\circ C$ به $27^\circ C$ ، میلی‌گرم گاز NO از محلول آزاد می‌شود.
- (۴) انحلال پذیری گازها با دما رابطه غیرخطی دارد.

۹۳۸. کدام گزینه درست است؟

- (۱) هر حلالی که بتواند چربی‌ها را در خود حل کند، در آب نامحلول است.
- (۲) بر اساس قانون هنری، برای افزایش انحلال پذیری گازها، باید دما را بالا برد.
- (۳) همه گازها، حتی گازهای ناقطبی هم کمی در آب حل می‌شوند.
- (۴) اوکتان و دکان در آب به خوبی حل می‌شوند و مخلوط همگن تشکیل می‌دهند.

۹۳۹. انحلال پذیری اکسیژن در دمای $273K$ و فشار $1atm$ برابر ۸ میلی‌گرم است. حداکثر چند لیتر گاز اکسیژن در این شرایط در یک کیلوگرم آب حل می‌شود؟ ($O = 16, g.mol^{-1}$)

(۱) ۰/۵۶ (۲) ۵/۶ (۳) ۰/۱۲ (۴) ۱/۲

۹۴۰. اگر در یک آکواریوم که حاوی ۲۴۰ کیلوگرم آب است، دمای آب از $20^\circ C$ به $40^\circ C$ افزایش یابد، در شرایط استاندارد (STP) چند میلی‌لیتر گاز اکسیژن از آب خارج می‌شود؟ ($O = 16, g.mol^{-1}$)

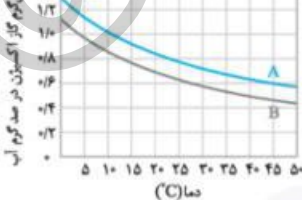
انحلال پذیری O_2 (mg/kg)	دمای آب ($^\circ C$)
۱۴/۵	۰
۹/۰۷	۲۰
۶/۵	۴۰

(۱) ۲۳۱/۷۶
(۲) ۳۸۱/۷۰
(۳) ۲۴۱/۷۶
(۴) ۷۶۱/۲۴

۹۴۱. هنگامی که در یک حلال مایع حل می‌شود، نیروی جاذبه ذره‌ای یافته و آزادی عمل آن‌ها می‌شود. (برای جابجایی)

- (۱) گازی - بین - افزایش - کمتر
- (۲) مایعی - درون - کاهش - بیشتر
- (۳) گازی - بین - کاهش - کمتر
- (۴) مایعی - درون - افزایش - بیشتر

۹۴۲. با توجه به نمودار، کدام موارد صحیح می‌باشد؟



- (آ) انحلال پذیری گاز اکسیژن در آب، با دما رابطه وارونه دارد.
- (ب) انحلال پذیری گاز اکسیژن در آب، با مقدار نمک حل شده در آب رابطه مستقیم دارد.
- (پ) درصد جرمی گاز اکسیژن حل شده در آب در دمای $5^\circ C$ برابر ۱۱ درصد است.
- (ت) منحنی B مربوط به آب آشامیدنی و منحنی A مربوط به آب دریا است.

(۱) (۱) و (۲)
(۲) (۱)، (۲) و (ت)
(۳) (ب) و (ت)

(سراسری ریاضه فارغ از کشور ۹۳)

۹۴۳. با بررسی داده‌های جدول زیر، می‌توان دریافت که $(Cl = 35.5, S = 32, H = 1; g.mol^{-1})$

(۱) محلول ۰/۰۵ مول گاز Cl_2 در ۱۰۰ گرم آب در دمای $60^{\circ}C$ سیر نشده است.

(۲) انحلال‌پذیری این گازها در دماهای داده‌شده به‌صورت $H_2S > Cl_2 > CO_2$ است. انحلال‌پذیری سه گاز در چند دما، برحسب $g/100g H_2O$ در فشار ۱ atm

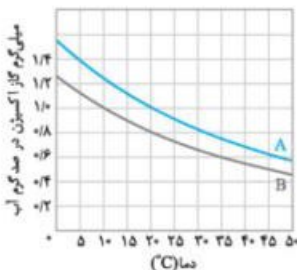
گاز	دما ($^{\circ}C$)	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰
CO_2	۰/۱۶۹	۰/۱۲۶	۰/۰۹۷	۰/۰۷۶	۰/۰۵۸	
H_2S	۰/۳۸	۰/۳۰	۰/۲۴	۰/۱۹	۰/۱۵	
Cl_2	۰/۷۳	۰/۵۷	۰/۴۶	۰/۳۹	۰/۳۳	

(۳) محلول ۰/۰۱۵ مول گاز H_2S در ۱۰۰ گرم آب در دمای $40^{\circ}C$ ، سیر نشده است.

(۴) تأثیر افزایش دما بر نسبت غلظت مولار گاز CO_2 (در $20^{\circ}C$ نسبت به $60^{\circ}C$) در مقایسه با دو گاز دیگر، کمتر است.

په $60^{\circ}C$ در مقایسه با دو گاز دیگر، کمتر است.

۹۴۴. با توجه به نمودار مقابل، چند مورد از مطالب زیر درست است؟



(آ) هر چه محلول دارای یون‌های نمک بیش‌تری باشد، انحلال‌پذیری هم بیش‌تر است.

(ب) درصد جرمی گاز اکسیژن حل‌شده در آب در دمای $24^{\circ}C$ برابر $24 \times 10^{-2} \%$ است.

(پ) تأثیر دما بر انحلال‌پذیری گاز اکسیژن در آب آشامیدنی و آب دریا تقریباً یکسان است.

(ت) در دمای $5^{\circ}C$ ، انحلال‌پذیری گاز اکسیژن در آب دریا برابر ۰/۹ میلی‌گرم است.

- ۱ (۱)
۲ (۲)
۳ (۳)
۴ (۴)

۹۴۵. کدام عبارت زیر صحیح است؟

(۱) N_2 نسبت به CO آسان‌تر به مایع تبدیل می‌شود، چون گشتاور دوقطبی CO برخلاف N_2 بزرگ‌تر از صفر است.

(۲) CO نسبت به N_2 آسان‌تر به مایع تبدیل می‌شود، چون نیروی بین‌مولکولی در آن قوی‌تر است.

(۳) به دلیل وجود پیوند سه‌گانه در CO برخلاف N_2 ، جاذبه بین‌مولکولی CO بیش‌تر از N_2 است.

(۴) CO و N_2 جرم مولی یکسان دارند ولی CO ناقطبی و N_2 قطبی است.

۹۴۶. انحلال‌پذیری گازها در آب با فشار، و با دما، می‌یابد.

(۱) افزایش - افزایش - افزایش - کاهش (۲) افزایش - کاهش - کاهش - کاهش (۳) کاهش - کاهش - افزایش - افزایش (۴) کاهش - کاهش - افزایش - کاهش

۹۴۷. با توجه به داده‌های انحلال‌پذیری گازها، محلول شامل ۰/۰۷۲ گرم گاز CO_2 در ۱۰۰ گرم آب در دمای $50^{\circ}C$ است و محلول شامل ۰/۲۶ گرم گاز H_2S در ۱۰۰ گرم آب در دمای $40^{\circ}C$ است.

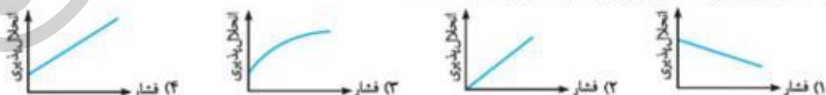
گاز	دما ($^{\circ}C$)	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰
CO_2	۰/۱۶۹	۰/۱۲۶	۰/۰۹۷	۰/۰۷۶	۰/۰۵۸	
H_2S	۰/۳۸	۰/۳۰	۰/۲۴	۰/۱۹	۰/۱۵	

(۱) سیر نشده - فراسیر شده (۲) سیر نشده - سیر نشده (۳) فراسیر شده - سیر نشده (۴) سیر شده - سیر شده

۹۴۸. چنانچه انحلال‌پذیری گاز A در دمای $40^{\circ}C$ و فشار ۱ atm برابر ۰/۲ گرم در ۱۰۰ گرم آب باشد، انحلال‌پذیری این گاز در دمای $20^{\circ}C$ و فشار ۱ atm و در $40^{\circ}C$ و فشار ۰/۲ atm است.

(۱) از ۰/۴ بیش‌تر - برابر ۰/۵ (۲) از ۰/۲ بیش‌تر - از ۰/۲ کمتر (۳) از ۰/۱ بیش‌تر - از ۰/۲ کمتر (۴) از ۰/۱ کمتر - برابر ۰/۲

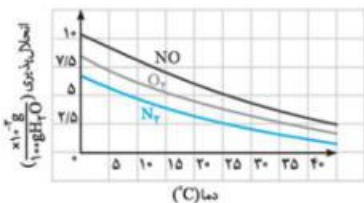
۹۴۹. کدام نمودار در مورد انحلال‌پذیری گازها در دمای ثابت درست است؟



۹۵۰. در فشار یک اتمسفر و دمای صفر درجه سانتی‌گراد، حداکثر می‌توان ۰/۰۵۶ لیتر گاز نیتروژن را در ۱ kg آب حل نمود. انحلال‌پذیری گاز نیتروژن در این شرایط کدام است؟ ($N = 14 g.mol^{-1}$)

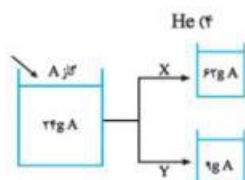
(برای حل مسئله)

- ۱) $7/75 \times 10^{-2}$ (۲) $6/52 \times 10^{-2}$ (۳) $7/25 \times 10^{-2}$ (۴) $8/75 \times 10^{-2}$



(۴) گوگرد دی اکسید

(۳) پتاسیم نیترات



(۳) O_2
(۴) NH_3
(۱) CO_2

(۲) افزایش فشار - کاهش دما
(۴) کاهش دما - کاهش فشار

۹۵۱. کدام گزینه درست است؟

- (۱) در دمای $5^\circ C$ میزان انحلال گاز اکسیژن $7/5$ گرم در 100 گرم آب است.
- (۲) هر سه گاز جزء دسته مواد نامحلول می باشند.
- (۳) در هر دمایی میزان انحلال گاز NO بیش تر از گاز N_2 و کم تر از گاز O_2 در آب می باشد.
- (۴) میزان انحلال پذیری گاز NO در دمای $27^\circ C$ با میزان انحلال پذیری گاز N_2 در دمای $17^\circ C$ برابر است.

۹۵۲. انحلال پذیری کدام ماده در آب با کاهش دما کاهش می یابد؟

- (۱) متان
- (۲) لیتیم سولفات
- (۳) CO_2
- (۴) کدام یک از گازهای زیر در آب، انحلال پذیری بیش تری دارد؟

۹۵۴. مطابق شکل روبرو، برای محلول سیرشده گاز A در آب، تغییرات X و Y اعمال شده

است. X و Y به ترتیب کدام اند؟

- (۱) افزایش دما - افزایش فشار
- (۳) کاهش دما - افزایش فشار

۹۵۵. کدام جمله نادرست است؟

- (۱) احساس خستگی پس از انجام فعالیت های بدنی به دلیل کاهش یون ها در مایع های بدن است.
- (۲) یکی از مهم ترین یون ها در مایع های بدن، یون پتاسیم (K^+) است.
- (۳) نیاز روزانه بدن هر فرد بالغ به یون سدیم دو برابر یون پتاسیم است.
- (۴) وجود یون پتاسیم برای تنظیم و عملکرد مناسب دستگاه عصبی بسیار ضروری است.

۹۵۶. چند جمله از جمله های زیر، نادرست است؟

- (آ) تنها محلولی که می تواند با محلول نقره نیترات تشکیل رسوب دهد، $NaCl(aq)$ است.
- (ب) رنگ رسوب های $AgCl(s)$ و $BaSO_4(s)$ با یکدیگر متفاوت است.
- (پ) از انحلال مول های برابر از کلرید سبز رنگ آهن و کلرید آبی رنگ مس، تعداد برابری از یون های محلول حاصل می شود.
- (ت) انتقال پیام های عصبی در عصب ها بدون K^+ ممکن نیست.

۱ (۴) ۲ (۳) ۳ (۲) ۴ (۱)

قسمت هشتم: رد پای آب در زندگی

رد پای آب

۹۵۷. کدام جمله نادرست است؟

- (۱) هر فرد روزانه 35 لیتر آب مصرف می کند.
- (۲) رد پای آب در جهان برای یک سال در حدود 7×10^{15} لیتر است.
- (۳) یک کیلوگرم چرم برای تولید کفش نسبت به تولید یک کیلوگرم گوجه فرنگی، آب بیش تری مصرف می کند.
- (۴) برای تهیه یک بلوز نخی به میزان 2700 لیتر آب مصرف می شود، در حالی که برای تولید یک کیلوگرم شکلات 2400 لیتر آب مصرف می شود.

۹۵۸. چند عبارت درست می باشد؟

- (آ) هر چه رد پای آب ایجاد شده سنگین تر باشد، منابع آب شیرین بیش تری مصرف می شود.
- (ب) میانگین رد پای آب برای هر فرد در یک سال در حدود یک میلیون لیتر است.
- (پ) میانگین جهانی رد پای آب در تولید هر کیلوگرم گندم حدود 1830 لیتر است.
- (ت) هر چه میزان مصرف گندم در یک کشور بیش تر باشد، رد پای آب سنگین تر است.

۴ (۴) ۳ (۳) ۲ (۲) ۱ (۱)

۹۵۹. چند مورد از جمله های زیر نادرست است؟

- (آ) رد پای آب به فعالیت های روزانه هر شخص محدود نمی شود.
- (ب) میانگین روزانه رد پای آب برای هر فرد حدود 2440 لیتر است.
- (پ) آب دریاها و اقیانوس ها به دلیل شوری زیاد، منبع مناسبی برای تهیه آب نیستند.
- (ت) آب آشامیدنی با آب مصرفی در دیگر صنایع متفاوت است.
- (ث) رد پای آب و رد پای کربن دی اکسید هر دو نشان دهنده میزان مصرف این دو ماده در اثر فعالیت های مختلف هستند.

۱ (۴) ۲ (۳) ۳ (۲) ۴ (۱)

غشای نیمه تراوا - اسمز - اسمز معکوس

۹۶۰. کدام عبارت‌ها صحیح می‌باشند؟

- (آ) در اسمز معکوس با اعمال یک فشار خارجی، آب از محلول غلیظ خارج و وارد محلول رقیق می‌شود.
 (ب) در اسمز مولکول‌های آب از میان یک غشای نیمه‌تراوا، فقط از سمت محلول رقیق به سوی محلول غلیظ حرکت می‌کنند.
 (پ) فرایند تقطیر افزون بر نافلزها، آلاینده‌ها و فلزهای سمی می‌تواند حشره‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها را نیز از آب حذف کند.
 (ت) آب تصفیه‌شده با روش صافی کربن پیش از مصرف، نیاز به کلرزنی ندارد.
 (ث) در فرایند اسمز معکوس با گذشت زمان، محلول غلیظ، غلیظ‌تر ولی در اسمز رقیق‌تر می‌شود.
- ۱ (آ)، (ب) و (پ) ۲ (آ)، (ب) و (ث) ۳ (ب)، (پ) و (ث) ۴ (آ)، (ب) و (ث)

۹۶۱. کدام یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟

- (آ) امروزه منابع آب شیرین زیر بستر دریا با توجه به میزان کم آن‌ها از اهمیت چندانی برخوردار نیستند.
 (ب) آب تصفیه‌شده با روش صافی کربن، پیش از مصرف، نیاز به کلرزنی دارد.
 (پ) دستگاه تصفیه آب به مقدار ناچیزی از غلظت یون‌های موجود در آب می‌کاهد.
 (ت) مقدار مناسبی از یون‌ها در آب آشامیدنی لازم است، بنابراین نباید دستگاه تصفیه آب همه یون‌ها را خارج کند.
- ۱ (آ) و (ت) ۲ (آ)، (ب) و (پ) ۳ (آ) و (پ) ۴ (ب) و (ث)

۹۶۲. کدام یک از مطالب زیر درست‌اند؟

- (آ) با قرار گرفتن خیابان در آب شور چروکیده می‌شود.
 (ب) در فرایند اسمز معکوس، با اعمال یک فشار خارجی، آب از محلول رقیق خارج و وارد محلول غلیظ می‌شود.
 (پ) در فرایند اسمز، مولکول‌های آب می‌توانند از دو سمت غشای نیمه‌تراوا عبور کنند.
 (ت) فرایند اسمز برای متورم شدن حبوبات و میوه‌های خشک و تصفیه آب دریا استفاده می‌شود.
- ۱ (آ) و (ت) ۲ (ب) و (ث) ۳ (آ) و (پ) ۴ (آ) و (ب)

۹۶۳. با انجام اسمز، جایی که سرعت حرکت مولکول‌های آب در دو جهت برابر شده و به تعادل می‌رسد، حرکت مولکول‌های آب درون غشا در ادامه می‌یابد اما به دلیل برابر بودن سرعت آن‌ها، غلظت و حجم محلول در حالت تعادل، فشار ناشی از افزایش حجم محلول را می‌نامند.

- ۱ هر دو جهت - افزایش می‌یابد - اسمز معکوس
 ۲ هر دو جهت - ثابت می‌ماند - فشار اسمزی
 ۳ یک جهت - ثابت می‌ماند - فشار اسمزی
 ۴ یک جهت - افزایش می‌یابد - اسمز معکوس

۹۶۴. از بین عبارت‌های زیر، چه تعداد نادرست می‌باشد؟

- (آ) فشار لازم برای توقف کامل اسمز را فشار اسمزی می‌گویند.
 (ب) هر چه اختلاف غلظت در دو طرف غشا بیشتر باشد، آب آهسته‌تر جابه‌جا شده و فشار اسمزی کاهش می‌یابد.
 (پ) در میوه خشک، مولکول آب از محیط آب به سمت دیواره سلولی (بافت میوه) رفته و در نتیجه میوه متورم می‌شود.
 (ت) اگر خیابان در آب نمک قرار گیرد، بر اثر اسمز مولکول‌های آب به درون خیابان نفوذ کرده و خیابان شور تولید می‌شود.
- ۱ (آ) ۲ (آ) ۳ (آ) ۴ (آ)

۹۶۵. کدام فرایند به خاصیت گذرندگی (اسمز) مربوط نیست؟

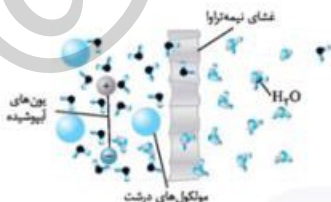
- ۱ پلاسیده شدن خیابان تازه در آب شور
 ۲ نمکین شدن گل و لای در دریاچه‌ها
 ۳ متورم شدن زردآلوی خشک در آب درون لیوان
 ۴ نگهداری طولانی مدت گوشت و ماهی در نمک

۹۶۶. کدام جمله صحیح نمی‌باشد؟

- ۱ اسمز عبور حلال (آب خالص) از محلول رقیق‌تر به طرف محلول غلیظ‌تر است.
 ۲ اسمز معکوس عبور حلال (آب خالص) از محلول غلیظ‌تر به طرف محلول رقیق‌تر است.
 ۳ در فرایند اسمز معکوس با اعمال فشار، مولکول‌های آب جابه‌جا می‌شوند.
 ۴ با استفاده از اسمز معکوس، تقطیر و صافی کربن می‌توان آب تصفیه‌شده بدون هیچ آلودگی تهیه کرد.

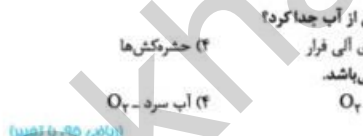
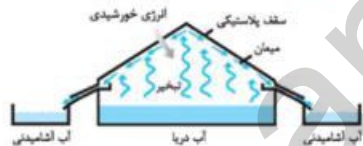
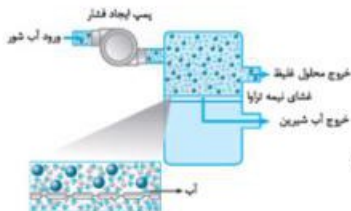
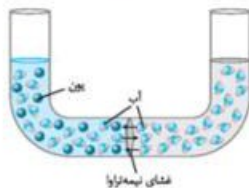
۹۶۷. با توجه به شکل روبه‌رو چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست است؟

- (آ) شکل، غشای نیمه‌تراوا و عبور انتخابی را نشان می‌دهد.
 (ب) در فرایند اسمز، مولکول‌های آب از راست به چپ منتقل می‌شوند.
 (پ) اگر میوه خشک درون آب قرار گیرد و مکانیسم شبیه شکل روبه‌رو داشته باشیم، برخی نمک‌ها و ویتامین‌ها از بافت میوه خارج می‌شوند.
 (ت) از غشای نیمه‌تراوا هیچ یونی امکان عبور ندارد.



- ۱ (آ) ۲ (آ) ۳ (آ) ۴ (آ)





۹۶۸. با توجه به شکل رویه‌رو، کدام یک از عبارات زیر صحیح نیست؟

- ۱) شکل فرایند گذرندگی را نشان می‌دهد.
 - ۲) رقیق شدن در ستون سمت چپ در حال انجام است.
 - ۳) اگر یون‌های محلول در آب نتوانند از غشا عبور کنند، با گذشت زمان ارتفاع مایع سمت راست بالاتر می‌رود.
 - ۴) مولکول‌های آب از مایع سمت راست به محلول سمت چپ جابه‌جا می‌شود.
۹۶۹. با توجه به شکل، کدام یک از عبارات (های) زیر نادرست است؟
- آ) شکل رویه‌رو، فرایند اسمز معکوس را نشان می‌دهد.
 - ب) از طریق اعمال فشار، مولکول آب از غشای نیمه‌تراوا عبور کرده و از محیط پایین به بالای غشا جابه‌جا می‌شود.
 - پ) با گذشت زمان، محیط بالای غشای نیمه‌تراوا، غلیظ‌تر می‌شود.
 - ت) این فرایند برای تصفیه آب دریا کاربرد دارد.
- ۱) (ا) و (ب)
۲) (پ) و (ت)
۳) (ا) و (پ)
۴) (ب)

۹۷۰. کدام عبارت در مورد شکل رویه‌رو نادرست است؟

- ۱) با تقطیر نافلزها، آلاینده‌ها، فلزهای سمی، حشره‌کش‌ها و آفتکش‌ها از آب جدا می‌شوند ولی ترکیب‌های آلی فرار و میکروب‌ها از آب جدا نمی‌شوند.
- ۲) در روش صافی کربن و اسمز معکوس، علاوه بر نافلزها، آلاینده‌ها، فلزهای سمی، حشره‌کش‌ها و آفتکش‌ها، ترکیب‌های آلی فرار نیز جدا می‌شوند و فقط میکروب‌ها در آب باقی می‌مانند.
- ۳) آلایندگی آب به‌دست آمده با صافی کربن و اسمز معکوس، مانند روش تقطیر است.
- ۴) آب حاصل از فرایندهای تقطیر، صافی کربن و اسمز معکوس را باید پیش از مصرف، کلرزنی کرد تا میکروب‌ها کشته شوند.

۹۷۱. با توجه به شکل رویه‌رو کدام عبارت نادرست است؟

- ۱) شکل رویه‌رو تهیه آب شیرین از آب دریا را نشان می‌دهد.
- ۲) با کمک انرژی خورشید، تصفیه آب را انجام می‌دهند.
- ۳) با انرژی خورشید، همه مواد بخیل شده و به سمت سقف پلاستیکی منتقل می‌شوند.
- ۴) بخارها به سمت سقف پلاستیکی رفته و پس از سرد شدن، بخار آب به‌صورت مایع در آمده و آب به‌دست آمده که آب آشامیدنی است در مخازنی جمع‌آوری می‌شود.

۹۷۲. با استفاده از روش‌های اسمز معکوس، صافی کربن و تقطیر، کدام آلودگی را نمی‌توان از آب جدا کرد؟

- ۱) میکروب
- ۲) آلاینده‌ها
- ۳) ترکیب‌های آلی فرار
- ۴) حشره‌کش‌ها

۹۷۳. قرص جوشان در واکنش با گاز بیش‌تری آزاد کرده و گاز آزاد شده می‌باشد.

- ۱) آب سرد - CO_2
- ۲) آب گرم - CO_2
- ۳) آب گرم - O_2
- ۴) آب سرد - O_2

۹۷۴. چند مورد از مطالب زیر درست است؟

- آ) حل شدن هر نمکی در آب با جذب گرما و سرد شدن محلول همراه است.
- ب) تأثیر افزایش فشار بر انحلال‌پذیری گازها، برعکس تأثیر افزایش دما بر انحلال‌پذیری آن‌هاست.
- پ) حل شدن گاز O_2 و N_2 در آب، برخلاف حل شدن نمک‌ها در آب گرماده است.
- ت) تأثیر افزایش فشار بر انحلال‌پذیری گازها، برعکس تأثیر افزایش دما بر انحلال‌پذیری برخی نمک‌ها مانند سدیم نیترات است.

- ۱) (ا)
- ۲) (ب)
- ۳) (ت)
- ۴) (پ)

۹۷۵. چه تعداد از عبارات‌های زیر نادرست است؟

- آ) نیاز روزانه بدن هر فرد بالغ به یون پتاسیم دو برابر یون سدیم است.
- ب) ۹۰٪ یون کلسیم در استخوان به‌صورت $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ و CaCO_3 است.
- پ) کمبود یون پتاسیم در بدن انسان در افراد سالخورده شدید است.
- ت) یون پتاسیم برای تنظیم و عملکرد مناسب دستگاه عصبی بسیار ضروری است.

- ۱) (ا)
- ۲) (ب)
- ۳) (ت)
- ۴) (پ)



آب، آهنگ زندگی

پاسخ فصل ۳

۳۰۷

هدف از طراحی سؤال، حفظ کردن اعداد نیست بلکه تفکر به تفاوت و نگاه مقایسه‌ای به اعداد است. مجموع مقدار یون Na^+ و Cl^- بسیار بیش‌تر از یون‌های دیگر است. با نگاه به جدول یون‌ها مشاهده می‌کنیم که تفاوت بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار جدول، زیاد است. هم‌چنین مجموع مقدار SO_4^{2-} و Mg^{2+} از مجموع یون‌های کربنات، کلسیم، برمید و پتاسیم بیش‌تر است.

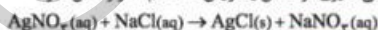
نماد یون	مقدار یون برحسب میلی‌گرم در یک کیلوگرم آب دریا
Cl^-	۱۹۰۰۰
Na^+	۱۰۵۰۰
SO_4^{2-}	۲۶۵۵
Mg^{2+}	۱۲۵۰
Ca^{2+}	۴۰۰
K^+	۳۸۰
CO_3^{2-}	۱۴۰
Br^-	۶۵

کشور ایران حدود یک درصد از جمعیت جهان را دارد اما تنها ۰/۲۶ درصد از منابع آب شیرین جهان را در اختیار دارد.

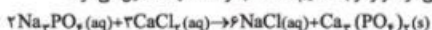
عبارت (۱) درست می‌باشد، زیرا در نمک BaSO_4 ، یک کاتیون و یک آنیون وجود دارد. عبارت (ب) نادرست است. مجموع ضرایب واکنش‌دهنده‌ها برابر ۲ و فرآورده‌ها برابر ۳ است.

$\text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{BaCl}_2(\text{aq}) \rightarrow 2\text{NaCl}(\text{aq}) + \text{BaSO}_4(\text{s})$
عبارت (پ) درست می‌باشد، رسوب تشکیل شده سفیدرنگ است.
عبارت (ت) نادرست می‌باشد، زیرا در NaCl فقط 2^- پیوند از نوع یونی ولی در BaSO_4 پیوند یونی و کووالانسی وجود دارد.

تعداد اتم‌ها با توجه به قانون پایستگی جرم، همیشه برابر است بنابراین تغییر حالت فیزیکی تأثیری در کاهش یا افزایش تعداد اتم‌ها در واکنش ندارد.



طبق واکنش زیر، یون‌های کلسیم در محلول توسط یون فسفات شناسایی می‌شوند و رسوب کلسیم فسفات به رنگ سفید تشکیل می‌شود.



یخ‌های قطبی، سرعت ذوب‌شدن دارند و انتقال آن‌ها به مناطق دیگر هزینه‌بر و سخت است.

عبارت (۱) نادرست است. کاتیون عناصر گروه اول، شامل یون‌های سدیم و پتاسیم و گروه دوم، شامل یون‌های کلسیم و منیزیم است که در آب دریاها وجود دارند. عبارت‌های (ب)، (پ) و (ت) درست می‌باشند.

عبارت‌های (ب)، (پ) و (ت) درست می‌باشند. عبارت (۱) نادرست است. آب ناشی از باران و برف در هوای پاکه آب مقطر نام دارد.

عبارت (۱) درست می‌باشد. عبارت (ب) نادرست است، زیرا پویا بودن زمین به معنای برهم کنش‌های شیمیایی و فیزیکی بین بخش‌های گوناگون آن است. عبارت (پ) درست می‌باشد.

عبارت (ت) نادرست است. ۷۵٪ جمعیت جهان هم‌اکنون از کم‌آبی رنج می‌برند و قاره آسیا که بیش از ۶۰٪ جمعیت جهان را دارد، خشک‌ترین قاره است.

عبارت گزینه (۱) از یون Cl^- و یون Na^+ در آب بیش‌تر است، پس این تفاوت با یک نوع یون مانند Ca^{2+} بیش‌تر خواهد بود. عبارت گزینه (۲)، مقایسه مقدار یون‌ها در آب به صورت زیر است:
 $\text{Cl}^- > \text{Na}^+ > \text{SO}_4^{2-} > \text{Mg}^{2+} > \text{Ca}^{2+} > \text{K}^+ > \text{CO}_3^{2-} > \text{Br}^-$
پس کم‌ترین و بیش‌ترین یون، ناقل‌ز است.

عبارت گزینه (۳)، حدود ۰/۶۵ درصد (نه ۶۵ درصد) شامل آب‌های زیرزمینی، آب شیرین دریاچه‌ها، آب شور دریاها و رطوبت خاک و بخار آب موجود در هوا می‌باشد.

جرم کل آب روی زمین 1.4×10^{18} تن است و نه جرم آب شیرین. اگر جرم آب شیرین به این اندازه بود، بسی جای خوشحالی داشت اما مطمئناً با رویه مصرف انسان‌ها، آن هم کم می‌آید. یاد شعار معروف این روزها افتادم: «آب هست اما کم است».

با توجه به شکل A (هواکره)، B (آبکره)، C (سنگکره) و D (زیستکره) است بنابراین عبارت‌های (۱)، (ب) و (ت) درست می‌باشند و اطلاعات عبارت (پ) مربوط به آبکره است.

۶۶۲ (۴) (۳) (۲) (۱)

عبارت (۱) نادرست است، زیرا یون نیتريد (N^{3-}) آنیون تک‌انمی است.

عبارت (ب) نادرست است، به طور مثال:

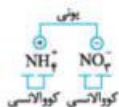
در NH_4NO_3 که هر دو بخش کاتیونی و

آنیونی دارای عناصر نافلزای هستند، اما پیوند

میان آن‌ها یونی است.

عبارت (پ) درست است.

عبارت (ت) درست است.



۶۶۳ (۴) (۳) (۲) (۱)

نسبت شمار کاتیون‌ها به آنیون‌ها در ترکیب ستون (I) و نسبت شمار

آنیون‌ها به کاتیون‌ها در ستون (II) به صورت زیر است:

$$\begin{aligned} \text{نسبت کاتیون به آنیون در ستون (I)} & \left\{ \begin{aligned} K_2SO_4 &= \frac{2}{1} \\ ZnF_2 &= \frac{1}{2} \\ Al_2O_3 &= \frac{2}{3} \\ NaNO_3 &= \frac{1}{1} \end{aligned} \right. \\ \text{نسبت آنیون به کاتیون در ستون (II)} & \left\{ \begin{aligned} FeI_2 &= \frac{2}{1} \\ CaBr_2 &= \frac{2}{1} \\ Fe(NO_3)_3 &= \frac{3}{1} \\ (NH_4)_2SO_4 &= \frac{1}{2} \end{aligned} \right. \end{aligned}$$

۶۶۴ (۴) (۳) (۲) (۱)

گزینه‌های (۱)، (۲) و (۳) درست می‌باشند. نسبت تعداد کاتیون به آنیون

برابر است.

$$Li_2O \Rightarrow \frac{\text{تعداد کاتیون}}{\text{تعداد آنیون}} = \frac{2Li^+}{1O^{2-}} = 2$$

$$K_2Cr_2O_7 \Rightarrow \frac{\text{تعداد کاتیون}}{\text{تعداد آنیون}} = \frac{2K^+}{1Cr_2O_7^{2-}} = 2$$

گزینه (۴) نادرست است.

$$NaOH \Rightarrow \frac{\text{تعداد عنصر}}{\text{تعداد اتم}} = \frac{1}{1} = 1$$

$$Li_2O \Rightarrow \frac{\text{تعداد عنصر}}{\text{تعداد اتم}} = \frac{2}{1} = 2$$

۶۶۵ (۴) (۳) (۲) (۱)

عبارت (۱) درست می‌باشد. در $LiOH$ و NH_4NO_3 نسبت تعداد

کاتیون به آنیون برابر یک است.

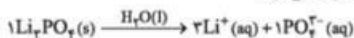
عبارت (ب) درست می‌باشد.

عبارت (پ) درست می‌باشد. فسفات دارای بار (۳-) ولی بقیه یون‌ها اندازه

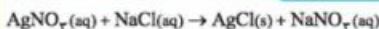
بار برابر (۱-) دارند.

عبارت (ت) درست می‌باشد؛ زیرا در اثر انحلال یک مول لیتیم فسفات، ۴

مول یون در آب تولید می‌شود.



۶۵۵ (۴) (۳) (۲) (۱)



رسوب حاصل مربوط به $AgCl$ است و سفید رنگ می‌باشد.

۶۵۶ (۴) (۳) (۲) (۱)

ترکیب‌های حاوی یون‌های گروه قلیایی، نیترات (NO_3^-)، آمونیوم (NH_4^+)

و کلرات (ClO_4^-) با انحلال در آب، محلول تشکیل می‌دهند.

بنابراین $Ca(NO_3)_2$ که حاوی یون نیترات است، در آب محلول است.

۶۵۷ (۴) (۳) (۲) (۱)

اگر به محلول یون‌های رنگ‌دار یون کلسیم، مقداری محلول بی‌رنگ سدیم

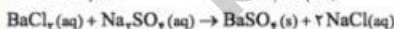
فسفات اضافه کنیم، یون کلسیم با یون فسفات، رسوب سفیدرنگ کلسیم

فسفات تشکیل می‌دهد.

۶۵۸ (۴) (۳) (۲) (۱)

فقط عبارت (پ) صحیح است و باید بدانیم واکنش به صورت یک‌طرفه

اتفاق می‌افتد.



عبارت (۱) نادرست است، زیرا فرآورده نامحلول در آب تشکیل نمی‌دهند.

عبارت (ب)، چون آنیون B و D یکسان است، واکنش انجام نمی‌شود.

عبارت (ت)، $BaSO_4$ فرآورده نامحلول در آب است.

۶۵۹ (۴) (۳) (۲) (۱)

ترکیب حاوی یون سولفات با هر کاتیون دیگری همراه شود، حالت محلول

در آب دارد و فقط با تعداد یون محدودی مانند Ca^{2+} ، Sr^{2+} ، Ba^{2+} ،

Pb^{2+} و Ag^+ نامحلول است. به طور مثال: $BaSO_4$ و $CaSO_4$

و Ag_2SO_4 در آب نامحلول است اما Rb_2SO_4 ، $(NH_4)_2SO_4$

و K_2SO_4 محلول در آب هستند. پس با اضافه کردن یون سولفات

می‌توان حضور ترکیب نامحلول در آب را تشخیص داد.

۶۶۰ (۴) (۳) (۲) (۱)

عبارت‌های (۱)، (ب)، (پ) و (ت) نادرست هستند.

نقره نیترات با محلولی که دارای یون کلرید (Cl^-) باشد، رسوب سفیدرنگ

تولید می‌کند پس در لوله آزمایش A باید محلولی از سدیم کلرید باشد.

همچنین باریم کلرید با محلولی که دارای یون سولفات (SO_4^{2-}) باشد،

رسوب سفیدرنگ باریم سولفات ($BaSO_4$) تولید می‌کند پس در لوله

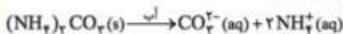
آزمایش B باید محلولی از پتاسیم سولفات وجود داشته باشد.

۶۶۱ (۴) (۳) (۲) (۱)

به یون‌هایی که از ۲ یا چند اتم یکسان یا متفاوت تشکیل شده باشند

یون‌های چندانمی می‌گویند.

یون‌های حاصل از آمونیوم کربنات



بنابراین بار الکتریکی کربنات (۲-) است.

۶۶۲ (۴) (۳) (۲) (۱)

از آمونیوم (NH_4^+) و هیدروژن سولفید (HS^-) ترکیب NH_4HS

حاصل می‌شود.

۶۷۵ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

در الومینیم سولفات $(Al_2(SO_4)_3)$:
 $\frac{\text{شمار کاتیون}}{\text{شمار آنیون}} = \frac{3}{2}$

در آهن (III) اکسید (Fe_2O_3) :
 $\frac{\text{شمار اتم اکسیژن}}{\text{شمار عناصر}} = \frac{3}{2}$

۶۷۶ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)



۶۷۷ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

(ا) نادرست است. آمونیوم سولفات فاقد عنصر P می باشد.

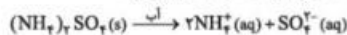
(ب) درست است. آمونیوم سولفات ۱۵ اتم دارد و نسبت کاتیون به آنیون ۲ است.



(پ) نادرست است. آنیون و کاتیون تشکیل دهنده آن هر دو، چند اتمی اند.

پس در آمونیوم سولفات علاوه بر پیوند یونی، پیوند کووالانسی هم داریم.

(ت) نادرست است. آمونیوم سولفات در آب حل می شود.



(ث) با توجه به ساختار یون آمونیوم (NH_4^+) و مولکول گوگرد

تری اکسید (SO_3) مشاهده می شود که یون آمونیوم برخلاف SO_3 در

یک صفحه قرار ندارد.



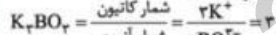
پس تنها یک مورد صحیح می باشد.

۶۷۸ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

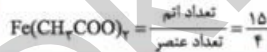
عبارت گزینیه های (۱) و (۲) با توجه به ظرفیت ۳ بار منفی

بورات (BO_3^{3-}) و یک بار منفی استات (CH_3COO^-) درست

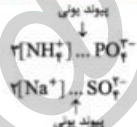
می باشد و همچنین گزینۀ (۳) درست است.



گزینۀ (۴) نادرست است زیرا:



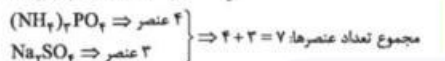
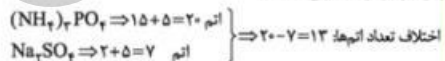
۶۷۹ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)



$(NH_4)_3PO_4$ ترکیب یونی است:

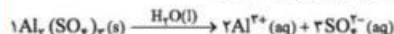
Na_4SO_4 ترکیب یونی است:

پس هر دو ترکیب یونی هستند.

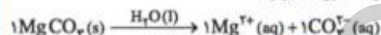


۶۶۷ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

با توجه به شکل (ا) که ۴ مول یون کاتیون و ۶ مول آنیون در آن وجود دارد، پس ماده مورد نظر از انحلال یک ترکیب یونی که نسبت کاتیون به آنیون آن ۲ به ۳ بوده، ایجاد شده است.



و در شکل (ب) نسبت تعداد کاتیون به آنیون یک است؛ پس در ماده مورد نظر نسبت کاتیون به آنیون باید برابر باشد.



۶۶۸ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

فرمول پنتاسیم کلریت که حاوی یون های K^+ و ClO_2^- است به صورت $KClO_2$ می باشد.

۶۶۹ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

آمونیم (NH_4^+) و دی کرومات $(Cr_2O_7^{2-})$ است که فرمول حاصل $(NH_4)_2Cr_2O_7$ می شود.

۶۷۰ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

ترکیب حاصل از مس (II): Cu^{2+} و پرمنگنات: MnO_4^- ، $Cu(MnO_4)_2$ است.

۲) در گزینۀ (۳) یون (SiO_4^{4-}) آمده است که سیلیکات می باشد.

نام یون	یون	نام یون	یون
فسفات	PO_4^{3-}	هیپوکلریت	ClO^-
پرمنگنات	MnO_4^-	کلریت	ClO_2^-
دی هیدروژن فسفات	$H_2PO_4^-$	کلرات	ClO_3^-
		پرکلرات	ClO_4^-

۶۷۱ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

کلسیم سیانید به صورت $Ca(CN)_2$ باید باشد و همچنین در عنصر کبالت، حرف دوم باید کوچک باشد.

۶۷۲ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

ترکیب سه تایی، شامل سه نوع عنصر است، تنها گزینۀ (۴)، ترکیب یونی سه تایی می باشد. ترکیب H_2SO_4 سه تایی است اما کووالانسی است و ترکیب AlN و $KHSO_4$ به ترتیب دوتایی و چهار تایی می باشند.

۶۷۳ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

مفهوم مشابه بودن از نگاه ضرب استوکیومتری، یعنی ظرفیت کاتیون ها و آنیون های هر سه ترکیب برابر باشند. در آهن (III) اکسید (Fe^{3+}, O^{2-}) ، الومینیم اکسید (Al^{3+}, O^{2-}) و کبالت (III) سولفات (Co^{3+}, SO_4^{2-}) است که در هر سه ترکیب ظرفیت کاتیون ها برابر و همچنین آنیون ها برابر است.

۶۷۴ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

تعداد اتم $CuCr_2O_7 \Rightarrow 6 =$ تعداد اتم $CrSO_4 \Rightarrow 10 =$ تعداد اتم، بنابراین تفاوت تعداد اتم دو ترکیب داده شده برابر ۴ است.

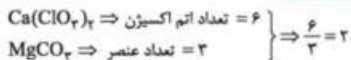
۶۸۸ (۴) (۳) (۲) (۱)

تعداد کاتیون برابر یک است.

اندیس کاتیون $\times$ بار کاتیون = تعداد الکترون مبادله شده
اندیس آنیون $\times$ بار آنیون



۶۸۹ (۴) (۳) (۲) (۱)



۶۹۰ (۴) (۳) (۲) (۱)

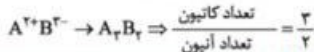
در کلسیم اکسید فقط پیوند یونی وجود دارد.

۶۹۱ (۴) (۳) (۲) (۱)

یون استات CH_3COO^- است.

۶۹۲ (۴) (۳) (۲) (۱)

با توجه به آرایش گاز نجیب عنصرها، عنصر A در گروه دوم جدول قرار دارد و عنصر B در گروه پانزدهم جدول قرار دارد.

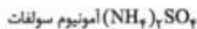


۶۹۳ (۴) (۳) (۲) (۱)

یون نیترات (NO_3^-)، یون یدید (I^-) و یون هیدروکسید (OH^-) همگی یک ظرفیتی هستند.

۶۹۴ (۴) (۳) (۲) (۱)

درست (۱)



(ب) درست، در آمونیوم سولفات ۸ اتم هیدروژن و در آمونیوم نیترات ۴ اتم هیدروژن وجود دارد.

(پ) نادرست، در آمونیوم سولفات ۲ اتم نیتروژن و در آمونیوم نیترات هم ۲ اتم نیتروژن وجود دارد.

(ت) نادرست



بر روی S و N جفت الکترون وجود ندارد.

۶۹۵ (۴) (۳) (۲) (۱)

نسبت سه آنیون به یک کاتیون یعنی ظرفیت آنیون برابر با (۳) و ظرفیت کاتیون برابر با (۱) باشد.

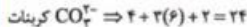
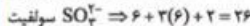
در ترکیب ScF_3 ، به ازای هر یک یون Sc^{3+} ، ۳ یون فلورور داریم.

۶۹۶ (۴) (۳) (۲) (۱)

ترکیب MnO_4^{2-} (مگنات)، O_4^{2-} (سوپر اکسید) و NH_4^+ (آمونیوم) است.

۶۸۰ (۴) (۳) (۲) (۱)

شمار الکترون‌های لایه ظرفیت در یون‌ها برابر است با مجموع شمار الکترون‌های لایه ظرفیت آنها منهای بار یون (با در نظر گرفتن علامت).



و تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت PCl_4 برابر است با:

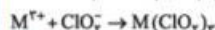


۶۸۱ (۴) (۳) (۲) (۱)

کربنات (CO_3^{2-})، کرومات (CrO_4^{2-})، دی‌کرومات ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$) و پرمگنات (MnO_4^-) است.

۶۸۲ (۴) (۳) (۲) (۱)

نیتروژن دارای ظرفیت سه است، بنابراین یون M نیز ظرفیت سه داشته که در زیروند این ترکیب عدد یک می‌بینیم، بنابراین:



۶۸۳ (۴) (۳) (۲) (۱)

کلسیم سیانید $\text{Ca}(\text{CN})_2$ ترکیب یونی سه تایی است و $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ مثالی از یک آنیون است که در آن فلز وجود دارد. آمونیوم (NH_4^+) مثالی از یک کاتیون چند اتمی است و هم‌چنین مس ظرفیت ۱ و ۲ دارد.

۶۸۴ (۴) (۳) (۲) (۱)

از $\text{X}^{2+}\text{CO}_3^{2-}$ و $\text{X}^{3+}\text{PO}_4^{3-}$ می‌فهمیم که X ظرفیت ۲ و ۳ دارد، اما مس دارای ظرفیت ۱ و ۲ است.

۶۸۵ (۴) (۳) (۲) (۱)

آمونیوم مگنات $(\text{NH}_4)_2\text{MnO}_4$



۶۸۶ (۴) (۳) (۲) (۱)

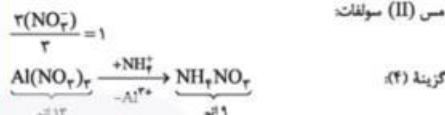
۶۸۷ (۴) (۳) (۲) (۱)

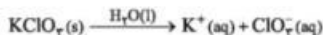
آهن (II) کلرید: FeCl_2

آلومینیم نیترات: $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$

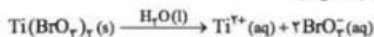
مس (II) سولفات: CuSO_4

گزینه (۱): مس (II) سولفات آبی‌رنگ و آهن (II) کلرید نمک سبز رنگ هستند.
گزینه (۲): تعداد اتم‌های آلومینیم نیترات برابر ۱۳ اتم و در آهن (II) کلرید برابر ۳ اتم و اختلاف تعداد آنها در این دو ترکیب برابر $13 - 3 = 10$ می‌باشد.
گزینه (۳): نسبت تعداد آنیون‌های آلومینیم نیترات به عنصرهای تشکیل‌دهنده مس (II) سولفات:





۲ مول یون تولید می‌شود.



۳ مول یون تولید می‌شود.

در صورت و مخارج رابطه ppm، از یک نوع یکای اندازه‌گیری جرم استفاده می‌شود، بنابراین ppm یکا ندارد. چون چنین محلول‌های آبی، بسیار رقیق هستند، لذا چگالی آن‌ها را می‌توان با توجه به رقیق بودن آن‌ها در حدود 1 g mL^{-1} یا 1 kg L^{-1} در نظر گرفت؛ یعنی هر لیتر چنین محلول‌هایی را برابر 1000 گرم در نظر گرفته و در نتیجه:

$$\text{ppm} = \frac{\text{گرم ماده حل‌شونده}}{\text{گرم کل محلول}} \times 10^6$$

و یا

$$\text{ppm} = \frac{\text{ماده حل‌شونده (mg)}}{1000 \text{ g mg}}$$

در این محلول‌ها تعداد میلی‌گرم حل‌شونده به 10^6 میلی‌گرم محلول همان معنای ppm را دارد.

با استفاده از اطلاعات موجود در گزینه (۴)، می‌توان محلول 100 ppm ساخت.

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 = \frac{1 \text{ g Br}^-}{1000 \text{ g محلول}} \times 10^6 = 100 \text{ ppm}$$

عبارت‌های (۱)، (ب) و (پ) درست هستند.

در رابطه با عبارت (پ):

$$? \text{ g Na}^+ = 80 \text{ g NaOH} \times \frac{1 \text{ mol NaOH}}{40 \text{ g NaOH}} \times \frac{1 \text{ mol Na}^+}{1 \text{ mol NaOH}}$$

$$\times \frac{23 \text{ g Na}^+}{1 \text{ mol Na}^+} = 46 \text{ g Na}^+$$

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 = \frac{46 \text{ g Na}^+}{500 \text{ g محلول}} \times 10^6 = 92000 \text{ ppm}$$

در رابطه با عبارت (ت) که نادرست می‌باشد، کاتیون‌های موجود در آب

دریاچه ارومیه به‌طور عمده شامل Mg^{2+} ، Li^+ ، Ca^{2+} ، K^+ ، Na^+ می‌باشد که بیش‌تر تک‌ظرفیتی‌اند.

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6$$

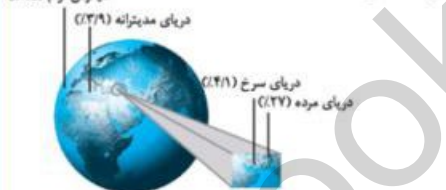
$$\Rightarrow 13 = \frac{\text{جرم اکسیژن حل‌شونده}}{12000 \text{ g محلول}} \times 10^6 \Rightarrow \text{جرم } \text{O}_2 = 156 \text{ g}$$

اکنون تعداد مولکول‌های O_2 را محاسبه می‌کنیم:

$$156 \text{ g O}_2 \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{32 \text{ g O}_2} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ O}_2 \text{ مولکول}}{1 \text{ mol O}_2} = 2.9 \times 10^{21}$$

گزینه (۱): هر چه میزان نمک‌های حل‌شده در آب دریا بیش‌تر باشد، چگالی آب بیش‌تر می‌شود. در هر 1000 گرم آب دریای مرده، 27 گرم، در دریای سرخ 41 گرم، در دریای مدیترانه 39 گرم و در اقیانوس آرام 35 گرم نمک حل شده است.

گزینه (۲): مخلوط همگن در واقع همان محلول است.



گزینه (۳): در محلول‌ها حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی در همه جای آن یکسان است.

گزینه (۴): محلول دارای چند جزء ماده است که ترکیب شیمیایی و حالت فیزیکی در همه جای آن یکسان است.

عبارت (۱) درست است؛ محلول‌ها به هر سه حالت فیزیکی وجود دارند، در حالت گازی، هوا، در حالت مایع، محلول استون در آب و در حالت جامد، انواع آلیاژها را می‌توان مثال زد.

عبارت (ب) درست است.

عبارت (پ) درست است.

عبارت (ت) نادرست است، زیرا آب دریای مرده محلول غلیظی است که انسان می‌تواند روی آن به راحتی شناور بماند.

عبارت‌های (ب)، (پ) و (ت) درست می‌باشند.

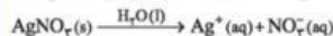
در عبارت (۱) ضد یخ یک مخلوط همگن است، زیرا اتیلن گلیکول یا ضد یخ یک نوع الکترولیت است که در آب محلول است.

عبارت‌های (پ) و (ت) درست هستند.

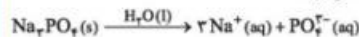
با توجه به نمودار زیر می‌توان دریافت که فقط عبارت (ت) درست می‌باشد.



از انحلال ترکیب‌های یونی داده‌شده در آب به‌صورت زیر یون تولید می‌شود:



۲ مول یون تولید می‌شود.



۴ مول یون تولید می‌شود.

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده (g)}}{\text{جرم محلول (g)}} \times 10^6 \Rightarrow 180 = \frac{x}{100} \times 10^6$$

$$\Rightarrow x = 0.018 \text{ g NH}_4\text{NO}_3$$

$$? \text{ mol NH}_4\text{NO}_3 = 0.018 \text{ g NH}_4\text{NO}_3 \times \frac{1 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3}{80 \text{ g NH}_4\text{NO}_3}$$

$$= 2.25 \times 10^{-4} \text{ mol NH}_4\text{NO}_3$$

$$0.048 \text{ mol K}^+ \times \frac{39 \text{ g K}^+}{1 \text{ mol K}^+} = 1.872 \text{ g K}^+$$

$$100 \text{ kg} \times \frac{1.872 \text{ g}}{1 \text{ kg}} = 1.872 \text{ g}$$

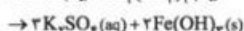
$$\text{در ادامه در رابطه ppm جایگذاری می‌کنیم:}$$

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده (g)}}{\text{جرم محلول (g)}} \times 10^6 \Rightarrow \frac{1.872}{100} \times 10^6 = 18720 \text{ ppm}$$

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6$$

$$120 = \frac{x \text{ g Na}^+}{1000 \text{ g}} \times 10^6 \Rightarrow \text{Na}^+ = 0.012 \text{ g}$$

$$0.012 \text{ g Na}^+ \times \frac{1 \text{ mol Na}^+}{23 \text{ g Na}^+} = 5.2 \times 10^{-4} \text{ mol Na}^+$$



$$? \text{ g KOH} = 6 \times 10^{-4} \text{ mol Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \times \frac{6 \text{ mol KOH}}{1 \text{ mol Fe}_2(\text{SO}_4)_3}$$

$$\times \frac{56 \text{ g KOH}}{1 \text{ mol KOH}} = 2.016 \times 10^{-4} \text{ g KOH}$$

$$\text{ppm KOH} = \frac{2.016 \times 10^{-4} \text{ g}}{28 \text{ g}} \times 10^6 = 72 \text{ ppm}$$



از تفکیک ۱ مول کلسیم کلرید، ۳ مول یون تولید می‌شود که شامل دو مول یون Cl^- و یک مول یون کلسیم است. پس تعداد مول یون کلرید برابر $2 \times 5 \times 10^{-4} = 10^{-3}$ است.

$$? \text{ Cl}^- \text{ جرم} = 10^{-3} \text{ mol Cl}^- \times \frac{35.5 \text{ g Cl}^-}{1 \text{ mol Cl}^-} = 0.0355 \text{ g Cl}^-$$

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم محلول}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 = \frac{0.0355}{1000} \times 10^6 = 35.5$$

$$? \text{ g Ca}^{2+} = 0.021 \text{ g CaSO}_4 \times \frac{1 \text{ mol CaSO}_4}{136 \text{ g CaSO}_4} \times \frac{1 \text{ mol Ca}^{2+}}{1 \text{ mol CaSO}_4}$$

$$\times \frac{40 \text{ g Ca}^{2+}}{1 \text{ mol Ca}^{2+}} = 0.0617 \text{ g}$$

$$\text{ppm} = \frac{0.0617 \text{ g Ca}^{2+}}{100/21 \text{ g}} \times 10^6 = 616 \text{ ppm}$$

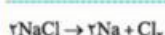
ابتدا مقدار میلی‌گرم سدیم را حساب کنیم:

$$15 \text{ mg NaCl} \times \frac{1 \text{ mol NaCl}}{58.5 \text{ mg NaCl}} \times \frac{1 \text{ mol Na}^+}{1 \text{ mol NaCl}} \times \frac{23 \text{ mg Na}^+}{1 \text{ mol Na}^+}$$

$$= 5.9 \text{ mg Na}^+$$

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده (g)}}{\text{جرم محلول (g)}} \times 10^6 \Rightarrow 220 = \frac{5.9 \times 10^{-3} \text{ g}}{x} \times 10^6$$

$$\Rightarrow x = 27 \text{ g}$$



$$2000 \text{ mol Cl}_2 \times \frac{2 \text{ mol Cl}^-}{1 \text{ mol Cl}_2} \times \frac{35.5 \text{ g Cl}^-}{1 \text{ mol Cl}^-} \times \frac{1 \text{ kg Cl}^-}{1000 \text{ g Cl}^-}$$

$$= 142 \text{ kg Cl}^-$$

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده (kg)}}{\text{جرم محلول (kg)}} \times 10^6$$

$$\Rightarrow \text{ppm} = \frac{142}{7/1 \times 10^3} \times 10^6 \Rightarrow \text{ppm} = 20000 \text{ ppm}$$

حداقل غلظت یون F^- باید 0.7 ppm باشد تا بتواند عملکرد مناسب خود را حفظ کند. پس باید مقدار یون فلوئورید را حساب کنیم:

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده (میلی‌گرم)}}{\text{حجم محلول (لیتر)}} \Rightarrow 0.7 \text{ ppm} = \frac{x \text{ mg F}^-}{1 \text{ L محلول}}$$

$$\Rightarrow x = 0.7 \text{ mg F}^-$$

$$? \text{ mol NaF} = 0.7 \text{ mg F}^- \times \frac{1 \text{ g F}^-}{1000 \text{ mg F}^-} \times \frac{1 \text{ mol F}^-}{19 \text{ g F}^-} \times \frac{1 \text{ mol NaF}}{1 \text{ mol F}^-}$$

$$= 3.6 \times 10^{-5} \text{ mol NaF}$$

مقدار ماده حل شده در یک لیتر آب به قدری کم است که می‌توان یک لیتر محلول را تقریباً یک لیتر آب در نظر گرفت.

دستگاه تصفیه آب توانایی فیلتر کردن ۴ مول یون کربنات را دارد:

$$? \text{ g CO}_3^{2-} = 4 \text{ mol CO}_3^{2-} \times \frac{60 \text{ g CO}_3^{2-}}{1 \text{ mol CO}_3^{2-}} = 240 \text{ g CO}_3^{2-}$$

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده (میلی‌گرم)}}{\text{حجم محلول (لیتر)}} \times 10^6$$

$$\Rightarrow 200 = \frac{240 \times 10^3 \text{ mg CO}_3^{2-}}{x \text{ L محلول}} \Rightarrow x = 1.2 \times 10^3 \text{ L}$$

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده (kg)}}{\text{جرم محلول (kg)}} \times 10^6 \Rightarrow 25 = \frac{x}{15} \times 10^6$$

$$\Rightarrow x = 0.375 \times 10^{-3} \text{ kg K}^+$$

$$0.375 \times 10^{-3} \text{ kg K}^+ \times \frac{1000 \text{ g K}^+}{1 \text{ kg K}^+} \times \frac{1 \text{ mol K}^+}{39 \text{ g K}^+} \times \frac{6.02 \times 10^{23}}{1 \text{ mol K}^+}$$

$$= 8.104 \times 10^{21} \text{ K}^+$$

ابتدا از روی مول، جرم ااتول را حساب کنید.

$$10 \text{ mol } C_7H_5OH \times \frac{122 \text{ g } C_7H_5OH}{1 \text{ mol } C_7H_5OH} = 1220 \text{ g } C_7H_5OH$$

$$5 \text{ L محلول} \times \frac{1000 \text{ mL محلول}}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{122 \text{ g محلول}}{1 \text{ mL}} = 610 \text{ g محلول}$$

$$\text{درصد جرمی ااتول} = \frac{\text{جرم حل شده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \frac{610}{1220} \times 100 = 50\%$$

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم } Ca^{2+}}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \frac{136 \times 10^{-3} \text{ g}}{1000 \text{ g}} \times 100 = 0.0136\%$$

$$\text{غلظت مولار} = \frac{n \text{ مول}}{V \text{ محلول}} = \frac{136 \times 10^{-3}}{1 \text{ L}} = 0.136 \text{ mol } L^{-1}$$

ابتدا جرم الکترول را حساب می‌کنیم و سپس در فرمول درصد جرمی قرار می‌دهیم:

$$240 \text{ mL الکترول} \times \frac{1.18 \text{ g/mL الکترول}}{1 \text{ mL الکترول}} = 283.2 \text{ g الکترول}$$

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم یُد}}{\text{جرم یُد + جرم الکترول}} \times 100 = \frac{4/8}{283.2 + 4/8} \times 100 = 1.41\%$$

ابتدا مول ااتول و مول آب را حساب می‌کنیم.

$$? \text{ mol } C_7H_5OH = 175 \text{ mL } C_7H_5OH \times \frac{1.18 \text{ g } C_7H_5OH}{1 \text{ mL } C_7H_5OH}$$

$$\times \frac{1 \text{ mol } C_7H_5OH}{122 \text{ g } C_7H_5OH} = 1.67 \text{ mol } C_7H_5OH$$

$$? \text{ mol } H_2O = 14/4 \text{ g } H_2O \times \frac{1 \text{ mol آب}}{18 \text{ g آب}} = 0.78 \text{ mol } H_2O$$

$$\text{درصد مولی ااتول} = \frac{\text{مول ااتول}}{\text{مول ااتول + مول آب}} \times 100 = \frac{1.67}{1.67 + 0.78} \times 100 = 68.2\%$$

ابتدا باید حساب کنیم یک گرم یون Ca^{2+} معادل چند گرم $CaSO_4$ است.

$$1 \text{ g } Ca^{2+} \times \frac{1 \text{ mol } Ca^{2+}}{40 \text{ g } Ca^{2+}} \times \frac{1 \text{ mol } CaSO_4}{1 \text{ mol } Ca^{2+}}$$

$$\times \frac{136 \text{ g } CaSO_4}{1 \text{ mol } CaSO_4} = 3.4 \text{ g } CaSO_4$$

از آن جایی که انحلال پذیری $CaSO_4$ در شرایط موردنظر برابر $10/4$ گرم در 100 گرم آب است می‌توان دریافت که در 500 گرم آب، مقدار $5/2$ گرم $CaSO_4$ می‌تواند حل شود.

درصد جرمی $CaSO_4$ اضافی که می‌تواند حل شود.

با توجه به نمودار زیر، کاربردهای $NaCl$ آورده شده است.



عبارت (ت) و (ج) جزو کاربردهای $NaCl$ نیامده است.

$$\text{جرم حل شونده (ماتول)} = \frac{\text{درصد جرمی محلول}}{\text{جرم محلول}} \times 100$$

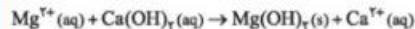
$$\text{ماتول اول} = \frac{40}{100} \times \frac{x}{200} \Rightarrow x = 80 \text{ g}$$

$$\text{ماتول دوم} = \frac{70}{100} \times \frac{x}{300} \Rightarrow x = 300$$

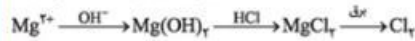
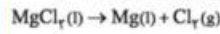
$$\text{جرم کل ماتول} = \frac{\text{درصد جرمی ماتول حاصل}}{\text{جرم کل محلول}} \times 100 = \frac{80 + 300}{300 + 200} \times 100 = 58\%$$

$$\text{درصد جرمی } NaCl = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 \Rightarrow 15 = \frac{x}{40} \times 100 \Rightarrow x = 6 \text{ g } NaCl$$

منیزیم در آب دریا به شکل $Mg^{2+} (aq)$ وجود دارد. برای استخراج و جداسازی آن در مرحله نخست، منیزیم را به صورت ماده جامد و نامحلول $Mg(OH)_2$ رسوب می‌دهند.



در مرحله بعد $Mg(OH)_2$ را به $MgCl_2$ تبدیل می‌کنند و در پایان با کمک جریان برق، منیزیم کلرید را به Mg و Cl_2 تجزیه می‌کنند.



$$5/8 \text{ g } Mg(OH)_2 \times \frac{1 \text{ mol } Mg(OH)_2}{58 \text{ g } Mg(OH)_2} \times \frac{1 \text{ mol } Cl_2}{1 \text{ mol } Mg(OH)_2} = 0.1 \text{ mol } Cl_2$$

$$\text{درصد جرمی منیزیم برمید} = \frac{x \text{ g}}{100 \text{ g}} \times 100 \Rightarrow x = 22 \text{ g}$$

با اضافه کردن x گرم منیزیم برمید می‌توان محلولی با درصد جرمی 60% به دست آورد.

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم منیزیم برمید}}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \frac{22 + x}{100 + x} \times 100 \Rightarrow x = 40 \text{ g برمید}$$

منیزیم برمید

۷۵۲

ابتدا تعداد مول سدیم سولفات را به گرم تبدیل می‌کنیم:

$$\text{Na}_2\text{SO}_4 = 2 \times 23 + 32 + 4 \times 16 = 142 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$\frac{1}{18} \text{ mol Na}_2\text{SO}_4 \times \frac{142 \text{ g Na}_2\text{SO}_4}{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4} = 113.33 \text{ g Na}_2\text{SO}_4$$

حال می‌توانیم درصد جرمی محلول را حساب کنیم:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم ماده حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100$$

$$\Rightarrow \frac{113.33}{180 + 113.33} \times 100 = 38.8\%$$

۷۵۳

ابتدا مقدار گرم سدیم کلرید را در هر دو محلول حساب می‌کنیم.

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{مقدار گرم NaCl}}{\text{مقدار گرم محلول}} \times 100 \Rightarrow 12 = \frac{x_1}{25} \times 100$$

$$\Rightarrow x_1 = 3 \text{ g NaCl}$$

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{مقدار گرم NaCl}}{\text{مقدار گرم محلول}} \times 100 \Rightarrow 7 = \frac{x_2}{40} \times 100$$

$$\Rightarrow x_2 = 2.8 \text{ g NaCl}$$

$$\text{NaCl مقدار گرم نهایی} = x_1 + x_2 = 3 + 2.8 = 5.8 \text{ g NaCl}$$

$$\text{محلول مقدار گرم نهایی} = 25 + 40 = 65 \text{ g}$$

$$\text{درصد جرمی نهایی} = \frac{\text{مقدار گرم NaCl}}{\text{مقدار گرم محلول}} \times 100$$

$$\Rightarrow \frac{5.8}{65} \times 100 = 8.9\%$$

۷۵۴



روش ضرب تبدیل:

$$7.95 \text{ g M(OH)}_2 \times \frac{1 \text{ mol M(OH)}_2}{M + 68 \text{ g M(OH)}_2} \times \frac{1 \text{ mol M(SO}_4)_2}{1 \text{ mol M(OH)}_2}$$

$$\times \frac{(M + 192) \text{ g M(SO}_4)_2}{1 \text{ mol M(SO}_4)_2} = 14.15 \text{ g M(SO}_4)_2$$

$$7.95M + 7.95 \times 192 = 14.15M + 14.15 \times 68$$

$$\Rightarrow 6.2M = 564.2 \Rightarrow M = 91$$

روش تستی:

$$\frac{7.95 \text{ g M(OH)}_2}{M + 68} = \frac{14.15 \text{ g M(SO}_4)_2}{M + 192} \Rightarrow M = 91$$

۷۵۵

$$? \text{ g Na}_2\text{SO}_4 = 142 \text{ g Na}^+ \times \frac{1 \text{ mol Na}^+}{23 \text{ g Na}^+} \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4}{2 \text{ mol Na}^+}$$

$$\times \frac{142 \text{ g Na}_2\text{SO}_4}{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4} = 568 \text{ g Na}_2\text{SO}_4$$

$$? \text{ g MgSO}_4 = 72 \text{ g Mg}^{2+} \times \frac{1 \text{ mol Mg}^{2+}}{24 \text{ g Mg}^{2+}} \times \frac{1 \text{ mol MgSO}_4}{1 \text{ mol Mg}^{2+}}$$

$$\times \frac{120 \text{ g MgSO}_4}{1 \text{ mol MgSO}_4} = 360 \text{ g MgSO}_4$$

$$\frac{\text{جرم Na}_2\text{SO}_4}{\text{جرم MgSO}_4} = \frac{568}{360} = 1.58$$

۷۴۷

ابتدا مقدار MgCl_2 خالص را حساب می‌کنیم:

$$\text{جرم منیزیم کلرید خالص} = 2 \text{ g} \times \frac{90}{100} = 1.8 \text{ g}$$

چون بیان شده ناخالصی‌ها در آب حل می‌شود، پس کل ۲ گرم در آب حل می‌شود. در این صورت جرم محلول برابر است با:

$$\text{جرم محلول} = 20 + 2 = 22$$

$$\text{درصد جرمی محلول} = \frac{\text{مقدار منیزیم کلرید}}{\text{مقدار گرم محلول}} \times 100 = \frac{1.8}{22} \times 100 = 8.18\%$$

۷۴۸

فرض می‌کنیم که ۱۰۰ گرم از محلول موردنظر در اختیار داریم. در ۱۰۰ گرم ۱۰ گرم Na_2PO_4 وجود دارد.

$$\frac{1}{10} \text{ g Na}_2\text{PO}_4 \times \frac{3 \times 23 \text{ g Na}}{164 \text{ g Na}_2\text{PO}_4} = 4.1073 \times 10^{-2} \text{ g Na}^+$$

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل‌شده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 = \frac{4.1073 \times 10^{-2} \text{ g Na}^+}{100} \times 10^6 = 410.73$$

۷۴۹

روش اول:

$$\text{Zn}^{2+} \Rightarrow \frac{195}{65} = 3 \text{ mol ZnSO}_4$$

$$\text{Na}^+ \Rightarrow \frac{184}{23} = 8 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4$$

$$4(\text{Na}_2\text{SO}_4) - 2(\text{ZnSO}_4)$$

$$= 4 \times 142 - 2 \times 161 = 568 - 322 = 246 \text{ g}$$

روش دوم:

$$? \text{ g ZnSO}_4 = 195 \text{ g Zn}^{2+} \times \frac{1 \text{ mol Zn}^{2+}}{65 \text{ g Zn}^{2+}}$$

$$\times \frac{1 \text{ mol ZnSO}_4}{1 \text{ mol Zn}^{2+}} \times \frac{161 \text{ g ZnSO}_4}{1 \text{ mol ZnSO}_4} = 482 \text{ g}$$

$$? \text{ g Na}_2\text{SO}_4 = 184 \text{ g Na}^+ \times \frac{1 \text{ mol Na}^+}{23 \text{ g Na}^+}$$

$$\times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4}{2 \text{ mol Na}^+} \times \frac{142 \text{ g Na}_2\text{SO}_4}{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4} = 568 \text{ g}$$

$$\text{اختلاف جرم دو نمک} = 568 - 322 = 246 \text{ g}$$

۷۵۰

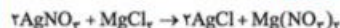
ابتدا جرم CaS را حساب می‌کنیم:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم CaS}}{\text{جرم محلول}} \times 100 \Rightarrow 70 = \frac{x}{80 + x} \times 100 \Rightarrow x = 186.6 \text{ g}$$

$$\text{CaS جرم مولی} = 40 + 32 = 72 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$? \text{ mol CaS} = 186.6 \text{ g CaS} \times \frac{1 \text{ mol CaS}}{72 \text{ g CaS}} = 2.59$$

۷۵۱



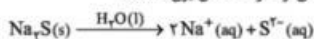
$$? \text{ g MgCl}_2 = 0.1 \text{ mol AgNO}_3 \times \frac{1 \text{ mol MgCl}_2}{2 \text{ mol AgNO}_3} \times \frac{95 \text{ g MgCl}_2}{1 \text{ mol MgCl}_2}$$

$$= 4.75 \text{ g MgCl}_2$$

۷۶۰ (۱) (۲) (۳) (۴)

در گزینه (۲)، اندازه‌گیری جسم یک مایع در آزمایشگاه، مشکل‌تر از اندازه‌گیری حجم آن است.

در گزینه (۳)، غلظت برحسب مول از غلظت برحسب گرم، برکاربردتر است. در گزینه (۴)، آلومینیم فلوئورید (AlF_3) با انحلال در آب نسبت به سدیم سولفید (Na_2S) تعداد یون بیش‌تری در آب تولید می‌کند که این نشان از غلیظ‌تر بودن آن از نظر تعداد کل یون‌ها است.



۳ مول یون تولید می‌کند.



۴ مول یون تولید می‌شود.

۷۶۱ (۱) (۲) (۳) (۴)

$$(1) \text{ غلظت مولی محلول } = \frac{4 \times 0.1}{0.25} = 1.6 \text{ mol/L}^{-1}$$

$$(2) \text{ غلظت مولی محلول } = \frac{8 \times 0.1}{0.5} = 1.6 \text{ mol/L}^{-1}$$

$$\frac{(8 + 4) \times 0.1 \text{ mol}}{(50 + 25) \text{ mL}} = 1.6 \text{ mol/L}^{-1}$$

بررسی گزینه (۴):

۷۶۲ (۱) (۲) (۳) (۴)

ابتدا گرم $NaCl$ را حساب می‌کنیم:

$$0.5 \text{ mol NaCl} \times \frac{58.5 \text{ g}}{1 \text{ mol NaCl}} = 29.25 \text{ g NaCl}$$

$$\frac{A}{B} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 \Rightarrow \frac{29.25}{50} = \frac{x}{245} \Rightarrow x = 141.25 \text{ g AgCl}$$

$$\Rightarrow x = \frac{141.25}{147} = 0.954 \text{ g AgCl}$$

$$0.954 \text{ g AgCl} \times \frac{1 \text{ mol}}{143.5 \text{ g AgCl}} = 0.00665 \text{ mol AgCl}$$

۷۶۳ (۱) (۲) (۳) (۴)

ابتدا گرم سولفوریک اسید را به مول تبدیل می‌کنیم:

$$10 \text{ g H}_2\text{SO}_4 \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{98 \text{ g H}_2\text{SO}_4} = 0.102 \text{ mol H}_2\text{SO}_4$$

در ادامه، غلظت مولار محاسبه می‌شود:

$$400 \text{ mL} = 0.4 \text{ L}$$

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{تعداد مول ماده حل‌شونده}}{\text{حجم محلول برحسب لیتر}} = \frac{0.102}{0.4} = 0.255 \text{ mol/L}$$

۷۶۴ (۱) (۲) (۳) (۴)

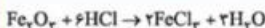
ابتدا شمار مول سولفوریک اسید را محاسبه می‌کنیم:

$$98 \text{ g H}_2\text{SO}_4 \times \frac{1 \text{ mol}}{98 \text{ g H}_2\text{SO}_4} = 1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4$$

در ادامه در رابطه مولار جایگذاری می‌نماییم:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{تعداد مول ماده حل‌شونده}}{\text{حجم محلول برحسب لیتر}} \Rightarrow 2 = \frac{1}{x} \Rightarrow x = \frac{1}{2} \text{ L} = 500 \text{ mL}$$

۷۵۶ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)



$$\frac{5.25 \text{ g Fe(OH)}_3}{107 \text{ g Fe(OH)}_3} \times \frac{2 \text{ mol Fe}^{3+}}{2 \text{ mol Fe(OH)}_3} = \frac{56 \text{ g Fe}^{3+}}{107 \text{ g Fe}^{3+}} = 0.523$$

$$\frac{56 \text{ g Fe}^{3+}}{107 \text{ g Fe}^{3+}} = 0.523$$

$$\frac{0.523}{20 \text{ g}} \times 100 = 2.615 \%$$

۷۵۷ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

روش اول:



$$? \text{ mL MgCl}_2 = 0.02 \text{ mol AgNO}_3 \times \frac{1 \text{ mol MgCl}_2}{2 \text{ mol AgNO}_3}$$

$$\times \frac{95 \text{ g MgCl}_2}{1 \text{ mol MgCl}_2} \times \frac{1 \text{ L MgCl}_2}{22.4 \text{ g MgCl}_2} \times \frac{1000 \text{ mL MgCl}_2}{1 \text{ L MgCl}_2} = 41.6 \text{ mL}$$

روش دوم: هر مول متمیز کلرید با دو مول نقره نیترات واکنش می‌دهد.



$$0.02 = 2MV = 2 \times \frac{22.4}{95} \times V \Rightarrow V = 0.0416 \text{ L} \Rightarrow V = 41.6 \text{ mL}$$

۷۵۸ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

تنها مورد (ب) صحیح است. در قسمت (ا) تعریف مربوط به ppm است.

در قسمت (ب):
غلظت مولی = $\frac{\text{مقدار ماده حل‌شونده}}{\text{حجم محلول برحسب لیتر}}$

در قسمت (ت) نیز چون حلال باعث تغییر حجم محلول می‌شود، در نتیجه غلظت مولی نیز تغییر می‌کند (کاهش می‌یابد).

۷۵۹ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

ابتدا شمار مول‌های حل‌شده هیدروکلریک اسید را محاسبه نماییم.

$$\frac{x \text{ mol HCl}}{50 \times 10^{-3}} = \frac{\text{مقدار مول حل‌شونده (مول)}}{\text{حجم محلول (لیتر)}} \Rightarrow 0.2 = \frac{x}{50 \times 10^{-3}}$$

$$\Rightarrow x = 10^{-2} \text{ mol HCl}$$

با توجه به یکسان بودن مقدار مول در محلول اولیه و نهایی، مقدار حجم محلول نهایی را حساب می‌کنیم.

$$\frac{10^{-2}}{x \text{ L}} = \frac{\text{مقدار حل‌شونده (مول)}}{\text{مقدار حجم محلول (لیتر)}} \Rightarrow 0.1 = \frac{10^{-2}}{x \text{ L}}$$

$$\Rightarrow x = 10^{-1} \text{ L} \Rightarrow 100 \text{ mL}$$

$$(100 - 50) \text{ mL} = 50 \text{ mL} \text{ آب}$$

$$\frac{\text{حجم اولیه}}{\text{حجم نهایی}} = \frac{\text{محلول رقیق‌شده}}{\text{محلول غلیظ}}$$

روش تستی:

V_2 : حجم آب

$$M: \text{مولاریته (غلظت مولی) محلول رقیق‌شده}$$

$$\Rightarrow 0.2 \times 50 = 0.1(50 + V_2) \Rightarrow V_2 = 50 \text{ mL} \text{ آب اضافه‌شده}$$

۷۷۰ (۴) (۳) (۲) (۱)

ابتدا مقدار مول کلسیم برمود را به دست می آوریم:

$$\frac{\text{مقدار مول حل شونده}}{\text{حجم محلول بر حسب لیتر}} = \text{غلظت مولار}$$

$$\Rightarrow \frac{0.5 \text{ mol}}{L} = \frac{x \text{ mol CaBr}_2}{0.1 L \text{ محلول}} \Rightarrow x = 5 \times 10^{-2} \text{ mol CaBr}_2$$

$$? g \text{ CaBr}_2 = 5 \times 10^{-2} \text{ mol CaBr}_2 \times \frac{200 g \text{ CaBr}_2}{1 \text{ mol CaBr}_2} = 10 g \text{ CaBr}_2$$

$$\frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \frac{10 g \text{ CaBr}_2}{x g \text{ محلول}} \times 100 = 5 \Rightarrow x = 20 g \text{ محلول}$$

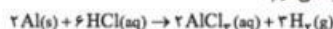
۷۷۱ (۴) (۳) (۲) (۱)

در غلظت ppm، درصد جرمی و درصد حجمی چون واحد صورت و مخرج از یک جنس (یکایکسان) است، پس یکا ندارند.

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100$$

۷۷۲ (۴) (۳) (۲) (۱)

ابتدا واکنش را موازنه می کنیم:



روش اول:

سپس مول Al را محاسبه کرده و از روی آن، مول HCl را محاسبه می کنیم:

$$0.13 g \text{ Al} \times \frac{1 \text{ mol Al}}{27 g \text{ Al}} = 0.0048 \text{ mol Al}$$

$$0.0048 \text{ mol Al} \times \frac{6 \text{ mol HCl}}{2 \text{ mol Al}} = 0.0144 \text{ mol HCl}$$

در انتهای کار، غلظت مولی قابل محاسبه است:

$$\frac{\text{تعداد مول حل شونده}}{\text{حجم محلول بر حسب L}} = \text{غلظت مولی} \Rightarrow \frac{0.0144}{V} = 0.133 \Rightarrow V = 0.11 L$$

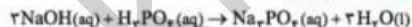
$$0.133 L = 133 \text{ mL}$$

روش دوم:

$$? \text{ mL HCl} = 0.13 g \text{ Al} \times \frac{1 \text{ mol Al}}{27 g \text{ Al}} \times \frac{6 \text{ mol HCl}}{2 \text{ mol Al}}$$

$$\times \frac{1 L \text{ HCl}}{0.1 \text{ mol HCl}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 L} = 233 \text{ mL}$$

۷۷۳ (۴) (۳) (۲) (۱)



$$0.1 \text{ mol Na}_3\text{PO}_4 \times \frac{3 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ mol Na}_3\text{PO}_4} \times \frac{1}{250 \text{ mL محلول}} = \frac{1000 \text{ mL محلول}}{1 L \text{ محلول}} = 1.2 \text{ mol/L}^{-1} \text{ NaOH}$$

۷۷۴ (۴) (۳) (۲) (۱)



$$? \text{ mL HNO}_3 = 0.1 \text{ mol Ba(OH)}_2 \times \frac{2 \text{ mol HNO}_3}{1 \text{ mol Ba(OH)}_2}$$

$$\times \frac{63 g \text{ HNO}_3}{1 \text{ mol HNO}_3} \times \frac{100 g \text{ ناخالص}}{70 g \text{ خالص}} \times \frac{1 \text{ mL HNO}_3}{1.2 g \text{ HNO}_3}$$

$$= 15 \text{ mL HNO}_3$$

۷۶۵ (۴) (۳) (۲) (۱)

در ابتدا با چگالی محلول، گرم محلول را محاسبه می نماییم:

$$\text{محلول } 180 g \Rightarrow \frac{x}{150} = \frac{1}{12} \Rightarrow x = 180 g$$

در این مرحله، گرم حل شونده را محاسبه می کنیم و به مول تبدیل می نماییم:

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow 600 = \frac{x}{180} \times 10^6 \Rightarrow x = 0.108 g$$

$$0.108 g \text{ NaCl} \times \frac{1 \text{ mol}}{58.5 g \text{ NaCl}} = 0.0018 \text{ mol}$$

و در ادامه روند حل، غلظت مولی قابل محاسبه است:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{تعداد مول حل شونده}}{\text{حجم محلول بر حسب لیتر}} = \frac{0.0018}{0.15} = 0.012 \text{ mol/L}$$

۷۶۶ (۴) (۳) (۲) (۱)

روش اول:

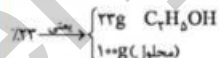
$$\text{غلظت مولی} = \frac{n(\text{mol})}{V(L)} = \frac{0.0001}{0.000001 \times 10^6} \times 1000 = 0.133$$

روش دوم:

$$\text{ppm} = 10^4 \times \text{درصد جرمی} \Rightarrow 10^4 \times \text{درصد جرمی} = 10600$$

$$M = \frac{10600}{33} = \frac{10 \times 10^6 \times 10^{-2} \times 10^5}{33} = 0.133$$

۷۶۷ (۴) (۳) (۲) (۱)



$$M = \frac{n}{V} = \frac{\frac{22}{46} \text{ mol}}{\frac{100}{1000} \times 10^{-3}} = 4.78 \text{ mol/L}^{-1}$$

۷۶۸ (۴) (۳) (۲) (۱)

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{تعداد مول حل شونده}}{\text{حجم محلول بر حسب لیتر}} \Rightarrow \frac{x}{0.1} = \frac{1}{24}$$

$$\Rightarrow x = 0.0417 \text{ mol NaCl}$$

$$0.0417 \text{ mol NaCl} \times \frac{58.5 g \text{ NaCl}}{1 \text{ mol NaCl}} = 2.44 g \text{ NaCl}$$

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 \Rightarrow 4.5 = \frac{2.44}{x} \times 100$$

$$x = 127.78 g$$

۷۶۹ (۴) (۳) (۲) (۱)

برای به دست آوردن فرمول مولار می توانیم از رابطه $\frac{10600}{33} = \frac{10 \times 10^6 \times 10^{-2} \times 10^5}{33}$ استفاده کنیم که d: درصد جرمی (بدون درصد) و d: یکای چگالی است.

محاسبه غلظت مولی 200 mL سولفوریک اسید با چگالی 1.2 g/mL و درصد جرمی 25:

$$M = \frac{10600}{33} = \frac{10 \times 25 \times 1.2}{98} \Rightarrow M = 4.64 \text{ mol/L}$$

با استفاده از رابطه غلظت مولار مجموعی، می توان غلظت مولار حاصل را محاسبه کرد:

$$M_{\text{مجموع}} = \frac{M_1 V_1 + M_2 V_2}{V_1 + V_2} = \frac{(4 \times 300) + (4.64 \times 200)}{300 + 200} \Rightarrow M = 4.256 \text{ mol/L}$$

می‌توان به جای معادله (I) از راه استوکیومتری نیز غلظت اسید را محاسبه کرد.

$$\frac{? \text{ mol}}{L} = \frac{1}{125} \times \frac{36.5 \text{ g HCl}}{100 \text{ g محلول}} \times \frac{1 \text{ mol HCl}}{36.5 \text{ g HCl}} \times \frac{1000 \text{ mL HCl}}{1 \text{ L}} = 12.5 \text{ mol/L}$$

و در ادامه به‌صورت استوکیومتری با غلظت مولار به‌دست آمده، حجم اسید را محاسبه می‌کنیم.

$$100 \text{ mL HCl} \times \frac{1 \text{ L HCl}}{1000 \text{ mL HCl}} \times \frac{2 \text{ mol HCl}}{1 \text{ L HCl}} \times \frac{1 \text{ L HCl}}{12.5 \text{ mol}} \times \frac{1000 \text{ mL HCl}}{1 \text{ L HCl}} = 16 \text{ mL HCl}$$

ابتدا مول گلوکز را حساب می‌کنیم:

$$110 \text{ mg گلوکز} \times \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}} \times \frac{1 \text{ mol گلوکز}}{180 \text{ g گلوکز}} = 6.1 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\text{مولار} = \frac{6.1 \times 10^{-4} \text{ mol}}{0.1 \text{ L}} = 6.1 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$$

$$M = \frac{10 \text{ ad}}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow 3/58 = \frac{10 \times 29 \times d}{98} \Rightarrow d = 1/2 \text{ g mL}^{-1}$$

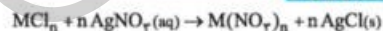
ابتدا جرم HCl را حساب می‌کنیم و سپس با به‌دست آوردن مول، آن را در فرمول غلظت جای می‌دهیم.

$$\frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} = \frac{x}{100} \Rightarrow \frac{36.5}{100} = \frac{x}{100} \Rightarrow x = 29.2 \text{ g HCl}$$

$$29.2 \text{ g HCl} \times \frac{1 \text{ mol HCl}}{36.5 \text{ g HCl}} = 0.8 \text{ mol HCl}$$

$$\frac{\text{مقدار مول}}{\text{حجم محلول}} = \frac{0.8 \text{ mol}}{x \text{ L}} \Rightarrow \frac{3}{2} = \frac{0.8 \text{ mol}}{x \text{ L}} \Rightarrow x = 0.25 \text{ L} = 250 \text{ mL}$$

$$100 \text{ mg NaCl} \times \frac{10^{-3} \text{ g}}{1 \text{ mg}} \times \frac{1 \text{ mol NaCl}}{58.5 \text{ g NaCl}} \times \frac{1000 \text{ mL محلول}}{0.12 \text{ mol NaCl}} = 12.2 \text{ mL محلول}$$



روش اول:

$$\frac{0.020 \times 0.3}{1 \text{ mol MCl}_n} = \frac{0.030 \times 0.6}{n \text{ mol AgNO}_3} \Rightarrow n = 3$$

یعنی فلز M سه ظرفیتی است (M^{3+}).



$$1/75 \text{ g Fe} \times \frac{96 \text{ g}}{100 \text{ g}} = 1/68 \text{ g آهن خالص}$$

$$? \text{ mL HCl} = 1/68 \text{ g Fe} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{56 \text{ g Fe}} \times \frac{2 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol Fe}} \times \frac{1 \text{ L HCl}}{0.12 \text{ mol HCl}} \times \frac{1000 \text{ mL HCl}}{1 \text{ L HCl}} = 400 \text{ mL HCl}$$

معادله تفکیک کلسیم کلرید به‌صورت زیر است:



بر اثر تفکیک هر مول CaCl_2 ، ۲ مول یون تولید می‌شود. در این سؤال مجموع غلظت مولی یون‌ها برابر 0.06 mol L^{-1} است. در نتیجه غلظت مولی محلول کلسیم کلرید برابر 0.03 mol L^{-1} است.



$$? \text{ mg AgCl} = 100 \text{ mL CaCl}_2 \times \frac{1 \text{ L CaCl}_2}{1000 \text{ mL CaCl}_2} \times \frac{0.02 \text{ mol CaCl}_2}{1 \text{ L CaCl}_2} \times \frac{2 \text{ mol AgCl}}{1 \text{ mol CaCl}_2} \times \frac{143.5 \text{ g AgCl}}{1 \text{ mol AgCl}} \times \frac{1000 \text{ mg AgCl}}{1 \text{ g AgCl}} = 574 \text{ mg AgCl}$$

ابتدا مول منیزیم کلرید را محاسبه کنیم:

$$0.19 \text{ g MgCl}_2 \times \frac{1 \text{ mol MgCl}_2}{95 \text{ g MgCl}_2} = 0.002 \text{ mol MgCl}_2$$

$$\frac{\text{مول MgCl}_2}{\text{حجم محلول (لیتر)}} = \frac{0.002 \text{ mol}}{0.1 \text{ L}} = 0.02 \text{ mol/L}$$

$$? \frac{\text{mol H}_2\text{SO}_4}{\text{L محلول}} = \frac{125 \text{ g محلول}}{1 \text{ mL محلول}} \times \frac{98 \text{ g H}_2\text{SO}_4}{100 \text{ g محلول}} = 125 \text{ g محلول}$$

$$x \frac{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{98 \text{ g H}_2\text{SO}_4} \times \frac{1000 \text{ mL محلول}}{1 \text{ L محلول}} = 5/1 \text{ mol/L}$$

$$\frac{\text{مول حل‌شونده}}{\text{جرم مولی}} = \frac{x}{\text{جرم مولی}} = \frac{98}{0.06 \text{ L}} = 5/1$$

روش دوم:

$$\text{محلول } 75 \text{ g} = 125 \text{ g} / \text{mL} \times 60 \text{ mL} = 75 \text{ g}$$

$$30 \text{ g} = \text{جرم اسید} \Rightarrow 20 = \frac{x}{75} \times 100 \Rightarrow 20 = \frac{x}{75}$$

ابتدا غلظت مولار محلول $36/5$ درصد جرمی HCl با چگالی $1/25$ گرم بر میلی‌لیتر را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{معادله (I)} \quad \frac{\text{چگالی} \times \text{درصد جرمی}}{\text{جرم مولی}} = \frac{10 \times 36/5 \times 1/25}{36/5} = 1/25 \text{ mol L}^{-1}$$

۷۹۱ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

برای رقیق‌سازی محلول‌ها از رابطه زیر استفاده می‌کنیم:

$$M_1 V_1 = M_2 (V_1 + V_2)$$

ابتدا M_1 را با استفاده از رابطه زیر تعیین می‌کنیم:

$$M_1 = \frac{10 \text{ ad}}{\text{جرم مولی}} = \frac{10 \times 36.5 \times 1/2}{36.5} = 12 \text{ HCl} = 12 \text{ Cl}^-$$

V_1 مجهول و V_2 برابر ۱۰ لیتر است. جرم محلول را تقریباً ۱۰۰۰۰ g در نظر می‌گیریم (زیرا جرم HCl حل‌شده در آن بسیار کم و ناچیز است).

$$10/5 = \frac{x}{10^3 + x} \times 10^6 \Rightarrow x = 10/5 \times 10^{-2} \text{ g Cl}^-$$

تقریباً
↓
۱۰۰۰۰ g

$$n_{\text{HCl}} = \frac{10/5 \times 10^{-2}}{36.5} = 3 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$M_2 = \frac{n(\text{mol})}{V(L)} = \frac{3 \times 10^{-2}}{10} = 3 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$$

$$12 \times V_1 = 3 \times 10^{-2} (V_1 + 10000) \Rightarrow V_1 = 2.57 \times 10^{-2} \text{ L} = 2.57 \text{ mL}$$

۷۹۲ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)



$$? \text{ mL Na}_3\text{PO}_4 = 12/48 \text{ g BaCl}_2 \times \frac{1 \text{ mol BaCl}_2}{208 \text{ g BaCl}_2}$$

$$\times \frac{2 \text{ mol Na}_3\text{PO}_4}{3 \text{ mol BaCl}_2} \times \frac{1 \text{ L Na}_3\text{PO}_4}{0.25 \text{ mol Na}_3\text{PO}_4} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 160 \text{ mL Na}_3\text{PO}_4$$

۷۹۳ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)



$$1000 \text{ mL H}_3\text{PO}_4 \times \frac{0.88 \text{ g H}_3\text{PO}_4}{1 \text{ mL H}_3\text{PO}_4} \times \frac{86 \text{ g H}_3\text{PO}_4}{100 \text{ g H}_3\text{PO}_4} \times \frac{1 \text{ mol H}_3\text{PO}_4}{98 \text{ g H}_3\text{PO}_4} \times \frac{1 \text{ mol P}_2\text{O}_5}{2 \text{ mol H}_3\text{PO}_4} = 3.861 \text{ mol P}_2\text{O}_5$$

۷۹۴ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

$$175 \text{ g} + 25 \text{ g} = 200 \text{ g} \text{ جرم محلول}$$

$$175 \text{ g} + 25 \text{ g} = 200 \text{ g} \text{ جرم محلول}$$

$$175 \text{ g} + 25 \text{ g} = 200 \text{ g} \text{ جرم محلول}$$

$$200 \text{ g} \text{ محلول} \times \frac{1 \text{ mL}}{1.2 \text{ g}} = 166.66 \text{ mL}$$

$$25 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol}}{40 \text{ g}} = 0.625 \text{ mol}$$

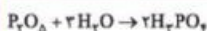
۷۹۵ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

بیش‌ترین مقدار ماده برحسب گرم که در دمای معین در ۱۰۰ گرم حلال حل شود را انحلال‌پذیری گویند.

روش دوم:

$$20 \text{ mL MCl}_n \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{0.2 \text{ mol MCl}_n}{1 \text{ L MCl}_n} \times \frac{n \text{ mol AgNO}_3}{1 \text{ mol MCl}_n} \times \frac{1 \text{ L AgNO}_3}{0.2 \text{ mol AgNO}_3} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L AgNO}_3} = 20 \Rightarrow n = 2 \Rightarrow \text{M}^{2+}$$

۷۸۵ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)



$$1000 \text{ mL H}_3\text{PO}_4 \times \frac{0.88 \text{ g H}_3\text{PO}_4}{1 \text{ mL H}_3\text{PO}_4} \times \frac{86 \text{ g H}_3\text{PO}_4}{100 \text{ g H}_3\text{PO}_4} \times \frac{1 \text{ mol H}_3\text{PO}_4}{98 \text{ g H}_3\text{PO}_4} \times \frac{1 \text{ mol P}_2\text{O}_5}{2 \text{ mol H}_3\text{PO}_4} = 3.861 \text{ mol P}_2\text{O}_5$$

۷۸۶ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

$$\frac{n_1 M_1 V_1 - n_2 M_2 V_2}{V_{\text{کل}}} = \frac{n_1 M_1 V_1 - n_2 M_2 V_2}{V_{\text{کل}}}$$

$$\frac{n_1 M_1 V_1 - n_2 M_2 V_2}{V_{\text{کل}}} = \frac{n_1 M_1 V_1 - n_2 M_2 V_2}{V_{\text{کل}}}$$

$$\frac{n_1 M_1 V_1 - n_2 M_2 V_2}{V_{\text{کل}}} = \frac{n_1 M_1 V_1 - n_2 M_2 V_2}{V_{\text{کل}}}$$

$$\frac{n_1 M_1 V_1 - n_2 M_2 V_2}{V_{\text{کل}}} = \frac{n_1 M_1 V_1 - n_2 M_2 V_2}{V_{\text{کل}}}$$

$$\frac{n_1 M_1 V_1 - n_2 M_2 V_2}{V_{\text{کل}}} = \frac{n_1 M_1 V_1 - n_2 M_2 V_2}{V_{\text{کل}}}$$

$$\frac{n_1 M_1 V_1 - n_2 M_2 V_2}{V_{\text{کل}}} = \frac{n_1 M_1 V_1 - n_2 M_2 V_2}{V_{\text{کل}}}$$

$$\frac{n_1 M_1 V_1 - n_2 M_2 V_2}{V_{\text{کل}}} = \frac{n_1 M_1 V_1 - n_2 M_2 V_2}{V_{\text{کل}}}$$

$$\frac{n_1 M_1 V_1 - n_2 M_2 V_2}{V_{\text{کل}}} = \frac{n_1 M_1 V_1 - n_2 M_2 V_2}{V_{\text{کل}}}$$

$$\frac{n_1 M_1 V_1 - n_2 M_2 V_2}{V_{\text{کل}}} = \frac{n_1 M_1 V_1 - n_2 M_2 V_2}{V_{\text{کل}}}$$

$$\frac{n_1 M_1 V_1 - n_2 M_2 V_2}{V_{\text{کل}}} = \frac{n_1 M_1 V_1 - n_2 M_2 V_2}{V_{\text{کل}}}$$

$$\frac{n_1 M_1 V_1 - n_2 M_2 V_2}{V_{\text{کل}}} = \frac{n_1 M_1 V_1 - n_2 M_2 V_2}{V_{\text{کل}}}$$

$$\frac{n_1 M_1 V_1 - n_2 M_2 V_2}{V_{\text{کل}}} = \frac{n_1 M_1 V_1 - n_2 M_2 V_2}{V_{\text{کل}}}$$

$$\frac{n_1 M_1 V_1 - n_2 M_2 V_2}{V_{\text{کل}}} = \frac{n_1 M_1 V_1 - n_2 M_2 V_2}{V_{\text{کل}}}$$

$$\frac{n_1 M_1 V_1 - n_2 M_2 V_2}{V_{\text{کل}}} = \frac{n_1 M_1 V_1 - n_2 M_2 V_2}{V_{\text{کل}}}$$

$$\frac{n_1 M_1 V_1 - n_2 M_2 V_2}{V_{\text{کل}}} = \frac{n_1 M_1 V_1 - n_2 M_2 V_2}{V_{\text{کل}}}$$

$$\frac{n_1 M_1 V_1 - n_2 M_2 V_2}{V_{\text{کل}}} = \frac{n_1 M_1 V_1 - n_2 M_2 V_2}{V_{\text{کل}}}$$

$$\frac{\text{جرم محلول}}{\text{حجم محلول}} = \frac{x \text{ g}}{100 \text{ mL}} \Rightarrow \frac{1}{2} \text{ g/mL} = \frac{x \text{ g}}{100 \text{ mL}}$$

$$\Rightarrow x = 120 \text{ گرم محلول}$$

بنابراین با توجه به جرم محلول (۱۲۰g) و جرم حل‌شونده (۲۴g)، جرم آب برابر ۸۶ گرم خواهد بود. پس در ۸۶ گرم آب، ۲۴ گرم NaNO_3 حل شده است بنابراین انحلال پذیری برابر است با:

$$g \text{ NaNO}_3 = 24 \text{ g NaNO}_3 \times \frac{100 \text{ g آب}}{86 \text{ g آب}} = 27.9 \text{ g NaNO}_3$$

با توجه به نمودار، در دمای 20°C حداکثر ۹۰ گرم سدیم نیترات در ۱۰۰ گرم آب حل می‌شود. بنابراین در ۲۰۰ گرم آب، ۱۸۰ گرم سدیم نیترات حل می‌شود.

$$? \text{ mol NaNO}_3 = 180 \text{ g NaNO}_3 \times \frac{1 \text{ mol NaNO}_3}{85 \text{ g NaNO}_3}$$

$$= 2.1 \text{ mol NaNO}_3$$

عبارت‌های (ا)، (ب) و (ت) صحیح می‌باشند.

در عبارت (ا) از دمای 30°C نقاط انحلال پذیری را روی نمودار KNO_3 و KCl را پیدا می‌کنیم و مقایسه می‌کنیم.

در عبارت (ب) با توجه به شیب بیش‌تر KNO_3 در مقایسه با KCl ، متوجه می‌شویم تغییرات نمودار پتانسیم نیترات بیش‌تر است.

در عبارت (پ)، با توجه به نمودار، انحلال پذیری KNO_3 در دمای 10°C برابر ۲۰ گرم است. یعنی در ۱۰۰ گرم آب، حداکثر ۲۰ گرم KNO_3 حل می‌شود پس در ۲۰۰ گرم آب حداکثر ۴۰ گرم نمک حل می‌شود. در عبارت (ت) انحلال لیتیم سولفات گرماده است و با کاهش دما، انحلال آن زیاد می‌شود.

$$\text{جرم ساکاروز} = 250 \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{20 \text{ g ساکاروز}}{100 \text{ g H}_2\text{O}} = 50 \text{ g}$$

$$50 \text{ g} + 250 \text{ g} = 300 \text{ g}$$

$$? \text{ mol C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} = 300 \text{ g C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} \times \frac{1 \text{ mol C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}}{342 \text{ g C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}}$$

$$= 0.88 \text{ mol}$$

عبارت‌های (ا)، (پ) و (ت) صحیح می‌باشند، اما در عبارت (ب)، در محلول‌های سیر شده، در برخی موارد جرم ماده حل‌شونده از جرم حلال بیش‌تر و گاهی کم‌تر است.

ابتدا مقدار گرم Li_2SO_4 را محاسبه می‌کنیم:

$$0.5 \text{ mol Li}_2\text{SO}_4 \times \frac{110 \text{ g Li}_2\text{SO}_4}{1 \text{ mol Li}_2\text{SO}_4} = 55 \text{ g Li}_2\text{SO}_4$$

حال با تناسب بیان می‌کنیم که:

$$\frac{20 \text{ g آب}}{55 \text{ g Li}_2\text{SO}_4} = \frac{x}{27.9 \text{ g}}$$

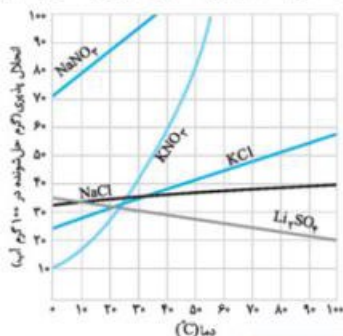
نام حل‌شونده	فرمول شیمیایی	انحلال پذیری (گرم حل‌شونده / ۱۰۰g H ₂ O)
شکر	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	۲۰۵
سدیم نیترات	NaNO ₃	۹۲
سدیم کلراید	NaCl	۳۶
کلسیم سولفات	CaSO ₄	۰.۲۳
کلسیم فسفات	Ca ₃ (PO ₄) ₂	۵ × ۱۰ ^{-۴}
نقره کلراید	AgCl	۲/۱ × ۱۰ ^{-۴}
باریم سولفات	BaSO ₄	۱/۹ × ۱۰ ^{-۴}

موادی که انحلال‌پذیری آن‌ها بیش‌تر از یک گرم در ۱۰۰ گرم آب است را محلول و اگر بین ۰/۱ تا ۱ گرم باشد، کمی‌محلول و اگر کم‌تر از ۰/۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب باشد نامحلول می‌گوییم.



با توجه به نمودار انحلال‌پذیری زیر، انحلال پتانسیم نیترات و پتانسیم کلراید گرمایی است و انحلال Li_2SO_4 گرماده است پس با افزایش دما، میزان انحلال Li_2SO_4 کاهش می‌یابد.

با افزایش دما، سرعت انحلال همه مواد قابل حل در آب افزایش می‌یابد ولی رابطه میزان انحلال با دما به نوع گرماده یا گرمایی بودن انحلال بستگی دارد.



ابتدا مقدار مول یون سدیم را به دست می‌آوریم.

$$\frac{x \text{ mol Na}^+}{0.1 \text{ L محلول}} = 4 \text{ mol/L} \Rightarrow x \text{ mol Na}^+ = 0.4 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow x = 0.4 \text{ mol Na}^+$$

$$? \text{ g NaNO}_3 = 0.4 \text{ mol Na}^+ \times \frac{1 \text{ mol NaNO}_3}{1 \text{ mol Na}^+}$$

$$\times \frac{85 \text{ g NaNO}_3}{1 \text{ mol NaNO}_3} = 34 \text{ g NaNO}_3$$

۸۰۸ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

تفاوت انحلال پذیری در دو دمای نامشده برابر گرم $0.355 = 0.375 - 0.02$ است

$$\frac{0.355 \text{ g Cl}_2}{x \text{ g Cl}_2} \Big| \frac{100 \text{ g آب}}{2000 \text{ g آب}} \Rightarrow x = 7.1 \text{ g Cl}_2$$

$$? \text{ L Cl}_2 = 7.1 \text{ g Cl}_2 \times \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{71 \text{ g Cl}_2} \times \frac{22.4 \text{ L}}{1 \text{ mol Cl}_2} = 2.24 \text{ L Cl}_2$$

جرم کلر باقی مانده با تناسب زیر قابل حل است:

$$\frac{0.375 \text{ g Cl}_2}{x \text{ g Cl}_2} \Big| \frac{100 \text{ g آب}}{2000 \text{ g آب}} \Rightarrow x = 7.5 \text{ g Cl}_2$$

۸۰۹ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

طبق نمودار، انحلال پذیری $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ در دمای 55°C و 26°C به ترتیب تقریباً برابر 40 و 20 است. با سرد کردن محلول $40 - 20 = 20 \text{ g}$ رسوب ایجاد می کند:

$$\frac{x}{20 \text{ g رسوب}} \Big| \frac{70 \text{ g محلول}}{140 \text{ g محلول}} \Rightarrow x = 10 \text{ g رسوب}$$

۸۱۰ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

$$\begin{aligned} ? \text{ mol KNO}_3 &= 2 \text{ L H}_2\text{O} \times \frac{1000 \text{ mL H}_2\text{O}}{1 \text{ L H}_2\text{O}} \times \frac{1 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mL H}_2\text{O}} \\ &\times \frac{61 \text{ g KNO}_3}{100 \text{ g H}_2\text{O}} \times \frac{1 \text{ mol KNO}_3}{101 \text{ g KNO}_3} = 12.08 \text{ mol} \end{aligned}$$

۸۱۱ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

چنانچه محلول سیرشده KNO_3 را از 40°C به 10°C سرد کنیم محلول این نمک بیشترین رسوب را تولید می کند، زیرا شیب متحنی آن بیش تر از مواد دیگر است و هر چه شیب نمودار انحلال پذیری یک ماده در آب کمتر باشد تأثیر تغییر دما بر انحلال پذیری آن کمتر است. از طرفی در دمای 10°C سرب (III) نیترات بیشترین انحلال پذیری را دارد.

۸۱۲ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

چون با افزایش دما محلول مورد نظر از حالت سیرشده به حالت سیرنشده تبدیل شده است، یعنی با افزایش دما انحلال پذیری زیاد شده و جا دارد که مقدار بیش تری ماده A را در خود حل کند، پس انحلال ماده A فرایندی گرماگیر است و از بین گزینه ها، انحلال NH_4Cl گرماگیر است.

۸۱۳ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

اگر از دمای 10°C یک خط عمودی رسم کنیم، نمودار KCl بالاترین عدد را از نظر انحلال پذیری دارد.

۸۱۴ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

انحلال گازها با دما رابطه معکوس دارد و گرماده می باشد و نمودار C مربوط به انحلال گرماده است. اما انحلال نمک سدیم نیترات گرماگیر است و نمودار A می تواند متعلق به آن باشد.

۸۱۵ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

بررسی سایر گزینه ها:
 (۲) در محلول های سیرشده مقدار ماده حل شونده، برابر با مقدار انحلال پذیری آن ماده در دمای معین است.
 (۳) نمک های کلسیم باعث ایجاد سنگ کلیه می شود.
 (۴) سدیم کلرید به هر نسبتی در آب حل نمی شود.

۸۰۴ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

جمله اول، درست، زیرا نقاط مربوط به روی نمودار انحلال پذیری مربوط به حالت سیرشده است.

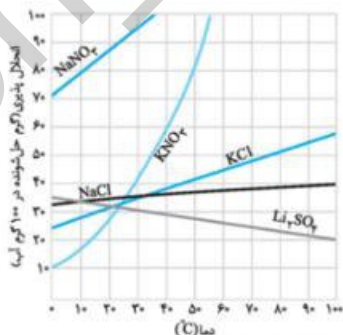
جمله دوم، درست، عرض از مبدأ نمودار انحلال پذیری برحسب دما، انحلال پذیری نمک در دمای 0°C را نشان می دهد.

جمله سوم، درست، نقاط زیر نمودار انحلال پذیری، مربوط به حالت سیرنشده بوده و حلال می تواند مقدار بیش تری از نمک را در خود حل کند.

جمله چهارم، درست، نقاط بالای نمودار انحلال پذیری، مربوط به حالت فراسیرشده است و حلال مقدار بیش تری از حالت سیرشده، نمک مورد نظر را در خود حل کرده است.

۸۰۵ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

عبارت های (۱) و (ب) درست هستند.
 طبق نمودار، KNO_3 به تغییرات دمایی بسیار حساس است. (شیب زیاد) انحلال Li_2SO_4 گرماده است و با افزایش دما، انحلال پذیری آن کاهش می یابد و همچنین با توجه به نمودار انحلال پذیری پتاسیم نیترات، می توان تغییرات زیاد آن را با دما به وضوح دید.
 مصرف زیاد نمک NaCl موجب تشکیل سنگ کلیه نمی شود، بلکه سنگ کلیه از رسوب برخی نمک های کلسیم در کلیه ها تشکیل می شود.



۸۰۶ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

با توجه به انحلال پذیری ماده A در دمای 25°C ، در هر 100 g آب، حداکثر $4/8 \text{ g}$ گرم A حل شده است.

$$\begin{aligned} \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 &= \frac{4/8 \text{ g}}{100 + 4/8 \text{ g}} \times 100 \\ &= \frac{4/8 \text{ g}}{100 + 4/8 \text{ g}} \times 100 = 4/58 \end{aligned}$$

۸۰۷ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

تفاوت انحلال پذیری 0°C و 40°C برابر 8 g میلی گرم است.

$$\begin{aligned} \frac{\text{Amg O}_2}{x \text{ mg O}_2} \Big| \frac{1 \text{ kg آب}}{1000 \text{ kg آب}} \Rightarrow x &= 8000 \text{ mg O}_2 = 8 \text{ g O}_2 \\ 8 \text{ g O}_2 \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{32 \text{ g O}_2} \times \frac{22.4 \text{ L O}_2}{1 \text{ mol O}_2} &= 5.6 \text{ L O}_2 \end{aligned}$$

۸۱۶

با توجه به رابطه انحلال پذیری داده شده، انحلال پذیری K_2SO_4 را در دو دمای $60^\circ C$ و $15^\circ C$ به دست می آوریم:

$$60^\circ C \Rightarrow S = 0.3 \times 60 + 26 = 44g$$

$$15^\circ C \Rightarrow S = 0.3 \times 15 + 26 = 20.5g$$

در دمای $60^\circ C$:

حل شونده	محلول
44g K_2SO_4	144g
x_1	250g

$$\Rightarrow x_1 = 76/4g$$

در نتیجه در دمای $60^\circ C$ در 250 گرم محلول، 76/4 گرم حل شونده و 173/6 گرم حلال خواهیم داشت:

در دمای $15^\circ C$:

حل شونده	حلال
20.5g K_2SO_4	100g
x_2	173/6g

$$\Rightarrow x_2 = 53g$$

درصد جرمی K_2SO_4 در محلول و در دمای $15^\circ C$ برابر است با:

$$\frac{53}{173/6 + 53} \times 100 = 23/4\%$$

۸۱۷

روش اول:

گرم محلول	m (جرم رسوب کرده)
$100 + S_T$	$S_T - S_1$

$$T_{15^\circ C} = 75^\circ C \Rightarrow S_T = 150g, T_{60^\circ C} = 25^\circ C \Rightarrow S_1 = 40g$$

گرم محلول	m
گرم محلول $100 + 150$	150 - 40

$$\Rightarrow m = \frac{120 \times 110}{250} = 52/8g \text{ رسوب کرده}$$

جرم محلول پس از جدا شدن رسوب: $67/2 - 52/8 = 120 - 52/8 = 120 - 6.6 = 113.4g$

روش دوم:

$$25^\circ C \Rightarrow 40g + 100g = 140g \text{ گرم محلول}$$

$$75^\circ C \Rightarrow 150g + 100g = 250g \text{ گرم محلول}$$

با سرد شدن محلول از دمای $75^\circ C$ به $25^\circ C$ مقداری از نمک پتانسیم نیترات رسوب می کند.

مقدار نمک رسوب کرده $150g - 140g = 10g$

$$\text{گرم رسوب } 52/8 = \frac{\text{رسوب } 10g}{\text{محلول } 250g} \times \text{محلول } 120g \Rightarrow ? \text{ گرم رسوب}$$

جرم محلول پس از جدا شدن رسوب $67/2 - 52/8 = 120 - 6.6 = 113.4g$ گرم محلول در دمای $75^\circ C$

۸۱۸

روش اول: ابتدا با فرمول غلظت مولار، درصد جرمی را محاسبه می کنیم.

$$M = \frac{10ad}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow 20 = \frac{10 \times a \times 1/2}{120} \Rightarrow a = 2\%$$

2% درصد جرمی یعنی 20 گرم ماده در 800 گرم حلال وجود دارد.

گرم حل شونده	آب $800g$
20g	800g
x (انحلال پذیری)	1000g

$$\Rightarrow x = \frac{20 \times 1000}{800} = 25gA$$

روش دوم: منظور از محلول 2 مولار یعنی در هر لیتر محلول آن 2 مول ماده A حل شده است. به عبارت دیگر $2 \times 120 = 240g$ از ماده A در محلول وجود دارد.

حال با استفاده از چگالی محلول، جرم محلول را به دست می آوریم.

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow 1/2 = \frac{m}{1000} \Rightarrow m = 1200g \text{ جرم محلول}$$

جرم ماده حل شونده + جرم حلال (آب) = جرم محلول

$$1200 = 960g + 240g \Rightarrow \text{جرم آب} = 960g$$

یعنی در 960 گرم آب، مقدار 240 گرم از ماده A حل شده است. از طرف دیگر انحلال پذیری یعنی مقدار ماده حل شده در هر 100 گرم آب:

$$\frac{240gA}{960gH_2O} \times 100 = 25gA \text{ انحلال پذیری ماده A}$$

۸۱۹

طبق نمودار، انحلال پذیری KCl در دمای $45^\circ C$ تقریباً برابر 40 گرم در 100 گرم آب است.

$$40 + 100 = 140g \text{ گرم محلول}$$

محلول	x
140g	40g
محلول	140g
KCl گرم	40g

$$\Rightarrow x = \frac{150 \times 40}{140} = 42/8gKCl$$

$$\Rightarrow ? \text{ mol KCl} = 42/8gKCl \times \frac{1 \text{ mol KCl}}{74/5gKCl} = 0.57 \text{ mol KCl}$$

۸۲۰

روش اول:

$$\frac{\text{گرم آب } 100}{\text{گرم آب } 120} = \frac{16/66g \text{ گرم}}{x} \Rightarrow x = \frac{20 \times 100}{120} = 16/66g$$

روش دوم: اگر در نوشتن استوکیومتری این مسائل مشکل دارید می توانید از روش تناسب آن استفاده کنید:

گرم آب	گرم آب	گرم سدیم نیترات
100	120	20g
گرم حلال	100	x
گرم (انحلال پذیری)	100	x

۸۲۱

روش اول: ابتدا جرم ماده رسوب کرده را حساب می کنیم و سپس از مقدار محلول، آن را کم می کنیم.

گرم محلول	x
گرم محلول $100 + S_T$	$S_T - S_1$

$$\frac{x}{20} = \frac{100}{150} \Rightarrow x = 13/3g \text{ گرم رسوب کرده}$$

$$\text{گرم محلول } 86/7 = 120 - 13/3$$

روش دوم:

$$80^\circ C \Rightarrow 50gKBr + 100gH_2O = 150g \text{ محلول}$$

$$10^\circ C \Rightarrow 3gKBr + 100gH_2O = 103g \text{ محلول}$$

$$\text{رسوب } 150 - 103 = 47g$$

$$\frac{\text{رسوب } 47g}{\text{محلول } 150g} = \frac{x}{\text{محلول } 100g} \Rightarrow x = 31/3g$$

$$\text{جرم محلول باقی مانده} = 100 - 31/3 = 68/3g$$

رسوب می‌کند. $x = 240 \text{ g}$

محللول ۹۰۰ g	X گرم رسوب
گرم محللول ۱۰۰ + ۵۰	۴۰۰ g تفاوت انحلال پذیری ($S_T - S_B$)

جرم محللول باقی مانده $= 900 - 240 = 660 \text{ g}$

۸۳۹ (۴) (۳) (۲) (۱)

با کاهش دما، انحلال پذیری KCl کم می شود و مقداری KCl رسوب می کند و اما در شرایط دمایی کمتر نیز هنوز محلول سیر شده است.

۸۴۰ (۴) (۳) (۲) (۱)

با توجه به جدول و نمودار، انحلال KCl، (C) در دمای 4°C از انحلال پذیری KNO_3 ، (E) در همین دما کمتر است.

۸۴۱ (۴) (۳) (۲) (۱)

با توجه به این که با کاهش دما، محلول مورد نظر تبدیل به یک محلول سیر نشده می شود، پس انحلال ماده گرماده است و انحلال لیتیم سولفات در آب گرماده است.

۸۴۲ (۴) (۳) (۲) (۱)

هگزاتول با فرمول $(\text{C}_6\text{H}_{13}\text{OH})$ دارای جرم $102\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ می باشد. ابتدا تعداد مول هگزاتول را حساب می کنیم و سپس در فرمول مولار قرار می دهیم.

$$\text{?mol C}_6\text{H}_{13}\text{OH} = \frac{102\text{g C}_6\text{H}_{13}\text{OH}}{102\text{g}} \times \frac{1\text{mol C}_6\text{H}_{13}\text{OH}}{102\text{g}}$$

$$= 1\text{mol هگزاتول}$$

و چون چگالی محلول برابر $1\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ است، پس حجم محلول با جرم آن برابر است.

$$\frac{\text{مول حل شونده}}{\text{محلول}} = \frac{1\text{mol}}{1\text{L}} = 1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

۸۴۳ (۴) (۳) (۲) (۱)

اگر 40g محلول سدیم نیترات را در نظر بگیریم که 10g گرم آن نمک حل شده است پس در 30g آب، 10g گرم نمک حل شده است و با توجه به انحلال پذیری 80g گرم داریم.

$$\frac{\text{گرم آب}}{\text{گرم نمک}} = \frac{30}{10} \times \frac{\text{گرم نمک}}{\text{گرم آب}}$$

$$\Rightarrow x = 24$$

(حد اکثر 24g گرم نمک می تواند در آب وجود داشته باشد) $x = 24$ در دمای 25°C ، حد سیرشدگی 24g گرم است و چون در ابتدا 10g گرم حل شده است پس با اضافه کردن 15g گرم دیگر، 14g گرم آن حل می شود و یک گرم رسوب می کند.

۸۴۴ (۴) (۳) (۲) (۱)

$$T = 5^{\circ}\text{C} \Rightarrow \frac{100\text{g KNO}_3}{100\text{g H}_2\text{O}}$$

$$T = 80^{\circ}\text{C} \Rightarrow \frac{180\text{g KNO}_3}{100\text{g H}_2\text{O}} \Rightarrow \text{جرم محلول} = 180 + 100 = 280\text{g}$$

جرم رسوب در اثر کاهش دما برابر $80 - 100 = 180\text{g}$ است. در اثر سرد کردن محلول از 80°C به 5°C ، 80g گرم رسوب به ازای 280g گرم محلول خواهیم داشت. حال در 100g گرم محلول.

$$\frac{80\text{g}}{280\text{g}} \times \frac{\text{رسوب}}{\text{محلول}} = \frac{280\text{g}}{280\text{g}} \Rightarrow \text{رسوب} = 280\text{g}$$

جرم رسوب در اثر کاهش دما - جرم محلول در 80°C = جرم محلول در 5°C

$$= 100 - 280/5 = 77.14\text{g}$$

۸۳۲ (۴) (۳) (۲) (۱)

با توجه به انحلال پذیری KNO_3 در دمای 20°C که برابر 25g گرم است، 25g گرم KNO_3 در 125g گرم محلول موجود است.

$$\frac{25\text{g KNO}_3}{125\text{g محلول}} = \frac{20\text{g KNO}_3}{x \text{ محلول}}$$

$$\Rightarrow x = 100\text{g}$$

پس مقدار آب $100 - 20 = 80\text{g}$ است.

در دمای 50°C نیز، گرم KNO_3 را حساب می کنیم:

$$\frac{60\text{g KNO}_3}{100\text{g آب}} = \frac{48\text{g KNO}_3}{x \text{ آب}}$$

$$\Rightarrow x = 80\text{g آب}$$

پس در دمای 50°C ، 80g گرم آب می تواند 48g گرم KNO_3 را در خود حل کند و چون از ابتدا 20g گرم KNO_3 در آن وجود داشته است، 28g گرم KNO_3 جدید را می تواند در خود حل کند.

۸۳۳ (۴) (۳) (۲) (۱)

انحلال پذیری نمک KCl در دمای معین برابر 30g گرم در 100g گرم آب است. یعنی جرم محلول سیر شده آن در این دما برابر 130g گرم است.

محلول	حل شونده	
30g KCl	$? \text{g KCl}$	
130	52g KCl	$\Rightarrow ? = 12\text{g KCl}$

اکنون براساس معادله واکنش می توان با توجه به جرم KCl، مقدار رسوب نقره کلرید را بر حسب مول به دست آورد:

$$\text{?mol AgCl} = 12\text{g KCl} \times \frac{1\text{mol KCl}}{74.5\text{g KCl}} \times \frac{1\text{mol AgCl}}{1\text{mol KCl}}$$

$$= 0.16\text{mol AgCl}$$

۸۳۵ (۴) (۳) (۲) (۱)

A ماده ای است که به هر تستی در آب حل می شود مانند استون، اتانول و متانولیک اسید. B ماده ای است که محلول در آب است مانند هیدروژن پرمید و گلوکز. C ماده ای است که کمی محلول در آب است مانند کلسیم سولفات.

۸۳۶ (۴) (۳) (۲) (۱)

عبارت های (I)، (B) و (P) درست هستند، ولی عبارت (ت) نادرست است. در افراد مبتلا به بیماری نقرس میزان انحلال سدیم اورات از انحلال پذیری آن در پلاسماي خون این نوع بیماران بیش تر است.

۸۳۷ (۴) (۳) (۲) (۱)

A و F نقاط فراسیر شده، B و D محلول سیر شده و C سیر نشده است.

۸۳۸ (۴) (۳) (۲) (۱)

انحلال پذیری در دمای 25°C = مقدار گاز A آزاد شده

$$45^{\circ}\text{C} = 15 - 8 = 7\text{mg A} = 7 \times 10^{-7}\text{g A}$$

حال مقدار گاز آزاد شده در 2g کیلوگرم آب را به دست می آوریم:

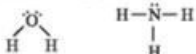
$$2000\text{g آب} \times \frac{7 \times 10^{-7}\text{g A}}{100\text{g آب}} = 14 \times 10^{-7}\text{g A}$$

حال مقدار گاز آزاد شده A را بر حسب لیتر حساب می کنیم:

$$\text{?LA} = 14 \times 10^{-7}\text{g A} \times \frac{1\text{mol A}}{28\text{g A}} \times \frac{24\text{LA}}{1\text{mol A}} = 12 \times 10^{-7} = 0.12\text{LA}$$

۸۶۲ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

آب و آمونیاک هر دو دارای پیوند هیدروژنی هستند و هر دو قطبی هستند.



در هر دو، چهار جفت الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی وجود دارد.

۸۶۳ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

عنصر A ۳۳ در گروه ۱۵ قرار دارد. پس یون A^{3-} داریم و B ۱۷ در گروه ۱۷ قرار دارد. پس یون B^{-} داریم.

در مولکول AB_3 اتم مرکزی دارای جفت الکترون ناپیوندی است و مولکول قطبی می‌باشد.

رسم ساختار AB_3 $A: 15$ گروه $B: 17$ گروه $\delta + 3(V) = 26e^{-}$



۸۶۴ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

مولکول CS_2 ساختار خطی دارد و برآیند نیروها (صفر می‌شود) در یک نقطه متمرکز می‌شود.

مولکول ناقطبی SO_2 در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کند.

۸۶۵ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

NO_2 ساختار ناقطبی دارد اما اکسید نشده است. HCN قطبی و خطی است و CS_2 ناقطبی و خطی است.



۸۶۶ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

مولکول PCl_3 و NH_3 هر دو ساختار شبیه به هم دارند و قطبی هستند.



۸۶۷ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

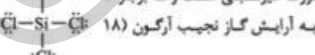
گاز متان ناقطبی است و در حلال ناقطبی بهتر حل می‌شود. CCl_4 که ساختار منظم چهاروجهی دارد، ناقطبی است.



سرکه (استیک اسید) دارای فرمول CH_3COOH است و مولکول آن قطبی می‌باشد.

۸۶۸ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

نیترژن تری‌فلوراید مولکول قطبی است.



۸۶۹ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

ترکیب $SiCl_4$ به‌صورت غیرقطبی است و n برابر ۴ است و اتم مرکزی به آرایش گاز نجیب آرگون (۱۸) الکترونی می‌رسد.



۸۷۰ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

در مولکول‌های قطبی یا غیرقطبی نیروی واندروالسی دلیل بسیاری از ویژگی‌های مواد است.

۸۵۵ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

عبارت‌های (ا) و (ب) درست هستند.

عبارت (ب): جهت‌گیری مولکول‌های CO_2 و CO شبیه یکدیگر نیست؛ زیرا مولکول‌های CO_2 و CO ناقطبی بوده و در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کنند. در صورتی‌که CO مولکولی قطبی است و در میدان الکتریکی به‌طور منظم جهت‌گیری می‌کند.

عبارت (ت): هر چه مولکولی گشتاور دوقطبی بیش‌تری داشته باشد، قطبیت بیش‌تری دارد.

۸۵۶ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

$\mu_{HBr} \Rightarrow \mu(D) = 0.79$

$\mu_{AsH_3} < \mu_{HCl}$

طبق جدول زیر مقایسه $\mu(D)$ امکان‌پذیر است.

ترکیب	HF	HCl	HBr	NH ₃	PH ₃	AsH ₃
$\mu(D)$	۰.۷۸۲	۰.۱۰۸	۰.۰۷۹	۰.۱۴۶	۰.۰۵۸	۰.۰۲۱

۸۵۷ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

عبارت‌های اول و سوم درست هستند.

مولکول هر سه آن‌ها، قطبی است. (مولکول‌های دواتمی ناچور هسته قطبی هستند) (درست)

pH محلول یک مولار آن‌ها یکسان نیست؛ زیرا پیوند HF به‌طور کامل انجام نمی‌شود. در حالی‌که HCl و HBr به‌طور کامل پیوند می‌یابند. (نادرست)

نقطه جوش HF به دلیل وجود پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های آن بالاتر از HCl و HBr است. (درست)

۸۵۸ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

مولکول‌های قطبی $SOCl_2$ ، SO_2 ، $SOCl_2$ و HCl در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند.

۸۵۹ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

آب نتوانی تشکیل پیوند هیدروژنی را دارد ولی هیدروژن سولفید ندارد. آب در دمای اتاق مایع است و هیدروژن سولفید گاز است.

۸۶۰ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

عبارت‌های (ب)، (پ) و (ت) صحیح می‌باشند. مولکول‌های SO_2 و CH_3 به دلیل نظم فضایی (داشتن تقارن)، ناقطبی هستند ولی مولکول SO_2 قطبی است. مولکول ناقطبی در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کند.

۸۶۱ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵)

عبارت‌های (ا) و (ت) نادرست هستند. اگر در یک محلول (مثل آب و اتانول) مقدار مول آب کم‌تر باشد، آب حل‌شونده است. گشتاور دوقطبی استون صفر نیست.

ترکیب آبی	فرمول شیمیایی	جرم مولی ($g \cdot mol^{-1}$)
اتانول	C_2H_5OH	۴۶
استون	CH_3COCH_3	۵۸

۸۷۹ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵) (۶) (۷) (۸) (۹) (۱۰) (۱۱) (۱۲) (۱۳) (۱۴) (۱۵) (۱۶) (۱۷) (۱۸) (۱۹) (۲۰) (۲۱) (۲۲) (۲۳) (۲۴) (۲۵) (۲۶) (۲۷) (۲۸) (۲۹) (۳۰) (۳۱) (۳۲) (۳۳) (۳۴) (۳۵) (۳۶) (۳۷) (۳۸) (۳۹) (۴۰) (۴۱) (۴۲) (۴۳) (۴۴) (۴۵) (۴۶) (۴۷) (۴۸) (۴۹) (۵۰) (۵۱) (۵۲) (۵۳) (۵۴) (۵۵) (۵۶) (۵۷) (۵۸) (۵۹) (۶۰) (۶۱) (۶۲) (۶۳) (۶۴) (۶۵) (۶۶) (۶۷) (۶۸) (۶۹) (۷۰) (۷۱) (۷۲) (۷۳) (۷۴) (۷۵) (۷۶) (۷۷) (۷۸) (۷۹) (۸۰) (۸۱) (۸۲) (۸۳) (۸۴) (۸۵) (۸۶) (۸۷) (۸۸) (۸۹) (۹۰) (۹۱) (۹۲) (۹۳) (۹۴) (۹۵) (۹۶) (۹۷) (۹۸) (۹۹) (۱۰۰)

در گزینه (۱) مولکول استون پیوند هیدروژنی ندارد.
در گزینه (۳)، ساختار H_2O و H_2S به صورت خمیده است و دلایل تفاوت آن‌ها پیوند هیدروژنی است.

ماده	فرمول شیمیایی	مدل فضا پرکن	قطبیت	جرم مولی (g.mol ⁻¹)	حالت فیزیکی (۲۵°C)	نقطه جوش (°C)
آب	H_2O		قطبی	۱۸	مایع	۱۰۰
هیدروژن سولفید	H_2S		قطبی	۳۴	گاز	-۶۰

در گزینه (۴)، دلیل ناقطبی بودن SO_2 ، نبودن جفت الکترون ناپیوندی روی اتم مرکزی و ساختار منظم آن است.

۸۸۰ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵) (۶) (۷) (۸) (۹) (۱۰) (۱۱) (۱۲) (۱۳) (۱۴) (۱۵) (۱۶) (۱۷) (۱۸) (۱۹) (۲۰) (۲۱) (۲۲) (۲۳) (۲۴) (۲۵) (۲۶) (۲۷) (۲۸) (۲۹) (۳۰) (۳۱) (۳۲) (۳۳) (۳۴) (۳۵) (۳۶) (۳۷) (۳۸) (۳۹) (۴۰) (۴۱) (۴۲) (۴۳) (۴۴) (۴۵) (۴۶) (۴۷) (۴۸) (۴۹) (۵۰) (۵۱) (۵۲) (۵۳) (۵۴) (۵۵) (۵۶) (۵۷) (۵۸) (۵۹) (۶۰) (۶۱) (۶۲) (۶۳) (۶۴) (۶۵) (۶۶) (۶۷) (۶۸) (۶۹) (۷۰) (۷۱) (۷۲) (۷۳) (۷۴) (۷۵) (۷۶) (۷۷) (۷۸) (۷۹) (۸۰) (۸۱) (۸۲) (۸۳) (۸۴) (۸۵) (۸۶) (۸۷) (۸۸) (۸۹) (۹۰) (۹۱) (۹۲) (۹۳) (۹۴) (۹۵) (۹۶) (۹۷) (۹۸) (۹۹) (۱۰۰)

جمله‌های (ا)، (ب) و (پ) درست هستند.
(ت) اتانول و استون هر دو به هر نسبتی در آب حل می‌شوند، یعنی حالت سرشده ندارند و استون کمتر از اتانول در آب حل نمی‌شود.
(ث) جرم مولی اتانول کمتر از استون است ولی نقطه جوش اتانول بیش‌تر از استون می‌باشد. (به دلیل توانایی تشکیل پیوندهای هیدروژنی)

۸۸۱ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵) (۶) (۷) (۸) (۹) (۱۰) (۱۱) (۱۲) (۱۳) (۱۴) (۱۵) (۱۶) (۱۷) (۱۸) (۱۹) (۲۰) (۲۱) (۲۲) (۲۳) (۲۴) (۲۵) (۲۶) (۲۷) (۲۸) (۲۹) (۳۰) (۳۱) (۳۲) (۳۳) (۳۴) (۳۵) (۳۶) (۳۷) (۳۸) (۳۹) (۴۰) (۴۱) (۴۲) (۴۳) (۴۴) (۴۵) (۴۶) (۴۷) (۴۸) (۴۹) (۵۰) (۵۱) (۵۲) (۵۳) (۵۴) (۵۵) (۵۶) (۵۷) (۵۸) (۵۹) (۶۰) (۶۱) (۶۲) (۶۳) (۶۴) (۶۵) (۶۶) (۶۷) (۶۸) (۶۹) (۷۰) (۷۱) (۷۲) (۷۳) (۷۴) (۷۵) (۷۶) (۷۷) (۷۸) (۷۹) (۸۰) (۸۱) (۸۲) (۸۳) (۸۴) (۸۵) (۸۶) (۸۷) (۸۸) (۸۹) (۹۰) (۹۱) (۹۲) (۹۳) (۹۴) (۹۵) (۹۶) (۹۷) (۹۸) (۹۹) (۱۰۰)

ترکیب‌های متی‌زیم برمید و کلیم نیتريت ترکیب یونی هستند و بقیه کووالانسی یا مولکولی هستند.

۸۸۲ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵) (۶) (۷) (۸) (۹) (۱۰) (۱۱) (۱۲) (۱۳) (۱۴) (۱۵) (۱۶) (۱۷) (۱۸) (۱۹) (۲۰) (۲۱) (۲۲) (۲۳) (۲۴) (۲۵) (۲۶) (۲۷) (۲۸) (۲۹) (۳۰) (۳۱) (۳۲) (۳۳) (۳۴) (۳۵) (۳۶) (۳۷) (۳۸) (۳۹) (۴۰) (۴۱) (۴۲) (۴۳) (۴۴) (۴۵) (۴۶) (۴۷) (۴۸) (۴۹) (۵۰) (۵۱) (۵۲) (۵۳) (۵۴) (۵۵) (۵۶) (۵۷) (۵۸) (۵۹) (۶۰) (۶۱) (۶۲) (۶۳) (۶۴) (۶۵) (۶۶) (۶۷) (۶۸) (۶۹) (۷۰) (۷۱) (۷۲) (۷۳) (۷۴) (۷۵) (۷۶) (۷۷) (۷۸) (۷۹) (۸۰) (۸۱) (۸۲) (۸۳) (۸۴) (۸۵) (۸۶) (۸۷) (۸۸) (۸۹) (۹۰) (۹۱) (۹۲) (۹۳) (۹۴) (۹۵) (۹۶) (۹۷) (۹۸) (۹۹) (۱۰۰)

عبارت‌های (ب)، (پ) و (ت) صحیح می‌باشند.
عبارت (ا) نادرست است، در آمونیوم کلرید (NH_4Cl) هم پیوند یونی وجود دارد (بین کاتیون و آنیون) و هم پیوند کووالانسی وجود دارد (بین نیتروژن و هیدروژن).

در عبارت (ب)، گشتاور دوقطبی استون بیش‌تر از اتانول بوده و در نتیجه استون مولکول قطبی‌تری است، در حالی که دمای جوش استون کمتر از اتانول است.
عبارت (پ)، هرچه جرم بیش‌تر باشد نیروی واندروالسی قوی‌تر است.
عبارت (ت)، در هنگام جوشیدن، پیوندها، ضعیف می‌شود.

۸۸۳ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵) (۶) (۷) (۸) (۹) (۱۰) (۱۱) (۱۲) (۱۳) (۱۴) (۱۵) (۱۶) (۱۷) (۱۸) (۱۹) (۲۰) (۲۱) (۲۲) (۲۳) (۲۴) (۲۵) (۲۶) (۲۷) (۲۸) (۲۹) (۳۰) (۳۱) (۳۲) (۳۳) (۳۴) (۳۵) (۳۶) (۳۷) (۳۸) (۳۹) (۴۰) (۴۱) (۴۲) (۴۳) (۴۴) (۴۵) (۴۶) (۴۷) (۴۸) (۴۹) (۵۰) (۵۱) (۵۲) (۵۳) (۵۴) (۵۵) (۵۶) (۵۷) (۵۸) (۵۹) (۶۰) (۶۱) (۶۲) (۶۳) (۶۴) (۶۵) (۶۶) (۶۷) (۶۸) (۶۹) (۷۰) (۷۱) (۷۲) (۷۳) (۷۴) (۷۵) (۷۶) (۷۷) (۷۸) (۷۹) (۸۰) (۸۱) (۸۲) (۸۳) (۸۴) (۸۵) (۸۶) (۸۷) (۸۸) (۸۹) (۹۰) (۹۱) (۹۲) (۹۳) (۹۴) (۹۵) (۹۶) (۹۷) (۹۸) (۹۹) (۱۰۰)

موارد (ب)، (پ) و (ج) مخلوط‌های ناهمگن هستند.
(ب) و (پ) مواد ناقطبی هستند پس در آب نامحلول می‌باشند و باریم سولفات هم ترکیب یونی نامحلول در آب است.
اتانول و استون در آب محلول هستند، در مورد پد و هگزان نیز هر دو ناقطبی هستند.

۸۸۵ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵) (۶) (۷) (۸) (۹) (۱۰) (۱۱) (۱۲) (۱۳) (۱۴) (۱۵) (۱۶) (۱۷) (۱۸) (۱۹) (۲۰) (۲۱) (۲۲) (۲۳) (۲۴) (۲۵) (۲۶) (۲۷) (۲۸) (۲۹) (۳۰) (۳۱) (۳۲) (۳۳) (۳۴) (۳۵) (۳۶) (۳۷) (۳۸) (۳۹) (۴۰) (۴۱) (۴۲) (۴۳) (۴۴) (۴۵) (۴۶) (۴۷) (۴۸) (۴۹) (۵۰) (۵۱) (۵۲) (۵۳) (۵۴) (۵۵) (۵۶) (۵۷) (۵۸) (۵۹) (۶۰) (۶۱) (۶۲) (۶۳) (۶۴) (۶۵) (۶۶) (۶۷) (۶۸) (۶۹) (۷۰) (۷۱) (۷۲) (۷۳) (۷۴) (۷۵) (۷۶) (۷۷) (۷۸) (۷۹) (۸۰) (۸۱) (۸۲) (۸۳) (۸۴) (۸۵) (۸۶) (۸۷) (۸۸) (۸۹) (۹۰) (۹۱) (۹۲) (۹۳) (۹۴) (۹۵) (۹۶) (۹۷) (۹۸) (۹۹) (۱۰۰)

مولکول CO قطبی ولی N_2 ناقطبی است. در نتیجه نیروی جاذبه بین مولکولی در CO بیش‌تر است و این گاز آسان‌تر به مایع تبدیل می‌شود.

۸۸۶ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵) (۶) (۷) (۸) (۹) (۱۰) (۱۱) (۱۲) (۱۳) (۱۴) (۱۵) (۱۶) (۱۷) (۱۸) (۱۹) (۲۰) (۲۱) (۲۲) (۲۳) (۲۴) (۲۵) (۲۶) (۲۷) (۲۸) (۲۹) (۳۰) (۳۱) (۳۲) (۳۳) (۳۴) (۳۵) (۳۶) (۳۷) (۳۸) (۳۹) (۴۰) (۴۱) (۴۲) (۴۳) (۴۴) (۴۵) (۴۶) (۴۷) (۴۸) (۴۹) (۵۰) (۵۱) (۵۲) (۵۳) (۵۴) (۵۵) (۵۶) (۵۷) (۵۸) (۵۹) (۶۰) (۶۱) (۶۲) (۶۳) (۶۴) (۶۵) (۶۶) (۶۷) (۶۸) (۶۹) (۷۰) (۷۱) (۷۲) (۷۳) (۷۴) (۷۵) (۷۶) (۷۷) (۷۸) (۷۹) (۸۰) (۸۱) (۸۲) (۸۳) (۸۴) (۸۵) (۸۶) (۸۷) (۸۸) (۸۹) (۹۰) (۹۱) (۹۲) (۹۳) (۹۴) (۹۵) (۹۶) (۹۷) (۹۸) (۹۹) (۱۰۰)

مولکول‌های CO و HCl هر دو قطبی هستند و گشتاور دوقطبی آن‌ها بزرگ‌تر از صفر است، اما مولکول‌های N_2 و Cl_2 هر دو ناقطبی می‌باشند. در میدان الکتریکی CO و HCl به طور منظم جهت‌گیری می‌کنند، اما N_2 و Cl_2 در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کنند.

۸۷۲ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵) (۶) (۷) (۸) (۹) (۱۰) (۱۱) (۱۲) (۱۳) (۱۴) (۱۵) (۱۶) (۱۷) (۱۸) (۱۹) (۲۰) (۲۱) (۲۲) (۲۳) (۲۴) (۲۵) (۲۶) (۲۷) (۲۸) (۲۹) (۳۰) (۳۱) (۳۲) (۳۳) (۳۴) (۳۵) (۳۶) (۳۷) (۳۸) (۳۹) (۴۰) (۴۱) (۴۲) (۴۳) (۴۴) (۴۵) (۴۶) (۴۷) (۴۸) (۴۹) (۵۰) (۵۱) (۵۲) (۵۳) (۵۴) (۵۵) (۵۶) (۵۷) (۵۸) (۵۹) (۶۰) (۶۱) (۶۲) (۶۳) (۶۴) (۶۵) (۶۶) (۶۷) (۶۸) (۶۹) (۷۰) (۷۱) (۷۲) (۷۳) (۷۴) (۷۵) (۷۶) (۷۷) (۷۸) (۷۹) (۸۰) (۸۱) (۸۲) (۸۳) (۸۴) (۸۵) (۸۶) (۸۷) (۸۸) (۸۹) (۹۰) (۹۱) (۹۲) (۹۳) (۹۴) (۹۵) (۹۶) (۹۷) (۹۸) (۹۹) (۱۰۰)

قلبیت $H-F < H-O < H-H$ است ولی چون H_2O دارای دو پیوند هیدروژنی است و HF یک پیوند هیدروژنی دارد بنابراین نقطه جوش آب بالاتر است.

۸۷۳ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵) (۶) (۷) (۸) (۹) (۱۰) (۱۱) (۱۲) (۱۳) (۱۴) (۱۵) (۱۶) (۱۷) (۱۸) (۱۹) (۲۰) (۲۱) (۲۲) (۲۳) (۲۴) (۲۵) (۲۶) (۲۷) (۲۸) (۲۹) (۳۰) (۳۱) (۳۲) (۳۳) (۳۴) (۳۵) (۳۶) (۳۷) (۳۸) (۳۹) (۴۰) (۴۱) (۴۲) (۴۳) (۴۴) (۴۵) (۴۶) (۴۷) (۴۸) (۴۹) (۵۰) (۵۱) (۵۲) (۵۳) (۵۴) (۵۵) (۵۶) (۵۷) (۵۸) (۵۹) (۶۰) (۶۱) (۶۲) (۶۳) (۶۴) (۶۵) (۶۶) (۶۷) (۶۸) (۶۹) (۷۰) (۷۱) (۷۲) (۷۳) (۷۴) (۷۵) (۷۶) (۷۷) (۷۸) (۷۹) (۸۰) (۸۱) (۸۲) (۸۳) (۸۴) (۸۵) (۸۶) (۸۷) (۸۸) (۸۹) (۹۰) (۹۱) (۹۲) (۹۳) (۹۴) (۹۵) (۹۶) (۹۷) (۹۸) (۹۹) (۱۰۰)

با توجه به نقطه جوش بسیار بالای a ، می‌توان فهمید این ترکیب دارای پیوندهای هیدروژنی است پس در گروه ۱۴ نیست و چون نقطه جوش آن از دیگر هم‌گروه‌های خود بالاتر است ترکیب مورد نظر آب است. بنابراین عبارت (۱) درست است.

d و c به ترتیب CH_4 و SiH_4 می‌باشند و هر دو ناقطبی هستند و چون سیلیسیم یک دوره پایین‌تر از کربن قرار دارد، جرم مولی آن بیش‌تر و به همین دلیل نقطه جوش بالاتری دارد.

پس عبارت‌های (پ) و (ب) درست هستند.
ترکیب a (مولکول آب است) تعداد هیدروژن بیش‌تری از b (ترکیب HF است) دارد، پس عبارت (ث) هم درست است.

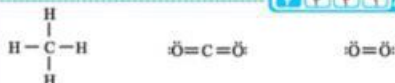
۸۷۴ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵) (۶) (۷) (۸) (۹) (۱۰) (۱۱) (۱۲) (۱۳) (۱۴) (۱۵) (۱۶) (۱۷) (۱۸) (۱۹) (۲۰) (۲۱) (۲۲) (۲۳) (۲۴) (۲۵) (۲۶) (۲۷) (۲۸) (۲۹) (۳۰) (۳۱) (۳۲) (۳۳) (۳۴) (۳۵) (۳۶) (۳۷) (۳۸) (۳۹) (۴۰) (۴۱) (۴۲) (۴۳) (۴۴) (۴۵) (۴۶) (۴۷) (۴۸) (۴۹) (۵۰) (۵۱) (۵۲) (۵۳) (۵۴) (۵۵) (۵۶) (۵۷) (۵۸) (۵۹) (۶۰) (۶۱) (۶۲) (۶۳) (۶۴) (۶۵) (۶۶) (۶۷) (۶۸) (۶۹) (۷۰) (۷۱) (۷۲) (۷۳) (۷۴) (۷۵) (۷۶) (۷۷) (۷۸) (۷۹) (۸۰) (۸۱) (۸۲) (۸۳) (۸۴) (۸۵) (۸۶) (۸۷) (۸۸) (۸۹) (۹۰) (۹۱) (۹۲) (۹۳) (۹۴) (۹۵) (۹۶) (۹۷) (۹۸) (۹۹) (۱۰۰)

جمله‌های (ث)، (ت) و (پ) درست هستند اما جمله‌های (ا) و (ب) نادرست می‌باشند. با باز کردن آب و جاری شدن باریک‌های آب، هر دو باریک آب از شیرهای آب، منحرف می‌شوند زیرا در مولکول آب دو سر قطبی مثبت و منفی وجود دارند که اگر مولکول‌های آب در میدان الکتریکی حاصل از بار منفی قرار بگیرند از طرف قطب مثبت خود (یعنی انتهای H) نسبت به میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند ولی اگر در میدان الکتریکی مثبت قرار گیرند، مولکول قطبی آب از سر منفی خود (اتم O) نسبت به میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌نماید.

۸۷۶ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵) (۶) (۷) (۸) (۹) (۱۰) (۱۱) (۱۲) (۱۳) (۱۴) (۱۵) (۱۶) (۱۷) (۱۸) (۱۹) (۲۰) (۲۱) (۲۲) (۲۳) (۲۴) (۲۵) (۲۶) (۲۷) (۲۸) (۲۹) (۳۰) (۳۱) (۳۲) (۳۳) (۳۴) (۳۵) (۳۶) (۳۷) (۳۸) (۳۹) (۴۰) (۴۱) (۴۲) (۴۳) (۴۴) (۴۵) (۴۶) (۴۷) (۴۸) (۴۹) (۵۰) (۵۱) (۵۲) (۵۳) (۵۴) (۵۵) (۵۶) (۵۷) (۵۸) (۵۹) (۶۰) (۶۱) (۶۲) (۶۳) (۶۴) (۶۵) (۶۶) (۶۷) (۶۸) (۶۹) (۷۰) (۷۱) (۷۲) (۷۳) (۷۴) (۷۵) (۷۶) (۷۷) (۷۸) (۷۹) (۸۰) (۸۱) (۸۲) (۸۳) (۸۴) (۸۵) (۸۶) (۸۷) (۸۸) (۸۹) (۹۰) (۹۱) (۹۲) (۹۳) (۹۴) (۹۵) (۹۶) (۹۷) (۹۸) (۹۹) (۱۰۰)

در باریک آب خارج‌شده از شیر آب، مولکول‌های آب از سمت مثبت خود (اتم‌های H) به طرف میله باردار شده یا بار منفی جهت‌گیری می‌کنند.

۸۷۷ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵) (۶) (۷) (۸) (۹) (۱۰) (۱۱) (۱۲) (۱۳) (۱۴) (۱۵) (۱۶) (۱۷) (۱۸) (۱۹) (۲۰) (۲۱) (۲۲) (۲۳) (۲۴) (۲۵) (۲۶) (۲۷) (۲۸) (۲۹) (۳۰) (۳۱) (۳۲) (۳۳) (۳۴) (۳۵) (۳۶) (۳۷) (۳۸) (۳۹) (۴۰) (۴۱) (۴۲) (۴۳) (۴۴) (۴۵) (۴۶) (۴۷) (۴۸) (۴۹) (۵۰) (۵۱) (۵۲) (۵۳) (۵۴) (۵۵) (۵۶) (۵۷) (۵۸) (۵۹) (۶۰) (۶۱) (۶۲) (۶۳) (۶۴) (۶۵) (۶۶) (۶۷) (۶۸) (۶۹) (۷۰) (۷۱) (۷۲) (۷۳) (۷۴) (۷۵) (۷۶) (۷۷) (۷۸) (۷۹) (۸۰) (۸۱) (۸۲) (۸۳) (۸۴) (۸۵) (۸۶) (۸۷) (۸۸) (۸۹) (۹۰) (۹۱) (۹۲) (۹۳) (۹۴) (۹۵) (۹۶) (۹۷) (۹۸) (۹۹) (۱۰۰)



در مولکول CO_2 ، تعداد جفت‌الکترون‌های پیوندی (۴ جفت) با تعداد جفت‌الکترون‌های ناپیوندی برابر (۴ جفت) می‌باشد.

تعداد جفت‌الکترون‌های ناپیوندی در O_2 مساوی ۴ جفت است که با تعداد جفت‌الکترون‌های پیوندی در مولکول متان (CH_4) برابر است.

هر سه مولکول ناقطبی هستند و گشتاور دوقطبی آن‌ها برابر صفر می‌باشد و در میدان الکتریکی جهت‌گیری ندارند.

۸۷۸ (۱) (۲) (۳) (۴) (۵) (۶) (۷) (۸) (۹) (۱۰) (۱۱) (۱۲) (۱۳) (۱۴) (۱۵) (۱۶) (۱۷) (۱۸) (۱۹) (۲۰) (۲۱) (۲۲) (۲۳) (۲۴) (۲۵) (۲۶) (۲۷) (۲۸) (۲۹) (۳۰) (۳۱) (۳۲) (۳۳) (۳۴) (۳۵) (۳۶) (۳۷) (۳۸) (۳۹) (۴۰) (۴۱) (۴۲) (۴۳) (۴۴) (۴۵) (۴۶) (۴۷) (۴۸) (۴۹) (۵۰) (۵۱) (۵۲) (۵۳) (۵۴) (۵۵) (۵۶) (۵۷) (۵۸) (۵۹) (۶۰) (۶۱) (۶۲) (۶۳) (۶۴) (۶۵) (۶۶) (۶۷) (۶۸) (۶۹) (۷۰) (۷۱) (۷۲) (۷۳) (۷۴) (۷۵) (۷۶) (۷۷) (۷۸) (۷۹) (۸۰) (۸۱) (۸۲) (۸۳) (۸۴) (۸۵) (۸۶) (۸۷) (۸۸) (۸۹) (۹۰) (۹۱) (۹۲) (۹۳) (۹۴) (۹۵) (۹۶) (۹۷) (۹۸) (۹۹) (۱۰۰)

شکل (ا) نشان‌دهنده جهت‌گیری ترکیبات قطبی در میدان الکتریکی است و هر دو مولکول CO و HCl قطبی هستند و شکل (ب) نشان‌دهنده عدم جهت‌گیری ترکیبات ناقطبی در میدان الکتریکی است. شکل (پ) مولکول‌های ناقطبی را نشان می‌دهد که جهت‌گیری خاصی ندارند.

۹۰۰ (۲) (۳) (۴) (۵)

با توجه به شکل ماده X قطبی است که می‌تواند جذب میله باردار شود ولی دلیلی وجود ندارد که حتماً نقطه جوش X بالاتر از Y است. چون ممکن است جرم مولی Y خیلی بزرگتر از X باشد مثلاً CCl_4 ناقطبی جرم مولی خیلی بزرگتر از H_2O قطبی دارد و نقطه جوش CCl_4 بیش‌تر از H_2O است.

۹۰۱ (۲) (۳) (۴) (۵)

مولکول‌های آب قطبی هستند ولی به یون تبدیل نمی‌شوند.

۹۰۲ (۲) (۳) (۴) (۵)

فقط عبارت (ب) درست می‌باشد.

(ا) نادرست. در ساختار یخ، H_2O به ۴ مولکول دیگر وصل است. (از طریق پیوند هیدروژنی)

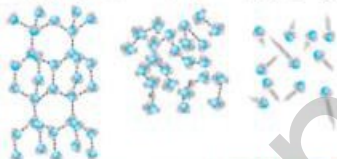
(ب) نادرست. طی انجماد آب، حجم افزایش یافته و جرم ثابت است.

(ت) نادرست. در ساختار یخ، اتم‌های اکسیژن در رأس حلقه‌های شش‌ضلعی قرار گرفته‌اند.

۹۰۳ (۲) (۳) (۴) (۵)

فقط عبارت (پ) نادرست است.

در ساختار یخ، هر مولکول آب چهار پیوند هیدروژنی با دیگر مولکول‌های آب تشکیل می‌دهد و در این حالت، شبکه با حلقه‌های شش‌ضلعی ایجاد می‌شود.



۹۰۴ (۲) (۳) (۴) (۵)

شکل‌های (ا)، (ب) و (پ) به ترتیب بخار آب، آب مایع و آب جامد هستند که آب در حالت مایع، چگالی بیش‌تری از حالت جامد دارد و انرژی جنبشی آب در حالت‌های مختلف به‌صورت (بخار) گاز < مایع < جامد است و آب در حالت گاز و مایع دارای سه حرکت انتقالی، چرخشی و ارتعاشی است اما در حالت جامد، فقط حرکت ارتعاشی دارد.

۹۰۵ (۲) (۳) (۴) (۵)

اتانول به عنوان حلال در تهیه مواد دارویی، آرایشی و بهداشتی کاربرد دارد ولی کاربرد عمده استون به عنوان حلال چربی، رنگ و انواع لاک‌ها است.

نام حلال	فرمول شیمیایی	μ (D)	کاربرد
اتانول	$\text{C}_2\text{H}_5\text{O}$	>0	حلال در تهیه مواد دارویی، آرایشی و بهداشتی
استون	$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$	>0	حلال چربی، رنگ‌ها و انواع لاک‌ها
هگزان	C_6H_{14}	≈ 0	حلال مواد ناقطبی و رقیق‌کننده رنگ (نیر)

۸۸۷ (۲) (۳) (۴) (۵)

نیروی بین‌مولکولی در HF جاذبه هیدروژنی (پیوندهای هیدروژنی) می‌باشد. در حالی‌که نیروی بین‌مولکولی در HBr ، HCl و HI از نوع جاذبه‌های واندروالسی می‌باشد. به همین دلیل HF جاذبه‌های قوی‌تری بین مولکول‌های خود دارد.

۸۸۸ (۲) (۳) (۴) (۵)

NaCl و MgCl_2 ترکیبات یونی هستند و مولکول مجزا ندارند.

۸۸۹ (۲) (۳) (۴) (۵)

۸۹۰ (۲) (۳) (۴) (۵)

متانول و آب هر دو دارای پیوند هیدروژن و اکسیژن $\text{H}-\text{O}-\text{H}$ هستند که پیوند هیدروژنی بین این دو مولکول خواهیم داشت.

۸۹۱ (۲) (۳) (۴) (۵)

رفتار تمامی مولکول‌ها اعم از قطبی و یا ناقطبی از ویژگی‌های ساختاری آن سرچشمه می‌گیرد.

۸۹۲ (۲) (۳) (۴) (۵)

استون مولکولی قطبی است و هگزان مولکولی ناقطبی است، پس نیروی دوقطبی - دوقطبی القایی وجود دارد.

۸۹۳ (۲) (۳) (۴) (۵)

پیوند هیدروژنی > یون - دوقطبی > یون - قدرت نیروی جاذبه دوقطبی القایی - دوقطبی القایی > دوقطبی - دوقطبی >

۸۹۴ (۲) (۳) (۴) (۵)

Br_2 مایعی است که دارای مولکول‌های ناقطبی است، به همین دلیل با میله باردار شده، باریکه‌ای از این مایع منحرف نمی‌شود.

۸۹۵ (۲) (۳) (۴) (۵)

۸۹۶ (۲) (۳) (۴) (۵)

با تقطیر تدریجی مخلوط مایع ابتدا ماده‌ای که نقطه جوش کم‌تری دارد، جدا می‌شود. یعنی ابتدا B جدا می‌شود. چون جاذبه بین مولکولی C از A بیش‌تر است پس با جرم مولی و یا گشتاور دوقطبی C بزرگ‌تر از A است.

۸۹۷ (۲) (۳) (۴) (۵)

پلاستیک‌ها دارای مولکول‌های ناقطبی هستند، ولی جرم مولی آن‌ها کوچک نیست؛ زیرا پلاستیک‌ها از جامدات هستند، یعنی جاذبه به قدری است که حالت جامد دارند و این به دلیل جرم مولی زیاد پلاستیک‌ها است.

۸۹۸ (۲) (۳) (۴) (۵)

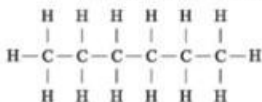
هگزان مولکولی ناقطبی است و بین این مولکول‌ها نیروهای جاذبه واندروالسی وجود دارد که این نیروها ضعیف‌اند.

۸۹۹ (۲) (۳) (۴) (۵)

جمله‌های (ا)، (پ) و (ت) درست هستند. بررسی جمله (ب): ترکیب‌ها در حالت گاز دارای مولکول‌های مجزا (نه به هم پیوسته) با کم‌ترین برهم‌کنش‌ها هستند.

۹۱۱

هگزان هیدروکربنی با فرمول C_6H_{14} است که ساختار منظم دارد و ناقطبی است و در میدان الکتریکی جهتگیری خاصی ندارد.

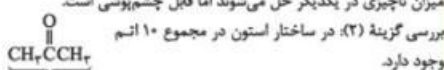


۹۱۲

هگزان نوعی آلکان است که دارای فرمول کلی C_nH_{2n+2} می‌باشد، بنابراین فرمول هگزان C_6H_{14} است.

۹۱۳

در مخلوط ناهمگن به حالت مایع، مانند آب و هگزان، اجزای مخلوط به میزان ناچیزی در یکدیگر حل می‌شوند اما قابل چشم‌پوشی است.



بررسی گزینۀ (۴)، هگزان (C_6H_{14}) یک حلال آلی و جزو هیدروکربن‌ها است و گشتاور دوقطبی آن برابر صفر می‌باشد حلال‌های دیگر مانند اوکتان (C_8H_{18})، تولوئن (C_7H_8) و ... وجود دارند که گشتاور دو قطبی آن‌ها تقریباً برابر صفر است.

۹۱۴

هگزان (C_6H_{14}) یک هیدروکربن مایع است که در آب نامحلول می‌باشد یعنی به این معنی است که مقدار ناچیزی که کم‌تر از ۰/۱ گرم از هگزان در ۱۰۰ گرم آب حل می‌گردد و به همین علت ماده نامحلول در آب محسوب می‌گردد. در گزینۀ (۱) بخش عمده خوراکی‌ها همانند بدن انسان را آب تشکیل می‌دهد. در گزینۀ (۲) اغلب محلول‌های موجود در بدن انسان، محلول‌های آبی هستند. در گزینۀ (۳) اتانول (C_2H_5OH) و استون (CH_3COCH_3) ترکیب‌های آلی اکسیژن‌دار هستند اما هگزان (C_6H_{14}) جزو دسته هیدروکربن‌ها می‌باشند.

۹۱۵

ید (I_2) مادامی جامد و دارای مولکول‌های ناقطبی با گشتاور دوقطبی صفر است. به همین دلیل هگزان که دارای مولکول‌های ناقطبی است می‌تواند I_2 را در خود حل نماید و مخلوط همگنی از I_2 در هگزان حاصل می‌شود که محلول می‌باشد.

۹۱۶

۹۱۷

همه موارد درست هستند.

– اتانول (C_2H_5OH) توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی داشته و نقطه جوش بالاتری نسبت به استون (CH_3COCH_3) دارد.

– آمونیاک (NH_3) بین مولکول‌های خود جاذبه هیدروژنی و لی H_2S بین مولکول‌های خود جاذبه واندروالی دارد که ضعیف‌تر است.

– HF بین مولکول‌های خود جاذبه هیدروژنی و لی HBr و HCl جاذبه واندروالی دارند و چون جرم HBr از HCl بیشتر است لذا نقطه جوش:



۹۰۶

جاذبه بین اتانول و آب بزرگ‌تر از میانگین جاذبه‌ها در آب خالص به عنوان حلال و اتانول به عنوان حل‌شونده است. قدرت و نیروی اتصال بین اتانول و آب، پیوند هیدروژنی قوی‌تری ایجاد می‌کند اما تعداد پیوند هیدروژنی در آب در حالت مایع بیشتر از اتانول است. شکل‌های زیر، دقیقاً قدرت اتصال و تعداد پیوند هیدروژنی را نشان می‌دهند.



۹۰۷

هگزان و هیدروکربن‌ها گشتاور دوقطبی نزدیک به صفر دارند. همچنین کربن مونوکسید مادامی قطبی بوده و گشتاور دوقطبی بزرگ‌تر از صفر دارد.

۹۰۸

عبارت‌های (ا)، (ب) و (ت) صحیح می‌باشند. بررسی عبارت (پ)، ید (I_2) ماده غیرقطبی است پس در حلال ناقطبی مانند نفتان یا هگزان به خوبی حل می‌شود و در حلال قطبی مانند آب، انحلال کمی دارد. در عبارت (ت)، آب و هگزان دو ترکیب با خواص شیمیایی متفاوت هستند.

نام حلال	گشتاور دوقطبی (D)
آب	> 0
استون	> 0
ید	$= 0$
هگزان	$= 0$

۹۰۹

انحلال مولکولی، انحلالی است که در آن یک ترکیب مولکولی در حلال حل می‌شود و در اثر انحلال، مولکول حل‌شونده ماهیت خود را حفظ می‌کند و دچار تغییر شکل نمی‌شود.

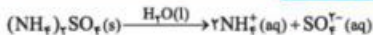
بنابراین انحلال استون، اتانول، کربن دی‌اکسید، گلوکز و اتیلن گلیکول از نوع انحلال مولکولی است و انحلال آمونیوم کلرید و سدیم سولفید که ترکیب‌های یونی هستند از نوع یونی می‌باشد.

۹۱۰

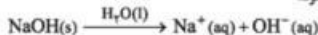
گزینۀ (۱): ترکیب حاوی عناصر گروه قلیایی محلول است. (سدیم سولفات در آب محلول است) گزینۀ (۲): مخلوط آب و استون و هگزان ۲ لایه (۲ فاز) است و یک فصل مشترک دارد. گزینۀ (۳): انحلال اتانول در ترکیبات قطبی از هگزان بیش‌تر است.

گزینه (۴): هیچ رابطه‌ای بین جرم اتمی و میزان بار الکتریکی (ظرفیت فلز) وجود ندارد. مثلاً جرم $Al^{3+} < Ca^{2+}$ (جرم بیشتر و بار کمتر) است و یا جرم $Mg^{2+} > Li^{+}$ (جرم بیشتر و بار بیش‌تر)

۹۲۷ (۴) (۳) (۲) (۱)



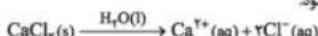
۳ مول یون آزاد می‌شود.



۲ مول یون آزاد می‌شود.



۴ مول یون آزاد می‌شود.

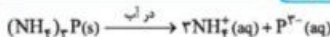


۳ مول یون آزاد می‌شود.

۹۲۸ (۴) (۳) (۲) (۱)

موادی که دارای پیوند یونی هستند می‌توانند تفکیک یونی شوند. از بین گزینه‌ها فقط سدیم هیدروکسید (NaOH) دارای پیوند یونی است.

۹۲۹ (۴) (۳) (۲) (۱)



۴ مول یون



۳ مول یون



۳ مول یون



۳ مول یون

۹۳۰ (۵) (۴) (۳) (۲) (۱)

سه عامل بر انحلال‌پذیری گازها مؤثر است:

۱) نوع گاز: هر چه نیروی بین‌مولکولی گازها قوی‌تر باشد، انحلال در آب بیش‌تر می‌شود.

۲) فشار گاز: طبق قانون هنری، با افزایش فشار در دمای ثابت، انحلال‌پذیری گازها با شیب ثابت (خطی) افزایش می‌یابد.

۳) دما: با افزایش دما، انحلال‌پذیری گازها به‌صورت غیرخطی کاهش می‌یابد.

۹۳۱ (۴) (۳) (۲) (۱)

فقط عبارت (ب) درست می‌باشد.

عبارت (ا): مقدار نمک موجود در آب دریا روی انحلال‌پذیری گازها تأثیر گذاشته و باعث کاهش انحلال‌پذیری گازها می‌شود. زیرا با حل کردن نمک در آب، توانایی آب برای حل کردن ماده دیگر کاهش می‌یابد.

عبارت (ب): با افزایش دما، انحلال‌پذیری کاهش می‌یابد ولی دقیقاً رابطه معکوس ندارد.

عبارت (ت): با کاهش دما، انحلال‌پذیری گازها به‌صورت غیرخطی تغییر می‌کند.

۹۳۲ (۴) (۳) (۲) (۱)

براساس قانون هنری، با افزایش فشار در دمای ثابت، انحلال‌پذیری گازها به‌صورت خطی افزایش می‌یابد و عرض از مبدأ نمودار نیز صفر است.

۹۱۸ (۴) (۳) (۲) (۱)

جمله‌های (ا)، (ب) و (پ) نادرست هستند. در حالی‌که جمله‌های (ت) و (ث) درست می‌باشند.

در جمله (ا)، مخلوط همگن ایجاد می‌شود.

در جمله (ب)، اتانول، هگزان و استون هر سه حلال آلی هستند.

در جمله (پ)، محلول پد (I_p) در هگزان به رنگ قرمز بنفش می‌باشد.

۹۱۹ (۴) (۳) (۲) (۱)

۹۲۰ (۴) (۳) (۲) (۱)

روغن ترکیب ناقطبی است و در آب که قطبی می‌باشد، به صورت مخلوط ناهمگن درمی‌آید اما گزینه‌های دیگر محلول هستند.

۹۲۱ (۴) (۳) (۲) (۱)

در انحلال یونی، ساختار ترکیب یونی تغییر می‌کند و بین حل‌شونده و حلال نیروی یون - دوقطبی تشکیل می‌شود (انحلال آمونیوم کلرید در آب) در حالی‌که اتانول در آب به‌صورت مولکولی است.

۹۲۲ (۴) (۳) (۲) (۱)

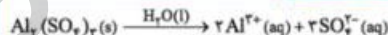
عبارت (ا): درست.

عبارت (ب): انحلال ترکیب‌های یونی در شکل نمایش داده شده است؛ در حالی‌که انحلال اتانول مولکولی است. (نادرست)

عبارت (پ): درست.

عبارت (ت): در باریم سولفات که در آب نامحلول است، می‌توان گفت: میانگین انرژی پیوند در $BaSO_4$ و پیوندهای هیدروژنی آب بیش‌تر از نیروی جاذبه یون - دوقطبی است. (نادرست)

۹۲۳ (۴) (۳) (۲) (۱)



سدیم سولفید (Na_2S)، باریم کلرید ($BaCl_2$)، آلومینیم سولفات ($Al_2(SO_4)_3$) و سدیم هیدروکسید (NaOH) به ترتیب ۳، ۵، ۲ و ۳ مول یون تولید می‌کنند.

۹۲۴ (۴) (۳) (۲) (۱)

نیروی دوقطبی - دوقطبی لختی > نیروی دوقطبی - دوقطبی > پیوند هیدروژنی > نیروی یون - دوقطبی

۹۲۵ (۴) (۳) (۲) (۱)

چون یون A را مولکول‌های آب از سمت هیدروژن احاطه کرده‌اند، پس یون A باید دارای بار الکتریکی منفی باشد و یون B باید دارای بار الکتریکی مثبت باشد، چون مولکول‌های آب از سمت اکسیژن که سر منفی مولکول را با تشکیل می‌دهد، یون B را احاطه کرده‌اند.

۹۲۶ (۴) (۳) (۲) (۱)

بررسی گزینه‌ها:

گزینه (۲): تعداد مولکول‌های آبی که یک یون را به هنگام آبپوشی می‌تواند احاطه کند به بار الکتریکی و اندازه یون بستگی دارد و برابر نخواهد بود.

گزینه (۳): در هر واحد فرمولی با توجه به ظرفیت آنیون و کاتیون ممکن است تعداد آنیون‌ها با کاتیون‌ها برابر باشند یا نباشند. زمانی تعداد کاتیون و آنیون موجود در یک ترکیب یونی برابرند که ظرفیت کاتیون با ظرفیت آنیون برابر باشد.

WYBYDZY

گزینه (۱): در دمای 30°C ، انحلال پذیری گاز NO ، ۴ میلی گرم در ۱۰۰ گرم آب است.

گزینه (۲): انحلال پذیری گاز اکسیژن در دمای 10°C ، برابر $6/25$ میلی گرم است پس با انحلال بیش از 7 میلی گرم، محلول فراسیرشده حاصل می شود.

گزینۀ (۳): انحلال پذیری گاز NO در دمای 15°C و 27°C به ترتیب ۷ و ۵ میلی گرم است. بنابراین با گرم شدن از $15^{\circ}\\text{C}$ به 27°C ، ۲ میلی گرم گاز آزاد می شود.

بند (۴): درست می باشد.

همه گازها حتی گازهایی که ناقطبی هستند، در آب به مقدار کمی حل می‌شوند؛ ولی گازهای ناقطبی به میزان کم‌تر از 0.1% گرم در 100 گرم آب حل می‌شوند به همین دلیل به این نوع گازها نامحلول در آب گفته می‌شود.

پیر سے گزرتھا:

گزینه (۱): برخی از حلال‌ها مثل استون، چربی‌ها را در خود حل می‌کنند.
در آب حل می‌شوند.

گزینه (۲): قانون هنری در مورد رابطه انحلال پذیری گازها با فشار آنها است.

گزینۀ (۴): اوکتان و دکان در یکدیگر حل می‌شوند، ولی محلول آن‌ها در آب نامحلول است و مخلوط ناهمگن ایجاد می‌کنند.

FFFF1474

در دمای ۲۷۳K و فشار ۱atm که به شرایط STP معروف است، یک مول از تمام گازها ۲۲/۴ لیتر حجم دارند.

$$\begin{aligned} ? \text{LO}_2 &= 1 \text{ kg ab} \times \frac{1.7 \text{ g ab}}{1 \text{ kg ab}} \times \frac{1 \text{ mg O}_2}{1.7 \text{ g ab}} \times \frac{1 \text{ g}}{1.7 \text{ mg}} \\ &\times \frac{1 \text{ mol O}_2}{32 \text{ g O}_2} \times \frac{22.7 \text{ L O}_2}{1 \text{ mol O}_2} = 2.056 \text{ LO}_2 \end{aligned}$$

Y Y Y Y Y

اگر دمای یک کیلوگرم آب از دمای 20°C به 40°C افزایش یابد، مقدار 2157 میلی گرم $(2157 = 615 - 9107)$ اکسیژن آزاد می شود. حجم گاز آزاد شده را به ازای 240 کیلوگرم آب محاسبه می کنیم:

$$\begin{aligned} & \frac{11.1 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ g H}_2\text{O}} \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{32 \text{ g O}_2} \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol H}_2\text{O}} \times \frac{2 \text{ mol H}_2}{1 \text{ mol O}_2} \times \frac{2 \text{ g H}_2}{1 \text{ mol H}_2} = 11.1 \text{ g H}_2 \end{aligned}$$

1 2 3 4 5

Y Y Y Y Y

فقط عبارت (۱) درست است.

عبارت (۱): انحلال گازها با دما

عبارت (ب)؛ چون در آب دریا نمک بیشتری وجود دارد بنابراین، مقدار انحلال اکسیژن کاهش می‌یابد.

© 2004 Pearson Education, Inc. All rights reserved.

تحلیل پذیری با فشار یک رابطه خطی مستقیم دارد، بنابراین طبق رابطه هرنی ($S = kP$) با دو برابر کردن فشار، تحلیل پذیری نیز دو برابر می شود.

☐ ☐ ☒ ☐ ☐

در هنگام استفاده از کیپول هوا، هر دو گاز به علت فشار در خون حل می‌گردند. اما به سه علت:

(۱) درصد یابری تو اکسیژن در هوا

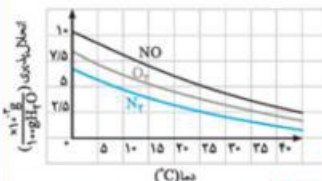
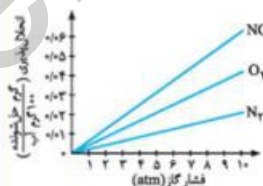
(۱) مصرف اکسیژن در بدن:

...the study Nail-stitching C

مقدار نیترژن خون به مقدار قابل توجهی بالا می‌رود. در هنگام آمدن به سطح، به دلیل کاهش ناگهانی فشار (احلال پذیری کم‌تر نیترژن)، نیترژن حاصله در خون، به‌صورت حباب آزاد می‌شود.

100%

مولکول NO قطبی است ولی قطبیت آن کم است. CO₂ ناقطبی است اما برخلاف انتظار چون جرم مولی کربن دی‌اکسید برابر 44 g.mol⁻¹ است و بیش‌تر از جرم مولی NO (30 g.mol⁻¹) است، بنابراین قدرت نیروی بین مولکولی CO₂ بیش‌تر بوده و در نتیجه انحلال آن بیش‌تر است. همچنین جرم مولی اکسیژن از نیتروژن بیش‌تر است ولی مولکول‌هایی ناقطبی هستند در صورتی‌که NO قطبی است و انحلال‌پذیری بیش‌تری دارد.



[1](#)
[2](#)
[3](#)
[4](#)
[5](#)

در فشار یک اتمسفر و دمای $^{\circ}\text{C}$ ، یک مول گاز CO_2 برابر است با:

$$? \text{ g CO}_2 = 4.5 \text{ L CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{22.4 \text{ L CO}_2} \times \frac{44 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 11 \text{ g CO}_2$$

بنابراین در فشار 1 atm در ۳۰۰ گرم آب، حداکثر ۱۱ گرم CO_2 حل شده است. حال مقدار کربن دی اکسید را در ۱۰۰ گرم آب محاسبه می‌کنیم:

$$11 \text{ g CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{44.01 \text{ g CO}_2} = 0.25 \text{ mol CO}_2$$

عبارت (پ): در دمای 5°C ، حدود 9mg اکسیژن در 100g آب دریا حل می‌شود.

$$\frac{\text{جرم اکسیژن}}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \frac{9 \times 10^{-3} \text{g}}{100 \text{g}} \times 100 = 0.009\%$$

عبارت (ت): منحنی A مربوط به آب آشامیدنی و B مربوط به آب دریاست. این مسئله از روی قدرت انحلال قابل تشخیص است.

انحلال‌پذیری گازها داده شده و لذا با یک تناسب می‌توانیم بگوییم که در 100g آب چند مول ترکیب H_2S وجود دارد.

جرم آب	H_2S مول
300	0.15
100	x

$$\Rightarrow x = 0.05 \text{ mol H}_2\text{S}$$

گرم H_2S را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{g H}_2\text{S} = 0.05 \text{ mol H}_2\text{S} \times \frac{34 \text{ g H}_2\text{S}}{1 \text{ mol H}_2\text{S}} = 1.7 \text{ g H}_2\text{S}$$

با توجه به جدول، مشاهده می‌شود که در دمای 40°C ، برای این‌که محلول سیر شده حاصل شود، بایستی 24% گرم H_2S در 100g آب حل شود و چون عدد به‌دست آمده، کمتر از 24% است، پس محلول 0.15 مول گاز H_2S در 200g آب (در دمای 40°C) یک محلول سیر نشده می‌باشد.

بررسی دیگر گزینه‌ها:

گزینه (۱): بایستی محاسبه کنیم که محلول 0.05 مول گاز Cl_2 چند گرم است:

$$? \text{g Cl}_2 = 0.05 \text{ mol Cl}_2 \times \frac{71 \text{ g Cl}_2}{1 \text{ mol Cl}_2} = 3.55 \text{ g}$$

در جدول مشاهده می‌شود که در دمای 60°C ، باید کمتر از 23% گرم Cl_2 در 100g آب حل شده باشد تا محلول سیر نشده به‌دست آید و چون مقدار به‌دست آمده از عدد 23% گرم بیش‌تر است، محلول مورد نظر در این دما سیر نشده نبوده، بلکه فراسیر شده است.

گزینه (۲): $\text{Cl}_2 > \text{H}_2\text{S} > \text{CO}_2$ مقایسه انحلال‌پذیری

گزینه (۴): تأثیر دما بر نسبت غلظت مولار سه گاز (در دمای 20°C نسبت به 60°C) به‌صورت زیر است:

$$\frac{0.169 - 0.058}{0.169} = 0.657 \quad \text{یا} \quad \frac{0.169}{0.058} = 2.9 \quad \text{برای گاز CO}_2$$

$$\frac{0.28 - 0.15}{0.28} = 0.46 \quad \text{یا} \quad \frac{0.28}{0.15} = 1.87 \quad \text{برای گاز H}_2\text{S}$$

$$\frac{0.73 - 0.23}{0.73} = 0.68 \quad \text{یا} \quad \frac{0.73}{0.23} = 3.17 \quad \text{برای گاز Cl}_2$$

نتیجه می‌شود تأثیر افزایش دما بر انحلال‌پذیری گاز CO_2 بیش‌تر از H_2S و برای گاز H_2S هم بیش‌تر از Cl_2 است.

توجه: با توجه به این‌که جرم مولی گازها بین دو دما تغییر نمی‌کند، نسبت غلظت مولار همان نسبت جرم آن‌ها است.

عبارت‌های (ب)، (پ) و (ت) درست می‌باشند.

عبارت (ا): انحلال‌پذیری گاز اکسیژن با مقدار نمک حل شده رابطه معکوس دارد. با افزایش مقدار نمک در آب، انحلال‌پذیری گاز کاهش می‌یابد.

عبارت (ب): با توجه به نمودار در دمای 34°C ، تقریباً 0.6% میلی‌گرم گاز اکسیژن در صد گرم آب دریا حل می‌شود. اگر جرم آب را با جرم محلول برابر فرض کنیم، درصد جرمی برابر است با:

$$\frac{\text{جرم اکسیژن (گرم)}}{\text{جرم محلول (گرم)}} \times 100 = \frac{0.6 \times 10^{-3} \text{g}}{100 \text{g}} \times 100 = 0.006\%$$

عبارت (پ): چون شیب دو نمودار تقریباً یکسان است، تأثیر دما نیز بر انحلال‌پذیری تقریباً یکسان است.

عبارت (ت): نمودار پایین مربوط به آب دریا است و در دمای 5°C انحلال گاز O_2 در آب دریا برابر 0.9% میلی‌گرم است.

گزینه (۱): هر چه نیروی بین‌مولکولی قوی‌تر باشد، گاز زودتر و آسان‌تر مایع می‌شود.

گزینه (۳): نادرست، زیرا نیروی بین‌مولکولی در CO به دلیل قطبی بودن آن بیش‌تر است. همچنین هر دو مولکول دارای پیوند سه‌گانه هستند.

گزینه (۴): نادرست، زیرا CO قطبی و N_2 ناقطبی است.

انحلال‌پذیری گاز CO_2 در دمای 50°C برابر 0.076% گرم در 100g آب است پس محلولی که شامل 0.072% گرم CO_2 در آب است یک محلول سیر نشده است. همچنین در دمای 40°C ، انحلال‌پذیری H_2S برابر 0.24% گرم در 100g آب است. یعنی اگر 0.24% گرم H_2S را در آب حل کنیم یک محلول سیر شده خواهیم داشت چون در این دما مقدار 0.26% گرم حل کرده، پس وضعیت فراسیر شده است.

انحلال‌پذیری گازها با افزایش دما کاهش می‌یابد و با افزایش فشار، افزایش خواهد یافت.

منحنی انحلال‌پذیری گازها با فشار باید به صورت خطی و صعودی باشد که نقطه شروع آن همواره از صفر مختصات است.

$$0.056 \text{ L N}_2 \times \frac{1 \text{ mol N}_2}{22.4 \text{ L N}_2} \times \frac{28 \text{ g N}_2}{1 \text{ mol N}_2} = 0.07 \text{ g N}_2$$

با تناسب می‌توان انحلال‌پذیری را به‌دست آورد.

$$\frac{0.07 \text{ g N}_2}{x} = \frac{8 \text{ g N}_2}{100 \text{ g آب}} \Rightarrow x = 8.75 \times 10^{-3} \text{ g N}_2$$

(ت) درست: آب آشامیدنی با آب مصرفی در دیگر صنایع متفاوت است به طوری که ممکن است آبی برای شستشو مناسب باشد، اما آشامیدنی نباشد. (ث) نادرست: ردپای آب نشان دهنده میزان مصرف آب و ردپای کربن دی اکسید نشان دهنده میزان تولید CO_2 است.

۹۶۰ (۴۳۲۱)

عبارت‌های (ا)، (پ) و (ث) درست می‌باشند. عبارت (ب): مولکول‌های آب از دو سمت غشای نیمه‌تراوا عبور می‌کنند. عبارت (ت): آب به‌دست آمده از هر سه روش تقطیر، اسمز معکوس و صافی کرین، حاوی میکروب بوده و نیاز به کلرزنی دارد.

۹۶۱ (۴۳۲۱)

عبارت‌های (ب) و (ت) درست هستند. عبارت (ا): آب شیرین زیر بستر دریا با توجه به میزان زیاد آن، از اهمیت بالایی برخوردار است. عبارت (پ): دستگاه تصفیه آب به طور چشمگیری از غلظت یون‌های موجود در آب می‌کاهد.

۹۶۲ (۴۳۲۱)

عبارت‌های (ا) و (پ) درست هستند. عبارت (ب): در اسمز معکوس با اعمال یک فشار خارجی، آب از محلول غلیظ خارج و وارد محلول رقیق می‌شود. عبارت (ت): متورم شدن حبوبات و میوه‌های خشک با اسمز و تصفیه آب با اسمز معکوس انجام می‌شود.

۹۶۳ (۴۳۲۱)

عبارت‌های (ا) و (پ) درست می‌باشند. عبارت (ب): هر چه اختلاف غلظت دو محلول در دو طرف غشا بیش‌تر باشد، آب سریع‌تر و بیش‌تر جابه‌جا می‌شود و فشار اسمزی افزایش می‌یابد. عبارت (ت): در فرایند اسمز، مولکول‌های آب از درون خیابان به درون آب می‌روند و آب درون خیابان از دست رفته و چروکیده می‌شود.

۹۶۴ (۴۳۲۱)

تمنشین شدن گل و لای در برابچه‌ها به دلیل ناپایداری مخلوط گل و لای در آب رخ می‌دهد. در واقع مخلوط گل و لای در آب، سوسپانسیون بوده و ناپایدار است.

بررسی دیگر گزینه‌ها:

گزینه (۱): درست: به دلیل تفاوت در غلظت نمک در محیط بیرون از خیابان تازه و محیط داخلی خیابان، آب از محیط رقیق (خیابان تازه) وارد محلول آب نمک شده و سبب چروکیدگی شدن خیابان تازه می‌شود.

گزینه (۲): درست: با قرار دادن زردآلوی خشک درون لیوان آب، آب از محیط رقیق وارد ساختار زردآلوی شده (محیط غلیظ) و سبب متورم شدن آن می‌شود. این پدیده مثالی دیگر از فرایند اسمز است.

گزینه (۳): درست: آب از فضای بین بافت‌های گوشت و ماهی خارج می‌شود که نشان‌دهنده مثالی از پدیده اسمز است.

۹۵۱ (۴۳۲۱)

اتحلال پذیری هر سه گاز O_2 ، NO و N_2 در آب کم‌تر از $1/101$ گرم در 100 گرم آب است. به همین دلیل هر سه جزو مواد نامحلول دسته‌بندی می‌شوند. بررسی دیگر گزینه‌ها:

گزینه (۱): میزان انحلال گاز اکسیژن در دمای $5^\circ C$ حدود $7/5$ میلی‌گرم در 100 گرم آب است.

گزینه (۳): در هر دمایی میزان انحلال گاز NO بیش‌تر از گازهای O_2 و N_2 می‌باشد؛ زیرا مولکول NO قطبی، ولی مولکول گازهای O_2 و N_2 ناقطبی هستند.

گزینه (۲): میزان انحلال پذیری گاز NO در دمای $27^\circ C$ حدود 5 میلی‌گرم و میزان انحلال پذیری گاز N_2 در دمای $19^\circ C$ حدود 3 میلی‌گرم است.

۹۵۲ (۴۳۲۱)

اتحلال مواد گرماگیر با دما رابطه مستقیم دارد. انحلال پتانسیم نیترات گرماگیر است. هم‌چنین انحلال پذیری گازها نیز با کاهش دما افزایش می‌یابد.

۹۵۳ (۴۳۲۱)

NH_3 قطبی است و در آب قطبی بهتر حل می‌شود (پیوند هیدروژنی دارند).

۹۵۴ (۴۳۲۱)

در مرحله X ، انحلال پذیری زیاد شده است و در مرحله Y انحلال پذیری کاهش یافته است. بنابراین کاهش دما و کاهش فشار، به ترتیب X و Y را نشان می‌دهند.

۹۵۵ (۴۳۲۱)

نیاز روزانه بدن هر فرد بالغ به یون سدیم دو برابر یون سدیم است. بقیه گزینه‌ها همگی درست هستند.

۹۵۶ (۴۳۲۱)

(ا) نادرست: هر محلول دارای یون $Cl^-(aq)$ ، مثلاً $KCl(aq)$ می‌تواند با محلول $AgNO_3(aq)$ واکنش داده و رسوب $AgCl(s)$ تشکیل دهد. (ب) نادرست: رنگ رسوبهای $AgCl(s)$ و $BaSO_4(s)$ سفیدرنگ است. (پ) درست: کلرید سبزرنگ آهن $FeCl_3$ و کلرید آبی رنگ مس، $CuCl_2$ است و از انحلال هر مول از این دو ماده 3 مول یون محلول حاصل می‌شود. (ت) درست.

۹۵۷ (۴۳۲۱)

برای تولید صد گرم شکلات به میزان 2400 لیتر آب مصرف می‌شود.

۹۵۸ (۴۳۲۱)

فقط عبارت (ا) نادرست است.

۹۵۹ (۴۳۲۱)

موارد (ب)، (پ) و (ث) نادرست هستند. (ا) درست: ردپای آب، میزان همه آبی را که در تولید کالاها، ارائه خدمات و فعالیت‌های گوناگون مصرف می‌شود، نشان می‌دهد.

(ب) نادرست: ردپای آب برای هر فرد در طول یک سال 10^6 لیتر است.

$$\frac{10^6 L}{\text{روز}} = 2740 L$$

(پ) نادرست: آب دریاها و اقیانوس‌ها، منبع بسیار بزرگی برای تهیه آب به شمار می‌روند.

۳) صافی گرین



۹۷۱ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵

۹۷۲ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵

با استفاده از روش‌های اسمز معکوس، تقطیر و صافی گرین نمی‌توان میکروب‌ها را از بین برد و جدا کرد.

۹۷۳ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵

چون انحلال‌پذیری گازها در آب گرم کمتر از آب سرد است، در نتیجه پس از واکنش قرص جوشان با آب گرم، گاز CO_2 کم‌تری در محلول باقی‌مانده و گاز بیش‌تری خارج می‌شود.

جوش شیرین و سیتریک اسید موجود در قرص با هم واکنش داده و CO_2 تولید می‌کنند.

۹۷۴ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵

عبارت (ا) نادرست است. انحلال برخی نمک‌ها گرماده و برخی گرماگیر هستند. عبارت (ب) درست است.

عبارت (پ) نادرست است. حل شدن گازها در آب گرماده است، اما انحلال نمک‌ها می‌تواند گرماده یا گرماگیر باشد.

عبارت (ت) نادرست است. انحلال سدیم نیترات گرماگیر است و با افزایش دما، انحلال آن زیاد می‌شود و انحلال گازها در آب نیز با افزایش فشار زیاده‌تر می‌شوند.

۹۷۵ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵

عبارت‌های (ا)، (ب) و (ت) درست می‌باشند. عبارت (پ): از آن‌جا که بیش‌تر مواد غذایی حاوی یون پتاسیم هستند، پس نیاز به آن به راحتی از این مسیر تأمین می‌شود و دلیلی ندارد که در افراد سالخورده کمبود آن شدید باشد.

۹۶۶ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵

آلودگی آب شامل ناقل‌ها، حشره‌کش‌ها، آفتکش‌ها، آلاینده‌ها، فلزهای سمی، میکروب‌ها و ترکیبات آلی فرار است که با استفاده از روش‌های اشاره‌شده جدا می‌شوند ولی میکروب‌ها جدا نمی‌شوند.

۹۶۷ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵

عبارت‌های (ا)، (ب) و (پ) صحیح می‌باشند. عبارت (ت): عبورپذیری غشای نیمه‌تراوا به اندازه حفرات آن، جنس آن و اندازه ذرات و نوع محلول بستگی دارد.

۹۶۸ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵

در فرایند اسمز، مولکول‌های آب از محیط رقیق‌تر (دارای مولکول آب بیش‌تر) به محیط غلیظ‌تر منتقل می‌شوند، پس حجم آب در مایع سمت راستی که رقیق‌تر است کاهش می‌یابد.

۹۶۹ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵

در فرایند اسمز معکوس با اعمال فشار، مولکول‌های آب از غشای نیمه‌تراوا عبور کرده و از محیط بالا به پایین غشا منتقل می‌شوند و محیط بالای غشا، غلیظ‌تر می‌شود. بنابراین فقط عبارت (ب) نادرست است.

۹۷۰ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵

سه روش تصفیه آب:
(۱) تقطیر



(۲) اسمز معکوس





کیهان زادگاه الفبای هستی

فصل ۱

۳۳۷

قسمت اول: چگونه تشکیل عنصرها

۱. جاهای خالی را با عبارات‌های مناسب کامل کنید.

- (ا) نوری که از به ما می‌رسد، اطلاعات ارزشمندی برای ما ارسال می‌کند.
 (ب) شناسنامه یک سیاره می‌تواند حاوی اطلاعاتی مانند، و ترکیب درصد این مواد باشد.
 (پ) دانشمندان از طریق فرایندهایی که درون رخ می‌دهند، از روند پیدایش اطلاعاتی کسب کرده‌اند.
 (ت) برخی سیاره‌های سامانه خورشیدی مانند زمین از جنس و برخی مانند مشتری از جنس هستند.
 (ث) دو عنصر اصلی تشکیل‌دهنده سیاره مشتری عبارتند از و
 (ج) اولین عنصرهایی که در شرایط مهیای تشکیل شده‌اند، عنصرهای و بوده‌اند.

- (چ) در هم‌جوشی هسته‌ای، ذره‌های زیراتمی و هسته‌های به هم جوش خورده و عنصرهای تشکیل می‌شوند.
 (ح) با گذشت زمان و دما، گازهای هیدروژن و هلیوم تولید شده، متراکم شده و ایجاد شدند.
 (خ) در واکنش‌های هسته‌ای مقداری از جرم ماده به تبدیل می‌شود و قانون رعایت نمی‌شود.
 با انتخاب گزینه صحیح هر یک از عبارات‌های زیر را کامل کنید.

- (ا) از هم‌جوشی دو پروتون و دو نوترون عنصر (هیدروژن - هلیوم) تشکیل می‌شود.
 (ب) درصد عنصرهای (O و H - Fe و He) در کره زمین بیش‌تر از سایر عنصرها است.
 (پ) در واکنش‌های (هم‌جوشی - شکافت) هسته‌ای، عنصرهای سنگین‌تر به عنصرهای سبک‌تر تبدیل می‌شوند.
 (ت) در رابطه اینشتین مقدار ماده برحسب ($kg - g$) و مقدار انرژی برحسب ($J - kJ$) است.
 (ث) درون (سیاره‌ها - ستاره‌ها) به دلیل انجام واکنش‌های (شیمیایی - هسته‌ای) انرژی زیادی آزاد می‌شود.

۳. درستی یا نادرستی عبارات‌های زیر را مشخص کنید. دلیل نادرستی یا صورت درست عبارات‌های نادرست را بنویسید.

- (ا) همانند سیاره زمین، دو عنصر اصلی تشکیل‌دهنده مشتری، اکسیژن و آهن است.
 (ب) در شرایط مهیای ابتدا ذره‌های زیراتمی و سپس اتم‌های هیدروژن و هلیوم به‌وجود آمده‌اند.
 (پ) در واکنش‌های هسته‌ای، تعداد پروتون‌ها و یا نوترون‌های هسته تغییر می‌کند.

- (ت) در واکنش‌های هسته‌ای، قانون پایستگی جرم رعایت نمی‌شود.
 (ث) عنصرها به‌صورت همگون در جهان هستی توزیع شده‌اند.

۴. واکنش زیر را که مربوط به شرایط مهیای هسته‌ای است، کامل کنید.

انرژی + b واکنش هسته‌ای a واکنش هسته‌ای ذره‌های زیراتمی به مهیای

۵. (ا) نوع عنصرهای یک ستاره به کدام ویژگی‌های ستاره بستگی دارد؟ توضیح دهید.

(ب) چرا ستاره‌ها را کارخانه‌های تولید عنصرها نامیده‌اند؟

۶. (ا) اگر در هم‌جوشی هسته‌ای، مقدار $1g$ ماده به انرژی تبدیل شود، چند کیلوژول انرژی آزاد می‌شود؟

(ب) این انرژی را از انفجار چند کیلوگرم TNT می‌توان به‌دست آورد؟ (انرژی آزادشده از هر گرم TNT را برابر $2/76 kJ$ در نظر بگیرید.)

۷. اگر در یک واکنش هسته‌ای مقدار $10^{18} \times 4/5$ انرژی آزاد شده باشد، محاسبه کنید در این واکنش چند گرم جرم ماده از بین رفته است؟



۳۳۷



قسمت دوم: عنصرها و ایزوتوپ‌ها

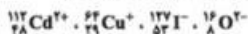
جاهای خالی را با عبارت مناسب کامل کنید.

- (ا) عدد جرمی یک عنصر با مجموع تعداد و برابر است.
 (ب) نخستین عنصر ساخت بشر است که برای تصویربرداری از غده استفاده می‌شود.
 (پ) رادیوایزوتوپ به آن دسته از عنصرها گفته می‌شود که خاصیت دارند.
 (ت) شناخته‌ترین فلز پرتوزایی است که به عنوان سوخت در واکنشگاه‌های اتمی به کار می‌رود.

با انتخاب گزینه صحیح هر یک از عبارت‌های زیر را کامل کنید.

- (ا) تاکنون ۱۱۸ عنصر کشف شده‌اند که از این میان (۹۲ - ۲۶) عنصر ساخته دست بشر است.
 (ب) به گلوکز حاوی اتم‌های پرتوزا، گلوکز (نشان‌دار - غنی شده) می‌گویند.
 (پ) از (ایزوتوپ‌ها - رادیوایزوتوپ‌ها) می‌توان در پزشکی هسته‌ای و نیروگاه‌های اتمی استفاده کرد.
 (ت) در مخلوط طبیعی اورانیم، حدود (۷۲٪ - ۷٪) درصد اورانیم قابل شکافت برای تولید انرژی نیروگاه‌های اتمی وجود دارد.
 (ث) ایزوتوپ‌های یک عنصر در (عدد اتمی - عدد جرمی) یکسان ولی در (تعداد پروتون - تعداد نوترون) متفاوت هستند.
 (ج) از رادیوایزوتوپ (^{59}Fe - ^{55}Fe) برای تصویربرداری از دستگاه گردش خون استفاده می‌شود.
 (چ) خواص شیمیایی اتم‌های هر عنصر به (عدد اتمی - عدد جرمی) آن‌ها وابسته است.
 (ح) تکنسیم نخستین عنصری بود که در (آزمایشگاه - واکنشگاه) هسته‌ای ساخته شد.
۱۰. درستی یا نادرستی هر یک از عبارت‌های زیر را مشخص کنید. دلیل نادرستی یا صورت درست عبارت‌های نادرست را بنویسید.

- (ا) دود سیگار و قلیان، مقدار قابل توجهی مواد پرتوزا دارد.
 (ب) در غنی‌سازی اورانیم، مقدار ایزوتوپ اورانیم-۲۳۸ (^{238}U) کاهش و ایزوتوپ اورانیم-۲۳۵ (^{235}U) افزایش می‌یابد.
 (پ) خواص شیمیایی و فیزیکی ایزوتوپ‌های یک عنصر شبیه هم است.
 (ت) گاز رادون یکی از فراوان‌ترین مواد پرتوزا در زندگی ما است.
 (ث) یکی از کاربردهای مواد پرتوزا، استفاده از آن‌ها در تولید انرژی الکتریکی است.
 (ج) اغلب هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌های آن‌ها برابر یا بیش‌تر از ۱/۵ باشد، ناپایدار و پرتوزا هستند.
۱۱. عدد جرمی عنصر X برابر ۸۰ است. اگر اختلاف پروتون‌ها و نوترون‌های X برابر ۶ باشد، نماد شیمیایی کامل عنصر X را بنویسید.
۱۲. تعداد الکترون‌ها، پروتون‌ها و نوترون‌های هر یک از یون‌های مقابل را به‌دست آورید.



۱۳. برای هر یک از مواد زیر یک کاربرد بنویسید.

آهن-۵۹ (^{59}Fe)، اورانیم، گلوکز نشان‌دار، تکنسیم، کربن-۱۴ ($^{14}_6\text{C}$)

۱۴. فرایند تشخیص سلول‌های سرطانی توسط رادیوداروهای مانند گلوکز نشان‌دار را شرح دهید.

قسمت سوم: طبقه‌بندی عنصرها

با انتخاب کلمه درست، عبارت‌های زیر را کامل کنید.

- (ا) جدول دورای عنصرها براساس افزایش (عدد اتمی - جرم اتمی) عنصرها سازماندهی شده است.
 (ب) جدول تناوبی عنصرها، شامل (هفت - هجده) گروه و (هفت - هجده) دوره است.
 (پ) اولین عنصر ردیف دوم جدول تناوبی (Li - Na) است.
 (ت) عنصرهای موجود در یک گروه، دارای خواص شیمیایی (تقریباً - کاملاً) مشابهی هستند.
 (ث) دانشمندان توسط (ترازوی دیجیتالی - طیف‌سنج جرمی) جرم اتم‌ها را به طور (تقریبی - دقیق) اندازه می‌گیرند.
۱۵. کدامیک از عبارت‌های زیر درست و کدامیک نادرست است؟ موارد نادرست را اصلاح کنید.

- (ا) به کمک جدول تناوبی عنصرها، می‌توان تعداد ذره‌های زیراتمی یک عنصر را مشخص کرد.
 (ب) تعداد عنصرهای ردیف پنجم و ششم جدول دورای عنصرها با هم برابر است.
 (پ) جرم اتمی عنصرها را برحسب یکای جرم اتمی (برابر با جرم اتم کربن - ۱۲)، اندازه می‌گیرند.
 (ت) هر چه درصد فراوانی ایزوتوپی در طبیعت بیش‌تر باشد، آن ایزوتوپ پایدارتر است.
 (ث) به تعداد 6.02×10^{23} ذره از هر ماده، یک مول از آن ماده می‌گویند.



۱۷. برای پرسش‌های زیر پاسخ کوتاه بنویسید.

(ا) ملاک مشخص سازماندهی عناصر در جدول تناوبی چیست؟

(ب) اولین عنصر گروه ۱۸ (گازهای نجیب) کدام عنصر است؟

(پ) اولین عنصر گروه ۳ جدول تناوبی چه نام دارد؟ نماد شیمیایی و عدد اتمی آن چیست؟

(ت) کدام دسته از عنصرهای جدول دورای عناصر را معمولاً در پایین جدول رسم می‌کنند؟

(ث) جرم یک پروتون و جرم یک نوترون چند amu است؟ جرم یک الکترون چند amu است؟

(ج) واحد شمارش اتم‌ها و مولکول‌ها چیست؟

(چ) عدد آوگادرو را بنویسید.

۱۸. (ا) فواید طبقه‌بندی عناصر در جدول تناوبی چیست؟

(ب) چرا طبقه‌بندی عناصر را «جدول دورای عناصر» نام نهاده‌اند؟

۱۹. به کمک جدول دورای عناصر، نماد شیمیایی، عدد اتمی و جرم میانگین هر یک از عنصرهای زیر را بنویسید. تعداد ذره‌های زیراتمی را برای هر یک مشخص کنید.

«اکسیژن، کلسیم، رادون، تکنسیم، اورانیوم»

۲۰. به کمک جدول تناوبی نام و نماد شیمیایی عنصرهایی که در زیر، آدرس آن‌ها داده شده است را بنویسید.

(ا) عنصری در ردیف سوم و گروه پانزدهم جدول تناوبی عناصر (ب) عنصری در تناوب ششم و در گروه سیزدهم جدول تناوبی عناصر

(پ) عنصری در دوره چهارم و در ستون یازدهم جدول تناوبی عنصر

۲۱. از مجموعه عنصرهای زیر عناصری را که خواص شیمیایی مشابه دارند، دو به دو مشخص کنید.

${}_{54}\text{Xe}$, ${}_{34}\text{Se}$, ${}_{37}\text{Rb}$, ${}_{8}\text{O}$, ${}_{10}\text{Ne}$, ${}_{11}\text{Na}$

۲۲. جرم اتم حاصل از واکنش هم‌جوشی هسته‌ای زیر، تقریباً چند amu است؟ هر اتم آن چند گرم جرم دارد؟



۲۳. با توجه به نمودار مقابل، جرم اتمی میانگین عنصر فرضی A را محاسبه کنید.

۲۴. جرم اتمی میانگین سیلیسیم (Si) برابر با ۲۸/۱۱ amu است. سیلیسیم دارای سه ایزوتوپ است که دو ایزوتوپ آن به جرم‌های ۲۸ و ۲۹ به ترتیب با فراوانی‌های ۹۲ و ۵ درصد می‌باشند. فراوانی و جرم اتمی ایزوتوپ سوم سیلیسیم را مشخص کنید.

۲۵. جرم یک مول اتم هلیوم برابر ۴g است. حساب کنید در ۱g هلیوم چند اتم هلیوم وجود دارد؟

۲۶. (ا) ۰.۲ مول نقره چند گرم دارد؟ $(A_{\text{Ag}} = 108 \frac{\text{g}}{\text{mol}})$ (ب) چه تعداد اتم نقره در آن وجود دارد؟

۲۷. (ا) یک گرم ماده معادل چند amu است؟ (ب) عدد به‌دست آمده چه نام دارد؟

قسمت چهارم: نور و شناسایی عناصر

۲۸. هر یک از واژه‌های زیر را تعریف کنید.

«نشر نور، طیف نشری خطی، طیف مرئی»

۲۹. درستی یا نادرستی هر یک از عبارات‌های زیر را مشخص کنید. دلیل نادرستی یا صورت درست موارد نادرست را بنویسید.

(ا) نوری که از یک جسم منتشر می‌شود، حاوی اطلاعات ارزشمندی از آن جسم است.

(ب) هر چه طول موج بلندتر باشد، انرژی موج نیز بیش‌تر است.

(پ) فاصله بین دو فرو رفتگی کنار هم در یک موج را طول موج می‌گویند.

(ت) انرژی پرتوهای فروسرخ از پرتوهای فرابنفش بیش‌تر است.

(ث) ترکیب‌های دارای مس به شعله، رنگ سبز و ترکیب‌های دارای لیتیم به شعله، رنگ زرد می‌بخشد.

(ج) الکترون در حالت برانگیخته ناپایدار است.

(چ) نیاز بور توانست چگونگی ایجاد ۴ خط رنگی در طیف نشری خطی لیتیم را به خوبی توضیح دهد.



۳۰. هر يك از عبارات‌های زیر را با نوشتن واژه‌ای مناسب کامل کنید.

- نور شکلی از انرژی است که به‌صورت _____ منتشر می‌شود.
- بخشی از نور که توسط چشم قابل دیدن است، دارای طول موجی بین _____ تا _____ نانومتر است.
- طول موج نور آبی، از نور قرمز _____ و انرژی آن از نور زرد _____ است.
- تجربه نشان داده است که بسیاری از نمک‌ها، شعله _____ دارند.
- هر فلز _____ ویژه خود را دارد که مانند _____ می‌توان از آن برای شناسایی فلزها استفاده کرد.
- گاز نئون درون لامپ‌ها به رنگ _____، روشن می‌شود و از آن برای ساخت _____ استفاده می‌کنند.
- با دادن مقدار معینی _____ به الکترون می‌توان آن را به لایه‌های بالاتر انرژی منتقل کرد.
- ح. بهترین شیوه از دست دادن انرژی یک الکترون در حالت برانگیخته _____ است.
- خ. حداکثر تعداد الکترون‌هایی که هر لایه می‌تواند بپذیرد، از رابطه _____ قابل پیش‌بینی است.
- د. انرژی الکترون‌ها در اتم _____ است، یعنی یک الکترون فقط مجاز است مقدار معینی انرژی بپذیرد.

۳۱. برای پرسش‌های زیر پاسخ کوتاه بنویسید.

- دمای یک ستاره چگونه تعیین می‌شود؟
- چه رابطه‌ای بین طول موج و انرژی موج وجود دارد؟
- کدام پرتوها طول موج کوتاه‌تری دارند؟ (پرتوهای گاما یا امواج رادیویی)
- دو روش شناسایی یک فلز به کمک نور آن را نام ببرید. کدام روش دقیق‌تر است؟
- رنگ‌های سرخ لاک و زرد مایل به نارنجی یک شعله، به کدام فلزها مربوط می‌شوند؟
- طیف نشری خطی هیدروژن دارای چند نوار رنگی در ناحیه مرئی است؟ نام این رنگ‌ها را بنویسید.
- چ. منظور از «حالت برانگیخته» برای یک الکترون چیست؟
- ح. الکترون هنگام برگشت به حالت پایه خود، انرژی را به چه شکلی از دست می‌دهد؟
- خ. دستگاه ثبت‌کننده طیف نشری خطی اتم‌ها، چه نام دارد؟

۳۲. طول موج و انرژی پرتوهای زیر را با هم مقایسه کنید.

- امواج گاما، امواج فرابنفش، نور مرئی و امواج رادیویی

۳۳. چگونه به کمک شعله یک چراغ یونزن می‌توان ترکیب‌های زیر را از هم شناسایی کرد؟

- سدیم نیترات

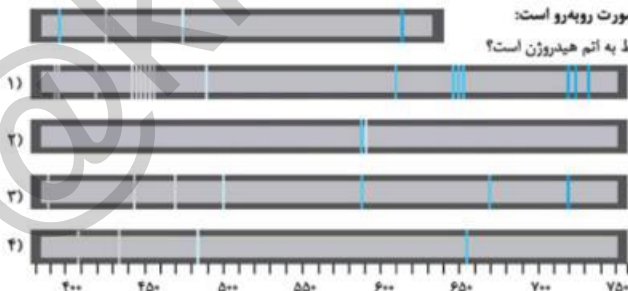
۳۴. (ا) رنگ شعله سدیم سولفات را بنویسید.

۳۵. چرا رنگ شعله دو نمک زیر شبیه هم است؟

مس (II) سولفات و مس (II) نیترات

۳۶. طیف نشری خطی اتم‌های هیدروژن به‌صورت روبه‌رو است:

(ا) کدام‌یک از طیف‌های نشری خطی مربوط به اتم هیدروژن است؟

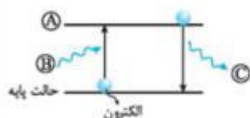


(ب) کدام دانشمند طیف نشری خطی هیدروژن را به خوبی توضیح داد؟

(ب) علت ایجاد طیف نشری خطی هیدروژن را به کمک مدل اتمی بور توضیح دهید.

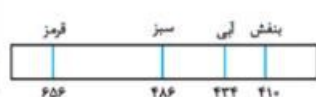


۳۷. منظور از حالت پایه و حالت برانگیخته برای یک اتم چیست؟



۳۸. (ا) در مورد شکل مقابل توضیح مناسبی بنویسید.

(ب) به جای هر یک از حروف A, B و C چه عبارتی باید استفاده کرد؟



۳۹. (ا) هر یک از نورهای رنگی موجود در طیف نشری خطی هیدروژن (شکل روبه‌رو) مربوط به

انتقال الکترون از چه لایه‌ای به لایه $n = 2$ است؟

(ب) هنگام تشکیل این نورهای رنگی در اتم هیدروژن، انرژی الکترون کاهش یافته یا افزایش؟ چرا؟

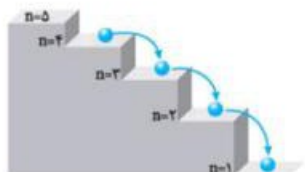
۴۰. عدد کوانتومی اصلی یعنی چه؟ برای اتم کشف‌شده، در حالت پایه چند عدد کوانتومی اصلی مجاز، مشاهده شده است؟

۴۱. هر یک از لایه‌های اول، دوم، سوم تا هفتم یک اتم حداکثر گنجایش چند الکترون را دارند؟

۴۲. علت نشر نور توسط یک عنصر را براساس مدل کوانتومی اتم توضیح دهید.

۴۳. علت تغییر رنگ شعله توسط نمک‌های یک عنصر را توضیح دهید.

۴۴. شکل روبه‌رو برای نمایش انرژی مجاز یک الکترون در اتم H شبیه‌سازی شده است.



(ا) در مورد آن توضیح دهید.

(ب) این شیوه نردبانی جذب و نشر انرژی توسط الکترون چه نام دارد؟

(پ) آیا اختلاف فاصله بین لایه‌های الکترونی اطراف هسته، یکسان است؟

(ت) انرژی آزادشده از $n = 3$ به $n = 2$ بیشتر است یا انرژی $n = 2$ به $n = 1$ ؟ چرا؟

قسمت پنجم: توزیع الکترون‌ها در اتم (آرایش الکترونی)

۴۵. واژه‌ها و اصطلاحات زیر را تعریف کنید.

«آرایش الکترونی، اصل آفبا، آرایش الکترونی فشرده، لایه ظرفیت، الکترون‌های ظرفیتی، عنصرهای دسته s، عنصرهای دسته d»

۴۶. درستی یا نادرستی هر یک از عبارات‌های زیر را مشخص کنید. دلیل نادرستی یا صورت درست عبارت نادرست را بنویسید.

(ا) به کمک رابطه $2n^2$ می‌توان حداکثر تعداد الکترون‌های هر زیرلایه را مشخص کرد.

(ب) رابطه $2l + 1$ تعداد جفت‌الکترون‌های هر زیرلایه را مشخص می‌کند.

(پ) در لایه سوم اتم، حداکثر تعداد ۳ زیرلایه و تعداد ۱۶ الکترون وجود دارد.

(ت) گنجایش زیرلایه‌های s, p, d و f به ترتیب ۲، ۶، ۱۰ و ۱۴ الکترون است.

(ث) زیرلایه‌ای که از هسته دورتر است، زودتر الکترون می‌پذیرد.

(ج) زیرلایه ۳d قبل از ۴s الکترون می‌گیرد.

(چ) اتم فسفر ($15P$) دارای پنج الکترون در لایه ظرفیت خود است.

(ح) آرایش الکترونی کروم ($24Cr$) به صورت $[Ar]3d^5 4s^1$ است.

(خ) عنصر منگنز ($25Mn$) در گروه پنجم و در تناوب چهارم جدول دوره‌ای عنصرها قرار دارد.

(د) تعداد عنصرهای دسته s در جدول تناوبی کمتر از عنصرهای دسته f است.

۴۷. هر یک از عبارات‌های زیر را با انتخاب گزینه صحیح کامل کنید.

(ا) الکترون‌ها همواره تمایل دارند تا در (بالترین - پایین‌ترین) زیرلایه قرار بگیرند.

(ب) زیرلایه d دارای گنجایش (۶ - ۱۰) الکترون و زیرلایه f دارای گنجایش (۱۰ - ۱۴) الکترون است.

(پ) در عنصرهای واسطه دسته d، زیرلایه (۳d - ۴s) زودتر الکترون می‌پذیرد.

(ت) به عنصرهایی که زیرلایه d آن‌ها در حال پر شدن است، عنصرهای (واسطه داخلی - واسطه) گفته می‌شود.

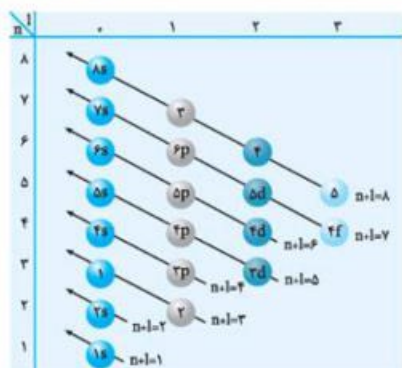
(ث) در لانتانیدها معمولاً زیرلایه (d - f) و در اکتینیدها زیرلایه (f - d) در حال پر شدن است.

(ج) در عنصرهای دسته s و p الکترون‌های ظرفیتی به تعداد الکترون‌های موجود در آخرین (زیرلایه - لایه) الکترونی گفته می‌شود.

(چ) پس از پر شدن زیرلایه ۵s، الکترون وارد زیرلایه (۴d - ۵p) می‌شود.

(ح) پس از پر شدن زیرلایه ۴s، الکترون وارد زیرلایه (۳d - ۴f) می‌شود.





۴۸. به سؤالات زیر پاسخ دهید.

(ا) شکل روبه‌رو، نشان‌دهنده چیست؟

(ب) چه کاربردی در شیمی دارد؟

(پ) به جای اعداد ۱ تا ۵ چه زیرلایه‌ای باید نوشت؟

۴۹. ترتیب پر شدن زیرلایه‌ها در کدام موارد درست و در کدام موارد نادرست است؟ صورت درست موارد نادرست را بنویسید.

(ا) $4d \rightarrow 5p \rightarrow 6s$ (ب) $4p \rightarrow 5s \rightarrow 3d$ (پ) $4s \rightarrow 3d \rightarrow 4p$
(ت) $5d \rightarrow 6p \rightarrow 7s$ (ث) $3d \rightarrow 4s \rightarrow 3p$ (ج) $4p \rightarrow 4f \rightarrow 5d$

۵۰. جدول زیر را کامل کنید. (به جای حروف a تا h عبارت مناسب بنویسید).

نام لایه	شماره لایه	تعداد زیرلایه	شماره l (زیرلایه‌ها)	نماد (نام) زیرلایه‌ها	حداکثر گنجایش الکترونی زیرلایه‌ها
اول	$n=1$	۱	$l=0$	s	۲
دوم	$n=2$	۲	$l=0,1$	s, p	۲, ۶
a	$n=3$	b	c	s, p, d	d
e	$n=4$	f	$l=0,1,2,3$	g	h

۵۱. آرایش الکترونی گسترده و فشرده هر یک از گونه‌های زیر را بنویسید.



۵۲. چه رابطه‌ای میان تعداد الکترون‌های ظرفیتی و شماره گروه یک عنصر وجود دارد؟ با ذکر یک مثال این رابطه را بنویسید.

۵۳. در رابطه با عنصر ${}_{28}^{59}\text{Ni}$ به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

(ا) آرایش الکترونی گسترده آن را بنویسید.

(ب) عنصر ${}_{28}\text{Ni}$ به کدام دسته عنصرها تعلق دارد؟

(ث) به کدام دوره و کدام گروه جدول دوره‌ای عنصرها تعلق دارد؟

(ج) در اتم آن چند زیرلایه پر و چند زیرلایه تکمیل نشده وجود دارد؟

(خ) تعداد ذره‌های زیراتمی آن را مشخص کنید.

۵۴. لایه ظرفیت، آخرین زیرلایه، تعداد الکترون‌های ظرفیتی، دسته و شماره تناوب و شماره گروه هر یک از عنصرهای زیر را مشخص کنید.



۵۵. (ا) آرایش الکترونی گسترده و فشرده اتم‌های کروم (${}_{24}\text{Cr}$) و مس (${}_{45}\text{Cu}$) را بنویسید.

(ب) لایه ظرفیت و تعداد الکترون‌های ظرفیتی آن‌ها را مشخص کنید.

(پ) شماره گروه و تناوب هر کدام را بنویسید.

(ت) این عنصرها به کدام دسته عنصرها تعلق دارند؟



قسمت ششم: عناصر و پیوندهای شیمیایی

۵۶. هر یک از اصطلاحات زیر را تعریف کنید.
- «ساختر الکترون - نقطه‌ای، مولکول، قاعده اوکنت، پیوند یونی، پیوند کووالانسی، ترکیب یونی، ترکیب دوتایی، فرمول مولکولی»
۵۷. جاهای خالی را با واژه‌های مناسب کامل کنید.
- (ا) در ساختار الکترون - نقطه‌ای اتم نیتروژن، تعداد الکترون منفرد (تک) وجود دارد.
- (ب) لوویس واژه را برای ذره‌های سازنده نور پیشنهاد کرد.
- (پ) عنصرهای گروه در طبیعت به‌صورت تک‌اتمی یافت می‌شوند.
- (ت) از لحاظ پایداری، اتم منیزیم (^{24}Mg) دارای آرایش الکترونی و اتم نئون (^{20}Ne) دارای آرایش الکترونی است.
- (ث) تمایل اتم‌ها برای رسیدن به آرایش الکترونی به قاعده اوکنت معروف است.
- (ج) پیوند ناشی از اشتراک الکترون بین دو اتم است.
۵۸. با انتخاب واژه درست، عبارتهای زیر را کامل کنید.
- (ا) گازهای نجیب در طبیعت به‌صورت (تک‌اتمی - مولکولی) یافت می‌شوند.
- (ب) اتم کربن (C) در ساختار الکترون - نقطه‌ای خود، دارای (۲ - ۴) الکترون منفرد (جفت‌شده) است.
- (پ) اتمی مثل سدیم (^{23}Na) با (مبادله - اشتراک‌گذاری) الکترون به آرایش هشت‌تایی می‌رسد.
- (ت) کلسیم اکسید از جمله ترکیب‌های (یونی - مولکولی) است.
۵۹. درستی یا نادرستی هر یک از عبارتهای زیر را مشخص کنید، دلیل نادرستی یا صورت درست عبارت نادرست را بنویسید.
- (ا) در ساختار لوویس یک اتم، فقط الکترون‌های ظرفیتی آن نشان داده می‌شود.
- (ب) ارائه نظریه تشکیل پیوند شیمیایی از جمله اقدامات لوویس بوده است.
- (پ) تعداد الکترون‌های ظرفیتی یک اتم با شماره گروه آن اتم برابر است.
- (ت) تعداد الکترون‌های ظرفیتی تکی F از O بیش‌تر است.
- (ث) تمام اتم‌ها برای رسیدن به آرایش هشت‌تایی پایدار به مبادله الکترون با اتم‌های دیگر می‌پردازند.
- (ج) پیوند بین دو اتم در مولکول N_2 از نوع پیوند کووالانسی است.
- (چ) آلومینیم اکسید یک ترکیب یونی پنج‌تایی است.
- (ح) فرمول مولکولی یک ماده، نوع عناصر و شمار دقیق اتم‌های موجود در مولکول آن ماده را نشان می‌دهد.
۶۰. هر یک از مفاهیم ستون (آ) را به یکی از توصیف‌های ستون (ب) متصل کنید.

آ (دو مورد اضافی است.)	ب
۱) پیوند کووالانسی	a. ساختار واحدی است که از اتصال دو یا چند اتم یکسان یا متفاوت تشکیل شده است.
۲) ترکیب یونی	b. در طبیعت به شکل تک‌اتمی یافت می‌شود.
۳) فرمول مولکولی	c. الکترون‌هایی که در واکنش‌های شیمیایی اتم شرکت می‌کنند.
۴) پیوند یونی	d. پیوندی که حاصل از اشتراک الکترون بین دو اتم است.
۵) الکترون‌های ظرفیتی	e. در طبیعت به‌صورت مولکول دواتمی یافت می‌شود.
۶) کربن	f. ترکیبی که از تجمع تعداد زیادی کاتیون و آنیون تشکیل شده است.
۷) اکسیژن	g. در لایه ظرفیت خود ۴ الکترون دارد.
۸) مولکول	h. باعث ناپایداری اتم‌ها در طبیعت می‌شوند.
۹) آرگون	
۱۰) الکترون‌های منفرد	

۶۱. جدول زیر را کامل کنید.

نماد عنصر	${}_1\text{H}$	${}_2\text{He}$	$_{16}\text{S}$	$_{33}\text{As}$	$_{35}\text{Br}$	$_{54}\text{Xe}$
آرایش الکترونی فشرده						
تعداد الکترون های ظرفیتی						
ساختار الکترون - نقطه ای						
تعداد الکترون های تکی (جفت نشده)						

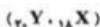
۶۲. ساختار الکترون - نقطه ای (لوویس) هر یک از اتم های زیر را بنویسید و در هر مورد تعداد الکترون های منفرد را مشخص کنید.

۶۳. در مورد اتم اکسیژن (O) به پرسش های زیر پاسخ دهید:

- (ا) آرایش الکترونی فشرده آن را رسم کنید.
 (ب) ساختار لوویس آن را رسم کنید.

۶۴. اتم A دارای ۳۲ پروتون است. به پرسش های زیر پاسخ دهید:

- (ا) آرایش الکترونی اتم A را بنویسید.
 (ب) تعداد الکترون های هر لایه الکترونی اتم A را در شکل مقابل مشخص کنید.
 (پ) آیا اتم A می تواند یون پایدار تشکیل دهد؟ چرا؟
 (ع) علت پایداری گازهای نجیب چیست؟ توضیح دهید.



۶۵. کدام یک از اتم های مقابل در واکنش های شیمیایی شرکت نمی کنند؟ چرا؟

۶۶. پایدارترین آرایش الکترونی به کدام عنصر تعلق دارد (He یا Be)؟ چرا؟

۶۷. هر یک از اتم های زیر از چه راهی می توانند به آرایش الکترونی هشت تایی برسند؟ در این راه چه یون هایی ایجاد می کنند و به آرایش الکترونی کدام گاز نجیب می رسند؟

۶۸. یون های پتاسیم (K^+) و برمید (Br^-) را در نظر بگیرید.

- (ا) ساختار لوویس این دو یون را رسم کنید.
 (ب) چه شباهتی در آرایش الکترونی این دو یون دیده می شود؟
 (ت) فرمول ترکیب یونی حاصل بین این دو یون را بنویسید و نام گذاری کنید.

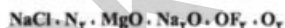
۶۹. ترکیب یونی CaCl_2 را در نظر بگیرید. (Ca و Cl)

- (ا) نام این ترکیب چیست؟
 (ب) CaCl_2 جزو ترکیب های یونی چند تایی است؟ چرا؟
 (ت) فرمول شیمیایی هر یک از ترکیب های زیر را بنویسید.

باریم اکسید، سدیم نیتريد، آلومینیم سولفید، لیتیم کلرید، کلسیم پدید، سزیم فلوئورید



۷۰. نام شیمیایی هریک از ترکیب های مقابل را بنویسید.



۷۱. نوع پیوند (یونی یا کووالانسی) را در هر یک از ترکیب های مقابل مشخص کنید.

۷۲. دو روش رسیدن اتم ها به آرایش الکترونی پایدار گازهای نجیب را بنویسید.

۷۳. در مورد آلومینیم اکسید به پرسش های زیر پاسخ دهید. (O و Al)

- (ا) فرمول شیمیایی آن را بنویسید.
 (ب) هر واحد آلومینیم اکسید از چند عنصر و از چند اتم تشکیل شده است؟
 (ت) هر یک از اتم های آن به آرایش الکترونی کدام گاز نجیب دست یافته اند؟
 (ث) در تشکیل آلومینیم اکسید چند الکترون بین دو اتم مبادله شده یا به اشتراک گذاشته شده است؟

۷۴. برای یک ترکیب یونی فرمول A_2B_3 پیشنهاد شده است (A یک عنصر اصلی است).

- (ا) این ترکیب چند تایی است؟
 (ب) ظرفیت هر یک از اتم های A و B را بنویسید.

۷۵. آرایش الکترون - نقطه ای را برای مولکول های کربن دی اکسید و آب رسم کنید.

۷۶. مطابق دانش اخترشیمی چه نوع مولکول هایی در فضای بین ستاره ای مشاهده شده است؟



کیهان زادگاه الفبای هستی

پاسخ فصل ۱

۳۴۵

- ۹ (ا) نشان دار (ب) رادیوایزوتوپها
(ت) ۰/۷ عدد اتمی - تعداد نوترون
(ج) ۵۹ Fe عدد اتمی (ج) واکنشگاه (راکتور)
۱۰ (ا) درست
(ب) درست
(پ) نادرست، ایزوتوپها در خواص شیمیایی مشابه، اما در برخی خواص فیزیکی وابسته به جرم متفاوتند.
(ت) درست (ت) درست (ج) درست

در یک عنصر معمولاً تعداد نوترون از پروتون بیش تر است، پس:
 $A = n + p = 80$ و $n - p = 6$
$$\begin{cases} n + p = 80 \\ n - p = 6 \end{cases} \Rightarrow 2n = 86 \Rightarrow n = 43 \Rightarrow p = 80 - 43 = 37 = Z$$

بنابراین نماد شیمیایی کامل عنصر می شود: $^{86}_{37}X$

- ۱۲ با توجه به این که $A = Z + n$ است، داریم:
$$\begin{cases} p = Z = 48 \\ n = 112 - 48 = 64 \\ e = 48 - 2 = 46 \end{cases} \quad \begin{cases} p = Z = 53 \\ n = 127 - 53 = 74 \\ e = 53 + 1 = 54 \end{cases}$$

$$\begin{cases} p = Z = 29 \\ n = 64 - 29 = 35 \\ e = 29 - 1 = 28 \end{cases} \quad \begin{cases} p = Z = 8 \\ n = 16 - 8 = 8 \\ e = 8 + 2 = 10 \end{cases}$$

۱۳ آهن-۵۹: تصویربرداری از دستگاه گردش خون
اورانیم: تولید انرژی هسته ای نیروگاهها - تولید بمبهای اتمی
گلوکز نشان دار: تشخیص توده های سرطانی در بدن
تکنسیم: تصویربرداری از غده تیروئید، تشخیص و درمان تومورهای تیروئید
کربن-۱۴: تعیین قدمت اشیاء تاریخی

- ۱۴ به متن درس مراجعه کنید.
۱۵ (ا) عدد اتمی (ب) هجده - هفت
(ت) تقریباً (ت) طیفستج جرمی - دقیق
۱۶ (ا) درست
(ب) نادرست، ردیف پنجم دارای ۱۸ عنصر، اما ردیف ششم دارای ۳۲ عنصر است.
(پ) نادرست، یکای جرم اتمی برابر با $\frac{1}{12}$ جرم اتم کربن-۱۲ است.
(ت) درست
(ت) نادرست، به تعداد 6.02×10^{23} ذره از هر ماده یک مول از آن ماده گفته می شود.

- ۱ (ا) ستاره
(ب) نوع عنصرهای سازنده - ترکیب شیمیایی اتمسفر سیاره
(پ) ستاره ها - عنصرها
(ت) سنگ - گاز
(ج) هیدروژن - هلیوم
(ج) کاهش - سحابی ها
(خ) انرژی - پایداری جرم
(ا) هلیوم (ب) Fe و O (پ) شکافت (ت) J - kg
(ت) ستاره ها - هسته ای

۲ (ا) نادرست، عنصرهای اصلی سازنده مشتری هیدروژن و هلیوم هستند.
(ب) درست (پ) درست (ت) درست
(ت) نادرست، عنصرها در جهان هستی به طور ناهمگون توزیع شده اند.
۴ a: هیدروژن ، b: هلیوم

۵ (ا) دما و اندازه یک ستاره تعیین کننده نوع عنصرهای آن ستاره است. هر چه دمای ستاره بیش تر باشد، شرایط تشکیل عنصرهای سنگین تر فراهم می شود.
(ب) چون درون ستاره ها در دماهای بسیار بالا و شرایط ویژه، واکنش های هسته ای انجام می شوند و عنصرهای سبک و سنگین درون آن ها ساخته می شوند. این ستاره ها پس از میلیون ها سال نوازشانی و گرمایشی، متلاشی شده و اتم های درون خود را در سراسر گیتی پراکنده می کنند.

- ۶ (ا) $m = 0.1g = 1 \times 10^{-4} kg$ ، $c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$
 $E = mc^2 = 1 \times 10^{-4} \times (3 \times 10^8)^2 = 9 \times 10^{12} J$
 $\Rightarrow ? kJ = 9 \times 10^{12} J \times \frac{1 kJ}{1000 J} = 9 \times 10^9 kJ$
 $? g TNT = 9 \times 10^9 kJ \times \frac{1 g TNT}{2176 kJ} = 2.76 \times 10^6 g$ (ب)
 $? kg TNT = 2.76 \times 10^6 g \times \frac{1 kg}{10^3 g} = 2.76 \times 10^3 kg$

- ۷ $E = 4.5 \times 10^4 kJ = 4.5 \times 10^{11} J$ ، $c = 3 \times 10^8$
 $E = mc^2 \Rightarrow 4.5 \times 10^{11} = m \times (3 \times 10^8)^2$
 $4.5 \times 10^{11} = m \times 9 \times 10^{16} \Rightarrow m = \frac{4.5 \times 10^{11}}{9 \times 10^{16}} = 5 \times 10^{-5} kg$
 $\Rightarrow m = 5 \times 10^{-5} kg \Rightarrow ? g = 5 \times 10^{-5} kg \times \frac{1000 g}{1 kg}$
 $= 5 \times 10^{-2} g = 0.05 g$

۸ (ا) پروتون ها - نوترون ها (ب) تکنسیم - تیروئید
(ت) اورانیم - ۲۳۵ (پ) پروتوزایی

۲۶



$$? \text{ g Ag} = 0.02 \text{ mol Ag} \times \frac{108 \text{ g Ag}}{1 \text{ mol Ag}} = 2.16 \text{ g Ag}$$

(ب)

$$? \text{ Ag اتم} = 0.02 \text{ mol Ag} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ Ag اتم}}{1 \text{ mol Ag}} = 1.204 \times 10^{22} \text{ Ag اتم}$$

۲۷

(ا) $1 \text{ amu} = 1.66 \times 10^{-24} \text{ g}$

$$? \text{ amu} = 1 \text{ g} \times \frac{1 \text{ amu}}{1.66 \times 10^{-24} \text{ g}} = 6.02 \times 10^{23} \text{ amu}$$

(ب) عدد بهدست آمده همان عدد آووگادرو است که معادل یک مول ذره است.

۲۸

به متن کتاب مراجعه شود.

۲۹

(ا) درست

(ب) نادرست، انرژی موج با طول موج رابطه معکوس دارد. (طول موج بلندتر $\leftarrow$ انرژی کمتر)

(پ) درست

(ت) نادرست، چون طول موج پرتوی فروسرخ بلندتر از فرابنفش است پس انرژی فروسرخ از فرابنفش کمتر است.

(ث) نادرست، ترکیبهای دارای لیتیم به شعله رنگ سرخ می‌بخشند، نه زرد.

(ج) درست

(ح) نادرست، بور توانست به کمک مدل اتمی خود، ۴ خط رنگی در طیف نشری خطی هیدروژن را توجیه کند.

۳۰

(ا) موج (ب) ۴۰۰ تا ۷۰۰ (پ) کوتاهتر - بیش‌تر (ت) رنگی

(ث) طیف نشری خطی - اثر انگشت (ح) سرخ - تابلهای تبلیغاتی

(ج) انرژی (ح) نشر نور (خ) $2n^4$ (د) کوانتومی

۳۱

(ا) به کمک نوری که از ستاره به ما می‌رسد، می‌توان دمای آن را تعیین کرد.

(ب) رابطه وایرن، هر چه طول موج بلندتر باشد، انرژی موج کمتر است و برعکس.

(پ) پرتوهای گاما کوتاه‌ترین طول موج و بیش‌ترین انرژی را در طیف پرتوهای الکترومغناطیسی دارند.

(ت) ۱) رنگ شعله ۲) طیف نشری خطی، طیف نشری خطی روش دقیق‌تری برای شناسایی یک فلز است.

(ث) سرخ لاکه مربوط به لیتیم و نمکهای آن. زرد مایل به نارنجی مربوط به سدیم و ترکیبهای آن است.

(ج) طیف نشری خطی H دارای ۴ نوار رنگی است: قرمز، سبز، آبی و بنفش (رمز: قصاب)

(ح) حالت پراش یک الکترون، الکترون با جذب انرژی به لایه‌های بالاتر منتقل شده که به آن حالت برانگیخته می‌گویند.

(خ) دستگاه طیف‌سنج

۳۲

(ا) امواج رادیویی < نور مرئی < امواج فرابنفش < امواج گاما: طول موج امواج رادیویی > نور مرئی > امواج فرابنفش > امواج گاما: انرژی موج

(ب) آبی > سبز > نارنجی > قرمز: طول موج آبی < سبز < نارنجی < قرمز: انرژی موج

۱۷

(ا) عدد اتمی

(ب) اسکندیم (^{21}Sc)

(ت) دسته‌های لانتانیدها و اکتینیدها
 (ث) جرم یک پروتون و یک نوترون تقریباً هر کدام برابر 1 amu است البته جرم نوترون اندکی از جرم پروتون بیش‌تر است. جرم یک الکترون حدود $\frac{1}{1836} \text{ amu}$ است که معمولاً به طور نسبی برابر صفر در نظر می‌گیرند.

$$N_A = 6.02 \times 10^{23} \quad (\text{ج}) \quad (\text{mol})$$

۱۸

(ا) به متن درسنامه همین کتاب مراجعه کنید.

(ب) چون با پیمایش هر دوره از جدول از سمت چپ به راست، خواص عنصرها به طور تقریباً مشابهی تکرار می‌شود.

۱۹

اکسیژن $\leftarrow \text{O}$ ، $Z=8$ ، $\bar{M}=16 \text{ amu}$ ، دارای 8e^- ، 8p ، 8n است

کلسیم $\leftarrow \text{Ca}$ ، $Z=20$ ، $\bar{M}=40 \text{ amu}$ ، دارای 20e^- ، 20p ، 20n است

رادون $\leftarrow \text{Rn}$ ، $Z=86$ ، $\bar{M}=222 \text{ amu}$ ، دارای 86e^- ، 86p ، 136n است

تکنسیم $\leftarrow \text{Tc}$ ، $Z=43$ ، $\bar{M}=99 \text{ amu}$ ، دارای 43e^- ، 43p ، 56n است

اورانیوم $\leftarrow \text{U}$ ، $Z=92$ ، $\bar{M}=238 \text{ amu}$ ، دارای 92e^- ، 92p ، 146n است

۲۰

(ا) فسفر (^{15}P) (ب) تالیوم (^{81}Tl) (پ) مس (^{63}Cu)

۲۱

عنصرهایی که در یک گروه از جدول تناوبی قرار دارند، رفتار (خواص) شیمیایی مشابه دارند.

^{87}Rb و ^{11}Na رفتار شیمیایی مشابه دارند، چون هر دو عنصر در گروه اول جدول تناوبی قرار دارند.

^{54}Xe و ^{10}Ne رفتار شیمیایی مشابه دارند، چون هر دو عنصر در گروه هجدهم جدول تناوبی قرار دارند.

^{34}Se و ^{8}O رفتار شیمیایی مشابه دارند، چون هر دو عنصر در گروه شانزدهم جدول تناوبی قرار دارند.

۲۲

اتم حاصل دارای $2p$ و $2n$ است و چون هر نوترون و هر پروتون تقریباً معادل 1 amu جرم دارند، پس اتم حاصل دارای جرم نسبی 4 amu است.

$$? \text{ g} = 6.02 \times 10^{23} \times \frac{4 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ g}}{1} = 4 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ g}$$

۲۳

$$\bar{M} = \frac{m_1 f_1 + m_2 f_2}{f_1 + f_2} = \frac{(90 \times 60) + (92 \times 40)}{100} = 91.80 \text{ amu}$$

۲۴

$$\bar{M} = \frac{m_1 f_1 + m_2 f_2 + m_3 f_3}{f_1 + f_2 + f_3} \quad , \quad f_3 = 100 - (92 + 5) = 3\%$$

$$\Rightarrow 28.11 = \frac{(28 \times 92) + (29 \times 5) + (m_r \times 3)}{100} \Rightarrow m_r = 30 \text{ amu}$$

۲۵



$$? \text{ اتم He} = 1 \text{ g He} \times \frac{1 \text{ mol He}}{4 \text{ g He}} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ اتم}}{1 \text{ mol He}} = 1.505 \times 10^{23}$$

۴۲

هنگامی که به یک الکترون انرژی می‌دهیم به یک یا چند لایه بالاتر منتقل می‌شود. ولی چون در لایه بالاتر ناپایدار است، هنگام بازگشت به لایه اصلی خود انرژی جذب شده را به صورت نور با طول موج معین از دست می‌دهد.

۴۳

بر اثر حرارت شعله، الکترون‌های موجود در اتم‌های فلز مورد آزمایش، برانگیخته شده و به لایه‌های بالاتر (پرانرژی‌تر) منتقل می‌شوند که در این حالت ناپایدار بوده و بلافاصله به لایه‌های نزدیک‌تر به هسته برمی‌گردند. الکترون‌ها به هنگام بازگشت، انرژی خود را به صورت نورهایی با طول موج و رنگ معینی، آزاد می‌کنند که سبب رنگی شدن شعله می‌شود.

۴۴

(آ) انرژی الکترون کوانتومی است و فقط مجاز است مقدار خاص و معینی انرژی داشته باشد نه هر مقدار دلخواهی.

۴۵

(ب) کوانتومی بودن انرژی
(پ) خیر، لایه‌های الکترونی دورتر از هسته، به هم نزدیک‌تر می‌شوند.
(ت) $n_1 \rightarrow n_2$ ، زیرا فاصله بین n_1 و n_2 بیش‌تر از فاصله بین n_2 و n_3 است و هر چه فاصله دو لایه بیش‌تر باشد، انرژی انتقال هم بیش‌تر است.

۴۶

به متن درس مراجعه کنید.

۴۷

(آ) نادرست، به کمک رابطه $2n^2$ حداکثر تعداد الکترون‌های هر لایه الکترونی را مشخص می‌کنند و به کمک رابطه $4l + 2$ حداکثر تعداد الکترون‌های هر زیرلایه را مشخص می‌کنند.

۴۸

(ب) درست، رابطه $4l + 2$ برای تعیین حداکثر تعداد الکترون‌های یک زیرلایه است. اگر آن را بر دو تقسیم کنیم، تعداد جفت الکترون‌های هر زیرلایه به دست می‌آید.

۴۹

(پ) نادرست، در لایه سوم حداکثر تعداد ۳ زیرلایه و تعداد $18(2n^2)$ الکترون وجود دارد.

۵۰

(ت) درست
(ث) نادرست، زیرلایه‌ای که به هسته نزدیک‌تر باشد، سطح انرژی کم‌تری داشته و زودتر الکترون می‌پذیرد.

۵۱

(ج) نادرست، سطح انرژی ۴s کم‌تر از ۳d است (طبق اصل آفبا)، پس ۴s زودتر از ۳d الکترون می‌گیرد (مجموع $n + l$ برای ۴s کم‌تر است و زودتر الکترون می‌پذیرد).

۵۲

(ج) درست، طبق آرایش الکترونی $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ ؛ فسفر دارای ۵ الکترون ظرفیتی است.

۵۳

(ح) درست، کروم جزو استثنائات قاعده آفبا است. مشاهدات طیف‌سنجی این آرایش را برای کروم تأیید کرده است.

۵۴

(خ) نادرست، عنصر منقرض در گروه هفتم و تناوب چهارم قرار دارد.

۵۵

${}_{25}^{55}\text{Mn} : [\text{Ar}] 3d^5 4s^2 \Rightarrow$ گروه $5 + 2 = 7$

۵۶

(د) درست، دسته s دارای ۱۴ عنصر و دسته f دارای ۲۸ عنصر است.

۵۷

(آ) پایین‌ترین (ب) ۱۰ - ۱۴ (پ) ۴s (ت) واسطه

۵۸

(ث) $f - f$ (ج) لایه (چ) ۴d (ح) ۴f

۵۹

(آ) اصل آفبا

۶۰

(ب) ترتیب پر شدن زیرلایه‌ها از الکترون را هنگام نوشتن آرایش الکترونی اتم‌ها، مشخص می‌کنند.

۶۱

(پ) ۱ : ۴s ۲ : ۳p ۳ : ۴d ۴ : ۵f

۳۳

اگر مقداری از محلول هر نمک را روی شعله چراغ بونزن بپاشیم، رنگ شعله تغییر می‌کند.

۳۴

(آ) رنگ شعله سدیم نیترات (و هر ترکیب سدیم‌دار) به رنگ زرد تغییر می‌کند.

۳۵

(ب) رنگ شعله لیتیم کلرید (و هر ترکیب لیتیم‌دار) به رنگ سرخ لاکسی تغییر می‌کند.

۳۶

(آ) رنگ شعله سدیم سولفات، زرد است.

۳۷

(ب) رنگ شعله نمک‌ها به بخش کاتیونی نمک (یون فلز) مربوط می‌شود.

۳۸

در این نمک، رنگ شعله به یون سدیم مربوط می‌شود.

۳۹

چون در هر دو نمک، یون مس (II) وجود دارد.

۴۰

(آ) طیف نشری (۴) مربوط به اتم H است چون مانند طیف نشری

۴۱

خطی H دارای ۴ خط در ناحیه مرئی است.

۴۲

(ب) نیلز بور، فیزیکدان دانمارکی

۴۳

(پ) به متن کتاب مراجعه کنید.

۴۴

اتم (و الکترون) در حالت عادی و پایدار خود دارای مقدار معینی انرژی

۴۵

است که به آن حالت پایه می‌گویند. اگر به الکترون (یا اتم) انرژی کافی

۴۶

داده شود، الکترون به یک لایه با حالت پرانرژی‌تر (لایه بالاتر) منتقل

۴۷

می‌شود که به آن حالت برانگیخته می‌گویند.

۴۸

(آ) الکترون با دریافت انرژی کافی و معین از حالت پایه به حالت برانگیخته

۴۹

منتقل می‌شود که در این حالت ناپایدار بوده و بلافاصله با نشر نور به حالت

۵۰

پایه برمی‌گردد.

۵۱

(ب) A: حالت برانگیخته ، B: کسب انرژی ، C: نشر نور

۵۲

(آ) رنگ قرمز (۶۵۶nm)، بلندترین طول موج و کم‌ترین انرژی را دارد.

۵۳

بنابراین از نزدیک‌ترین لایه یعنی $n = 2$ به $n = 3$ منتقل شده است. به

۵۴

همین ترتیب برای سایر رنگ‌ها به صورت زیر می‌نویسیم :

۵۵

رنگ سبز (۴۸۶nm)، مربوط به انتقال الکترون از $n = 4$ به $n = 2$

۵۶

رنگ آبی (۴۳۴nm)، مربوط به انتقال الکترون از $n = 5$ به $n = 2$

۵۷

رنگ بنفش (۴۱۰nm)، مربوط به انتقال الکترون از $n = 6$ به $n = 2$

۵۸

(ب) کاهش، زیرا الکترون از حالت برانگیخته (پرانرژی‌تر) به حالت کم‌انرژی‌تر

۵۹

منتقل شده است و بخشی از انرژی خود را به شکل نور از دست داده است.

۶۰

شماره لایه اصلی الکترونی را با عدد کوانتومی اصلی (n) مشخص

می‌کنند. با توجه به مشاهده ۷ لایه الکترونی در اتم‌های کشف‌شده در

حالت پایه، مقادیر مجاز برای n به صورت زیر است:

$n = 1, n = 2, n = 3, \dots, n = 7$

۶۱

حداکثر گنجایش هر لایه الکترونی به کمک رابطه $2n^2$ به دست می‌آید.

$n = 1 \Rightarrow 2(1)^2 = 2e^-$ $n = 2 \Rightarrow 2(2)^2 = 8e^-$

$n = 3 \Rightarrow 2(3)^2 = 18e^-$ $n = 4 \Rightarrow 2(4)^2 = 32e^-$

$n = 5 \Rightarrow 2(5)^2 = 50e^-$ $n = 6 \Rightarrow 2(6)^2 = 72e^-$

$n = 7 \Rightarrow 2(7)^2 = 98e^-$

52

با محاسبه مجموع $n + 1$ برای زیرلایه‌ها درستی یا نادرستی ترتیب پر شدن آن‌ها مشخص می‌شود.

(ا) درست (ب) درست

(پ) نادرست، شکل درست $6p \rightarrow 7s \rightarrow 5f$

(ت) درست

fs → 3d → 4p درست، شکل، درست

نادرست، شکل درست $4f \rightarrow 5d \rightarrow 6p$

- برای عنصرهای دسته p ، تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت به علاوه عدد ۱۰ (یا تعداد الکترون‌های زیر لایه p به علاوه ۱۲)، مساوی شماره گروه عنصر است. مثال:

$$15 P: 1s^7 / 2s^7 2p^6 / \underbrace{2s^7 2p^6}_{\text{لا بد من ١٥ إلكترونات}} \rightarrow 2+2+10=15 \text{ إلكترونات}$$

- برای عنصرهای دسته d، تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت برابر شماره گروه عنصر واسطه است. مثال:

$$\pi V: \{s^r / rs^r p^f / rs^r p^f \underbrace{rd(r)s^r}_{\text{لا تطبق}}\} \rightarrow r + r = \Delta \text{ گروه}$$
$$\gamma, \beta, \alpha : d \quad l = \alpha, \beta, \gamma : c \quad \gamma : b \quad \beta : a$$

٢,٤,٦,٨,١٠,١٢:h s,p,d,f:g ٢:f ح:هـ

A1

$${}_Y N^{r-} : \text{ts}^r \text{rs}^r \text{rp}^f \Rightarrow {}_Y N^{r-} : [\text{He}] \text{rs}^r \text{rp}^f : [\text{Ne}]$$
$$r_F \text{Fe}^{T+} : \text{ts}^r \text{rs}^r \text{rp}^f \text{rs}^r \text{rp}^f \text{rd}^0 \Rightarrow r_F \text{Fe}^{T+} : [\text{Ar}] \text{rd}^0$$
$$_{17}\text{Mg}^{2+} : 1s^2 2s^2 2p^6 \Rightarrow {}_{17}\text{Mg}^{2+} : [\text{He}] 2s^2 2p^6 : [\text{Ne}]$$
$$_{16}\text{S}^{\text{r-}} : \text{rs}^{\text{r}} \text{rs}^{\text{r}} \text{rp}^{\text{f}} \text{rs}^{\text{r}} \text{rp}^{\text{f}} \Rightarrow _{16}\text{S}^{\text{r-}} : [\text{Ne}] \text{rs}^{\text{r}} \text{rp}^{\text{f}} : [\text{Ar}]$$
$${}_{1A}\text{Ar} : \text{ts}^{\uparrow} \text{rs}^{\uparrow} \text{rp}^{\uparrow} \text{rs}^{\uparrow} \text{rp}^{\uparrow} \Rightarrow {}_{1A}\text{Ar} : [\text{Ne}] \text{rs}^{\uparrow} \text{rp}^{\uparrow}$$
$${}_{rr}V:ts^r rs^r rp^p rs^r rp^p rd^r fs^r \Rightarrow {}_{rr}V:[Ar]rd^r fs^r$$
$$r_f \text{Cr} : \text{ts}^{\uparrow} \text{rs}^{\uparrow} \text{rp}^{\uparrow} \text{rs}^{\uparrow} \text{rp}^{\uparrow} \text{rd}^{\uparrow} \text{fs}^{\uparrow} \Rightarrow r_f \text{Cr} : [\text{Ar}] \text{rd}^{\uparrow} \text{fs}^{\uparrow}$$

با توجه به طیف‌سنجی، آرایش کروم استثناء است.

$$r_{\text{Se}}: \text{ts}^{\text{r}} \text{rs}^{\text{r}} \text{rp}^{\text{p}} \text{rs}^{\text{r}} \text{rp}^{\text{p}} \text{rd}^{\text{d}} \text{ts}^{\text{r}} \text{rp}^{\text{p}}$$
$$\Rightarrow_{\text{r.f.}} \text{Se} : [\text{Ar}] 3d^1 4s^2 4p^4$$
$$r_T Tc: s^r s^r r p^p r s^r r p^p r d^1 r s^r r p^p r d^0 \Delta s^r$$
$$\Rightarrow {}_{47}\text{Tc} : [\text{Kr}] 4d^5 5s^2$$
$$r_A \text{Ni} : \text{ts}^r \text{rs}^r \text{rp}^p \text{rs}^r \text{rp}^p \text{rd}^A \text{ts}^r$$
$$_{\text{Ar}}\text{Ni} : [\text{Ar}] 3d^8 4s^2$$

(پ) دستة d

(ت) لایه ظرفیت: $3d^4 4s^2$. تعداد الکترون های ظرفیتی $2+4=6$

(ث) دورہ چہارم و گروہ دہم

ج) ${}_{28}^{60}\text{Ni}$ دارای ۴ لایه الکترونی و ۷ زیرلایه دارای الکترون است.

۶ زیرلایه پر و یک زیرلایه تکمیل نشده ($3d^4$) دارد.

دورترین زیرلایه نیکل $4s^2$ است که دارای $2e^-$ است.

ج) ۲۸ پروتون، نوترون: $59 - 28 = 31$ و ۲۸ الکترون دارد.

(د) $A = 59$ و جرم اتمی آن به تقریب 59 amu است.

44

آرایش الکترونی فشرده هر یک را می‌نویسیم:

تناوب و گروه	دسته عنصر	تعداد الکترون های ظرفیتی	آخرین زیر لایه	لایه ظرفیت	آرایش فشرده عنصر
تناوب دوم گروه سیزدهم	صنعت p	$2 + 1 = 3$	$2p^1$	$2s^2 2p^1$	${}_2B: [He] 2s^2 2p^1$
تناوب سوم گروه سیزدهم	صنعت p	$2 + 1 = 3$	$3p^1$	$3s^2 3p^1$	${}_{13}Al: [Ne] 3s^2 3p^1$
تناوب چهارم گروه یازدهم	صنعت d	$10 + 1 = 11$	$4s^1$	$3d^1 4s^1$	${}_{19}Cu: [Ar] 3d^1 4s^1$
تناوب چهارم گروه دوازدهم	صنعت d	$10 + 2 = 12$	$4s^2$	$3d^1 4s^2$	${}_{30}Zn: [Ar] 3d^1 4s^2$
تناوب چهارم گروه هفدهم	صنعت p	$2 + 5 = 7$	$4p^5$	$3s^2 3p^5$	${}_{35}Br: [Ar] 3d^1 4s^2 4p^5$
تناوب پنجم گروه چهارم	صنعت d	$2 + 2 = 4$	$4d^2$	$4d^2 4s^2$	${}_{40}Zr: [Kr] 4d^2 4s^2$
تناوب ششم گروه دوم	صنعت s	2	$6s^2$	$6s^2$	${}_{56}Ba: [Xe] 6s^2$

عنصر	آرایش الکترونی گسترده	آرایش الکترونی فشرده	لایه ظرفیت	تعداد الکترون های ظرفیتی	شماره گروه	شماره دوره	سنته
^{22}Cr	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$	$[\text{Ar}] 3d^5 4s^1$	$3d^5 4s^1$	6	6	4	d
^{29}Cu	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$	$[\text{Ar}] 3d^{10} 4s^1$	$3d^{10} 4s^1$	11	11	4	d

۵۸

- (آ) تک‌ایمی
(ب) 4×10^{-4}
(پ) مبادله
(ت) یونی

۵۹

- (آ) درست
(ب) درست

- (پ) نادرست، تعداد الکترون‌های ظرفیتی یک اتم با رقم یکان شماره گروه عنصر برابر است.
(ت) نادرست، $F: \uparrow\downarrow$ دارای یک الکترون منفرد ولی $O: \uparrow\downarrow$ دارای ۲ الکترون منفرد است.
(ث) نادرست، برخی اتم‌ها با مبادله الکترون و برخی دیگر با اشتراک الکترون به آرایش گاز نجیب می‌رسند.
(ج) درست، پیوند بین دو اتم نافلزی از نوع کووالانسی است.
(چ) نادرست، Al_2O_3 یک ترکیب یونی دوتایی است، چون از دو نوع عنصر تشکیل شده است (آلومینیم اکسید یک ترکیب یونی دوتایی و پنج‌ایمی است).
(ح) درست

۶۰

- (۱) $d \leftarrow (2)$ $f \leftarrow (5)$ $c \leftarrow (6)$ $g \leftarrow (7)$
(۷) $e \leftarrow (8)$ $a \leftarrow (9)$ $b \leftarrow (10)$ $h \leftarrow$
موارد (۳) و (۴) اضافه هستند.

۵۶

ساختار الکترون - نقطه‌ای: لوویس برای توضیح و پیش‌بینی رفتار اتم‌ها، آرایشی به نام الکترون - نقطه‌ای ارائه کرد که در آن الکترون‌های ظرفیتی هر اتم، با نقطه پیرامون نماد شیمیایی آن نمایش داده می‌شوند.
مولکول: کوچک‌ترین ذره ماده که خاصیت آن ماده را دارد و از اتصال اتم‌ها تشکیل شده است.
قاعده اَوکتن: تمایل اتم‌ها برای رسیدن به آرایش پایدار گازهای نجیب را قاعده اَوکتن (هشت‌تایی) می‌گویند.
پیوند یونی: نیروی جاذبه بسیار قوی که بین کاتیون‌ها و آنیون‌ها به وجود می‌آید و منجر به تشکیل ترکیب‌های یونی می‌شود را پیوند یونی می‌نامند.
پیوند کووالانسی: برخی اتم‌ها که توانایی و شرایط تشکیل پیوند یونی را ندارند از طریق اشتراک الکترون به آرایش هشت‌تایی می‌رسند، به پیوندی که حاصل اشتراک الکترون میان دو اتم (نافلز + نافلز) است پیوند اشتراکی (کووالانسی) می‌گویند.
ترکیب یونی: ترکیب‌هایی که از کنار هم قرار گرفتن کاتیون‌ها و آنیون‌ها به وجود آمده‌اند.
ترکیب دوتایی: ترکیب‌هایی که از دو نوع عنصر تشکیل یافته‌اند.
فرمول مولکولی: به فرمول شیمیایی یک مولکول که هم نوع عنصرهای سازنده و هم شمار دقیق اتم‌های هر عنصر را نشان می‌دهد.

۵۷

- (آ) سه $(\cdot\ddot{N}\cdot)$
(پ) ۱۸ (گازهای نجیب)
(ت) ناپایدار - پایدار
(ج) کووالانسی (اشتراکی)
(ف) فوتون

۶۱

نماد عنصر	$1H$	$2He$	$16S$	$33As$	$79Br$	$54Xe$
آرایش الکترونی فشرده	$1s^1$	$1s^2$	$[Ne]3s^23p^4$	$[Ar]3d^{10}4s^24p^3$	$[Ar]3d^{10}4s^24p^5$	$[Kr]4d^{10}4f^05s^25p^6$
تعداد الکترون‌های ظرفیتی	۱	۲	۶	۵	۷	۸
ساختار الکترون - نقطه‌ای	$H\cdot$	$He:$	$\cdot\ddot{S}:$	$\cdot\ddot{As}\cdot$	$\cdot\ddot{Br}\cdot$	$:\ddot{Xe}:$
تعداد الکترون‌های منفرد	۱	۰	۲	۳	۱	۰

توجه: اتم هلیم ($2He$) اولین گاز نجیب، با این‌که ۲ الکترون ظرفیتی دارد اما به علت پُر بودن لایه ظرفیتی آن دارای آرایش الکترونی بسیار پایدار بوده و در واکنش‌های شیمیایی شرکت نمی‌کند. بنابراین، این اتم دارای الکترون جفت‌شده (منفرد) نیست.

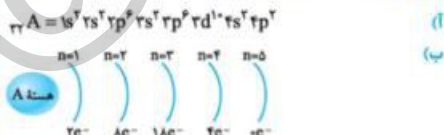
۶۲

- (۲ الکترون منفرد) $\cdot Be \rightarrow \cdot Be \cdot$
(۳ الکترون منفرد) $\cdot B \rightarrow \cdot \dot{B} \cdot$
(۱ الکترون منفرد) $\cdot Cl \rightarrow \cdot \ddot{Cl} \cdot$
(بدون الکترون منفرد) $18Ar \rightarrow :\ddot{Ar}:$
(بدون الکترون منفرد) $36Kr \rightarrow :\ddot{Kr}:$

۶۳

- (آ) $O:[He]2s^22p^4$
(ب) اتم O دارای ۶ الکترون ظرفیتی است $(2s^22p^4)$.

۶۴



(پ) خیر، زیرا در لایه ظرفیتی دارای ۴ الکترون است و توانایی تشکیل یون پایدار $+4$ یا -4 را ندارد و تمایل به اشتراک‌گذاری آن‌ها را دارد.

۷۲

MgF_2 (منیزیم فلئورید)، K_2O (پتاسیم اکسید)، $AgBr$ (نقره برمید)، ZnO (روی اکسید)، CdS (کادمیم سولفید)، Sc_2O_3 (اسکاندیم اکسید)

۷۳

$NaCl + MgO + Na_2O$ یونی $N_2 + OF_2 + O_2$ کووالانسی
یادآوری: پیوند بین اتم‌های نافلزی از نوع کووالانسی است و پیوند بین فلزهای گروه ۱ و ۲ و آلومینیم با عنصرهای گروه ۱۷ و یا اکسیژن، نیتروژن و گوگرد از نوع یونی است.

۷۴

(۱) با مبادله الکترون و تشکیل پیوند یونی
(۲) با اشتراک الکترون و تشکیل پیوند کووالانسی

۷۵

(آ) Al_2O_3

(ب) یونی، زیرا از یون‌های Al^{3+} (فلز) و O^{2-} (نافلز) تشکیل شده است.
(پ) هر واحد Al_2O_3 ۲ عنصر (Al و O) و از پنج اتم (۳ O تا ۲ و ۱ تا Al) تشکیل شده است.

(ت) هر دو یون Al^{3+} و O^{2-} به آرایش گاز نجیب نئون ($1s^2, He$) رسیده‌اند.

(ث) ۶ الکترون، دو اتم Al تعداد ۶ الکترون به سه اتم O داده‌اند.

۷۶

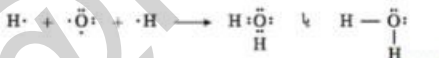
(آ) دوتایی است.

(ب) A^{2+} و B^{2-}

(پ) A دارای سه الکترون منفرد و B دارای دو الکترون منفرد هستند. (زیرا برای تشکیل کاتیون پایدار، اتم الکترون‌های منفرد خود را از دست می‌دهد و برای تشکیل آنیون، اتم به تعداد الکترون‌های منفرد، الکترون می‌گیرد.)

۷۷

کربن دی‌اکسید:



۷۸

بیش از ۱۲۰ مولکول در فضای بین ستارهای تاکنون شناسایی شده‌اند. در میان این مولکول‌ها هم مولکول‌های خنثی و هم مولکول‌هایی با بار الکتریکی مثبت مشاهده شده است.

۶۵

گازهای نجیب به علت پر بودن لایه ظرفیت، جزو اتم‌های بسیار پایدار هستند. گاز هلیوم لایه ظرفیت خود را با دو الکترون پر کرده و دارای پایداری بسیار زیادی است و سایر گازهای نجیب هر کدام دارای آرایش پایدار هشت‌تایی هستند.

۶۶

X_{18} ، زیرا یک گاز نجیب است و دارای آرایش هشت‌تایی است.



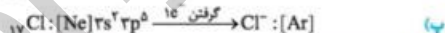
۶۷

پایدارترین آرایش الکترونی به اتم هلیوم (He) تعلق دارد. زیرا لایه ظرفیت آن حداکثر با ۲ الکترون پر می‌شود که در هلیوم این دو الکترون باعث پایداری آرایش الکترونی اتم شده‌اند.

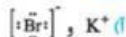
۶۸



اتم اسکندیم با از دست دادن $3e^-$ به آرایش گاز نجیب آرگون می‌رسد.



۶۹



(ب) اتم K با از دست دادن تک الکترون ظرفیتی خود به یون K^+ تبدیل شده است. اتم Br با گرفتن یک الکترون به یون Br^- تبدیل شده است. (پ) هر دو یون به آرایش الکترونی گاز نجیب رسیده‌اند.



(ت) KBr : پتاسیم برمید

۷۰

(آ) کلسیم کلرید

(ب) Ca^{2+} (یون کلسیم) و Cl^- (یون کلرید)

(پ) $CaCl_2$ یک ترکیب یونی دوتایی است، زیرا از دو نوع عنصر Ca و Cl تشکیل شده است.

(ت) هر دو یون به آرایش الکترونی پایدار گاز آرگون رسیده‌اند.



۷۱

باریم اکسید (BaO)، سدیم نیتريد (Na_3N)، آلومینیم سولفید (Al_2S_3)،

لیتیم کلرید ($LiCl$)، کلسیم یدید (CaI_2) و سزیم فلئورید (CsF)





ردیای گازها در زندگی

فصل ۲

۳۵۱

قسمت اول: زمین و لایه‌های گازی اطراف آن

۲۹ جاهای خالی را با عبارت‌های مناسب کامل کنید.

- تنها سیاره در است که برای زندگی مناسب است.
- ب) علم شیمی کمک می‌کند تا با بررسی و راه‌های تداوم زندگی سالم را بیابیم.
- پ) روند تغییر در هوا کره دلیلی بر بودن آن است.
- ت) فشار در هوا کره با فاصله گرفتن از زمین می‌یابد، زیرا هوا کره با افزایش فاصله از سطح زمین، می‌شود.
- ث) در لایه‌های بالایی می‌توانند اتم‌ها و مولکول‌ها را به یون‌ها تبدیل کنند.
- ج) از گاز برای نگهداری نمونه‌های بیولوژیکی در پزشکی استفاده می‌شود.
- چ) حدود درصد از جرم هوا کره در نزدیک‌ترین لایه به زمین یعنی قرار دارد.
- ح) در بین گازهای آرگون، کربن دی‌اکسید، هلیوم و نئون، گاز بیش‌ترین درصد و گاز کم‌ترین درصد را در هوا کره دارد.
- خ) آرگون یک گاز نجیب و است و واکنش‌پذیری دارد.

۸۰ عبارت‌های زیر را با استفاده از گزینه صحیح کامل کنید.

- ا) در بخش‌های پایینی هوا کره با افزایش ارتفاع، دمای هوا (کاهش - افزایش) می‌یابد.
- ب) (باد - انرژی گرمایی) مولکول‌ها سبب می‌شود تا پیوسته در حال جنبش باشند و در سرتاسر هوا کره توزیع شوند.
- پ) تا فاصله ۵۰ km از سطح زمین دما (پیوسته کاهش - ابتدا کاهش و سپس افزایش) می‌یابد.
- ت) ارتفاع تقریبی لایه تروپوسفر (۱۱، ۲۰) کیلومتر است و دما در انتهای این لایه به حدود (۵۵°C - ، ۷°C +) می‌رسد.
- ث) در تقطیر جزء به جزء هوای مایع در مرحله (اول - آخر) هوا را از ساقی‌هایی عبور می‌دهند تا گرد و غبار آن گرفته شود.
- ج) هلیوم در کره زمین به مقدار (خیلی کم - زیاد) یافت می‌شود.
- چ) در ستون تقطیر جزء به جزء در دمای ۸۰°C - گاز کربن دی‌اکسید موجود در هوا به حالت (مایع - جامد) جدا می‌شود.

۸۱ درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را مشخص کنید. دلیل نادرستی یا شکل درست عبارت‌های نادرست را بنویسید.

- ا) ما هیچ وقت نمی‌توانیم هوا را ببینیم و وجود آن را در اطراف خود حس کنیم.
 - ب) اغلب واکنش‌هایی که در هوا کره بین گازهای آن رخ می‌دهد، سودمند هستند.
 - پ) تغییرات آب و هوایی در فاصله ۱۲ - ۱۰ کیلومتری از سطح زمین اتفاق می‌افتد.
 - ت) در تقطیر هوای مایع که تا ۲۰°C - سرد شده است اولین گازی که جدا می‌شود نیتروژن است.
 - ث) از هلیوم مقدار بیش‌تری در هوا و مقدار ناچیزی در لایه‌های زیرین پوسته زمین وجود دارد.
 - ج) از رابطه $T_K = \frac{9}{5} T_C + 273$ می‌توان دمای درجه سلسیوس را به کلون تبدیل کرد.
- هر یک از عبارت‌های ستون A مرتبط با یکی از شماره‌های ستون B است. آن را مشخص کنید.

ستون A	ستون B
ا) برای پر کردن تایر خودرو استفاده می‌شود.	Ar ۱
ب) رتبه چهارم را در میان گازهای موجود در هوا کره دارد.	CO ₂ ۲
پ) دمای جوش آن ۲۶۹°C - است.	N ₂ ۳
ت) در لامپ‌های رشته‌ای به کار می‌رود.	He ۴
ث) کوهنوردان هنگام صعود به قله‌های بلند از کپسول آن استفاده می‌کنند.	O ₂ ۵
ج) مقدار آن در استراتوسفر بیش‌تر از لایه اول و دوم است.	O ₃ ۶



تصور کنید که در درون فضاپیما نشست‌اید و از سطح زمین به دورترین نقطهٔ هواکره سفر می‌کنید. دستگاه‌های موجود در فضاپیماهای شما برای اندازه‌گیری ارتفاع، دما و فشار هوا تنظیم شده است. این دستگاه‌ها در هر مقطع زمانی یک لیتر هوا را به عنوان نمونه می‌گیرند و به طور خودکار، جرم هر نمونه، تعداد ذره‌های (مولکول یا اتم) موجود و ترکیب شیمیایی آن را اندازه گرفته و ثبت می‌کنند. در این صعود تا ارتفاع ۱۲ km، ترکیب شیمیایی هوا تقریباً ثابت باقی می‌ماند (N_2 ۷۸٪، O_2 ۲۱٪، Ar ۰/۹۳٪) و مقادیر ناچیزی از چند گاز دیگر. در ارتفاع ۱۲ km خواهید دید که در بالای ابرها هستید و بلندترین کوه‌ها نیز زیر پای شما قرار دارند. در این‌جا آسمان، آبی به نظر می‌رسد و خورشید با درخشش بسیار می‌تابد. فضاپیماهای شما اکنون در بالای محلی است که پیش‌تر هواپیماهای مسافربری در آن ارتفاع پرواز می‌کنند، درست بالای جایی که هوا شروع به رقیق شدن می‌کند. در نواحی بالاتر از ارتفاع ۱۲ کیلومتری، ترکیب هوا تقریباً با نواحی پایین‌تر یکسان است؛ اما دستگاه‌های فضاپیما، شما را از وجود مقدار اندکی اوزون آگاه می‌کنند. همچنین شما در این ارتفاع برخلاف نواحی کم‌ارتفاع‌تر، هوای کاملاً آرام و بی‌تلاطمی را حس خواهید کرد. در هر نمونه یک لیتری از هوا که در ارتفاع ۵۰ تا ۸۵ کیلومتری گرفته می‌شود، تعداد ذره‌ها به نسبت کم‌تر است. در ارتفاع ۲۰۰ کیلومتری، رادار فضاپیما خبر از وجود برخی ماهواره‌های مخابراتی می‌دهد که در مدار خود در حرکت هستند. در بالاتر از این ارتفاع تعداد ذره‌های موجود در هر نمونه آن‌چنان کم می‌شود که دستگاه‌های شما قادر به اندازه‌گیری آن‌ها نیستند. در این هنگام فضاپیماهای شما با انبوهی از یافته‌ها آماده است تا دوباره به سطح زمین برگردد. اکنون زمان آن رسیده تا داده‌های جمع‌آوری‌شده در این سفر خیالی را مورد تجزیه و تحلیل قرار دهید. این داده‌ها در جدول زیر آمده است.

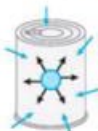
ارتفاع از سطح زمین (km)	دما ($^{\circ}C$)	فشار هوا (mmHg)	جرم یک نمونه یک لیتری (g)	تعداد کل ذره‌های (مولکول یا اتم) موجود در یک نمونه یک لیتری $\times 10^{20}$
۰	۲۰	۷۶۰	۱/۲۰	۲۵۰
۵	-۱۲	۴۰۷	۰/۷۳	۱۵۰
۱۰	-۴۵	۲۱۸	۰/۴۱	۹۰
۱۲	-۶۰	۱۷۰	۰/۳۷	۷۷
۲۰	-۵۳	۶۲	۰/۱۳	۲۷
۳۰	-۳۸	۱۸	۰/۰۳۵	۷
۴۰	-۱۸	۵/۱	۰/۰۰۹	۲
۵۰	۲	۷/۵	۰/۰۰۳	۰/۵
۶۰	-۲۶	۰/۴۲	۰/۰۰۰۷	۰/۲
۸۰	-۸۷	۰/۰۳	۰/۰۰۰۰۷	۰/۰۲

- ۱- نمودار تغییر دما برحسب ارتفاع و نمودار تغییر فشار برحسب ارتفاع را رسم کنید.
(محور افقی، ارتفاع بر حسب km باشد که از صفر تا ۱۰۰ است و مقیاس دما در محور عمودی، از $-90^{\circ}C$ تا $+30^{\circ}C$ مدرج شود و فشار هم در محور عمودی از صفر تا ۸۵۰ میلی‌متر جیوه درجه‌بندی شود.)
- ۲- با استفاده از نمودارهای فوق پاسخ دهید.
(ا) کدام یک الگوی منظم‌تری دارد؟
(ب) آیا می‌توان این روندها را توضیح داد؟
- ۳- اگر فرصتی پیدا شود و شما بتوانید از سطح دریا تا هر یک از مناطق زیر سفر کنید، انتظار دارید که فشار هوا در این مناطق کم‌تر باشد یا بیش‌تر؟ چرا؟
(ا) قلهٔ دماوند (۵۶۷۱ متر بالاتر از سطح دریا)
(ب) کنار دریای خزر (۲۸ متر پایین‌تر از سطح دریا)
- ۴- آیا داده‌های جدول دلیلی بر لایه‌ای بودن هواکره می‌یابد؟
- ۵- آیا چگالی هوا با افزایش ارتفاع تغییر می‌کند؟ تعداد ذره‌های موجود در هر نمونه یک لیتری چه رابطه‌ای با چگالی هوا دارد؟
- ۶- دستگاه‌های موجود در سفینهٔ شما وجود گاز اوزون را در کدام لایه تشخیص داده‌اند؟

هواکره چیست؟ نمونه‌ای از نقش هواکره را بنویسید.

دانشمندان چگونه پی برده‌اند که نسبت گازهای سازندهٔ هواکره تقریباً ثابت مانده است؟





۸۶ با توجه به شکل روبه‌رو به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

(ا) شکل چه مفهومی را نشان می‌دهد؟

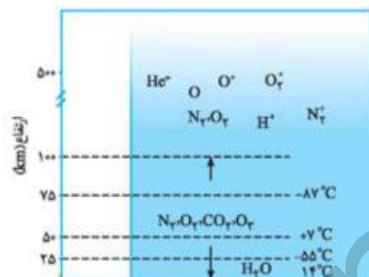
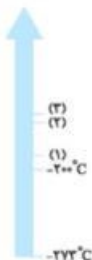
(ب) اگر دهانهٔ قوطی را به یک پمپ خلأ در حال کار وصل کنیم، چه اتفاقی می‌افتد؟ چرا؟

۸۷ امیر که به قلّهٔ دماوند صعود کرده بود پس از بازگشت، برای حفظ محیط زیست، بطری‌های خالی و درستهٔ خود را هم آورده بود. ولی در کمال

تعجب می‌بیند که بطری‌ها تغییر شکل داده‌اند به نظر شما علت چیست؟

۸۸ نمودار دمایی در شکل روبه‌رو تقطیر جزء به جزء هوای مایع را نشان

می‌دهد، شکل را کامل کنید.



۸۹ کاربردهای گاز هلیوم را بنویسید.

۹۰ راه‌های استخراج گاز هلیوم را توضیح دهید.

۹۱ با توجه به شکل پاسخ دهید.

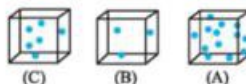
(ا) تغییر کدام ویژگی دلیل بر لایه‌ای بودن هوا کره است؟

(ب) تغییرات آب و هوایی در کدام لایه و در چه ارتفاعی اتفاق می‌افتد؟

۹۲ با توجه به شکل:

(ا) هر کدام از شکل‌های A، B و C را در محل‌های ۱، ۲ و ۳ قرار دهید.

(ب) چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟



۹۳ با توجه به شکل پاسخ دهید.

(ا) شکل را کامل کنید.

(ب) شکل چه مفهومی را نشان می‌دهد؟ توضیح دهید.



قسمت دوم: اکسیژن، گاز و اکسایشپذیر در هواکره

۹۴. جاهای خالی را با عبارت‌های مناسب کامل کنید.

- (ا) اکسیژن در ساختار مولکول‌های زیستی وجود دارد.
(ب) یکی از عوامل فرسایش سنگ و خاک به دلیل وجود در هوا است.
(پ) اکسیژن در هواکره به طور عمده به شکل یافت می‌شود.
(ت) سیلیسیم به شکل در طبیعت یافت می‌شود.

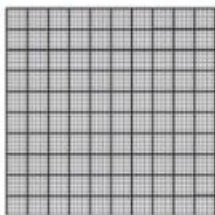
۹۵. هر یک از عبارت‌های زیر را با انتخاب گزینه صحیح کامل کنید.

- (ا) اکسیژن در سنگ‌کره به صورت (ترکیب - مولکول دواتمی) وجود دارد.
(ب) با افزایش ارتفاع در هواکره فشار گاز اکسیژن (کاهش - افزایش) می‌یابد.

۹۶. اکسیژن در هواکره، آب‌کره، سنگ‌کره و زیست‌کره به چه صورت یافت می‌شود؟

۹۷. در جدول زیر، فشار گاز اکسیژن هوا در ارتفاع‌های مختلف از سطح زمین داده شده است:

ارتفاع از سطح زمین (km)	۰	۰/۳	۰/۶	۱/۸	۲/۴	۳/۰	۳/۶	۴/۲	۴/۸	۶	۶/۷	۷/۳	۷/۹
فشار اکسیژن ($\times 10^{-4}$ atm)	۲۰/۹	۲۰/۱	۱۹/۴	۱۶/۶	۱۵/۴	۱۴/۳	۱۳/۲	۱۲/۳	۱۱/۴	۹/۷	۹	۸/۴	۷/۶



(ا) نمودار فشار گاز اکسیژن را برحسب ارتفاع، روی کاغذ میلی‌متری داده‌شده رسم کنید.

(ب) با توجه به نمودار، با افزایش ارتفاع در هواکره فشار گاز اکسیژن چه تغییری می‌کند؟

(پ) با استفاده از نمودار، فشار این گاز را در ارتفاع ۲/۵ کیلومتری پیش‌بینی کنید.

(ت) توضیح دهید چرا کوهنوردان هنگام صعود به قله‌های بلند، از کیپول اکسیژن استفاده می‌کنند؟

۹۸. جاهای خالی را با عبارت‌های مناسب کامل کنید.

- (ا) فلزها در طبیعت به شکل ترکیب یافت می‌شوند که بخش قابل توجهی از آن‌ها به شکل هستند.
(ب) آلومینیم در طبیعت به صورت بوکسیت (.....) و سیلیسیم به صورت وجود دارد.
(پ) نام شیمیایی Cu_2O ، می‌باشد.
(ت) فرمول پتاسیم سولفید به صورت است.
(ث) نام شیمیایی SiBr_4 ، و فرمول فسفر تری‌کلرید می‌باشد.

۹۹. در هر یک از جمله‌های زیر کلمه مناسب را انتخاب کنید.

- (ا) نام شیمیایی ترکیب CO ، (مونوکربن مونوکسید - کربن مونوکسید) است.
(ب) نسبت تعداد کاتیون به آنیون در Fe_3O_4 ($\frac{3}{4}$ - $\frac{4}{3}$) است.
(پ) رفتار (برخی - همه) فلزها در برابر اکسیژن یکسان نیست.
(ت) آلومینیم اکسید به همراه ناخالصی، (هائاتیت - بوکسیت) نام دارد.

۱۰۰. در جدول زیر نام و فرمول شیمیایی برخی اکسیدهای فلزی داده شده است.

نام	فرمول شیمیایی	نام	فرمول شیمیایی
آهن (III) اکسید	Fe_2O_3	سدیم اکسید	Na_2O
مس (I) اکسید	Cu_2O	منیزیم اکسید	MgO
مس (II) اکسید	CuO	آهن (II) اکسید	FeO

با بررسی داده‌های جدول:

- (ا) کدام فلزها، بیش از یک نوع اکسید تشکیل داده‌اند؟
(ب) نماد کاتیون را در اکسیدهای آهن (FeO و Fe_2O_3) را مشخص کنید.
(پ) چه رابطه‌ای بین نام ترکیب با بار الکتریکی کاتیون وجود دارد؟
(ت) نحوه نام‌گذاری ترکیب‌های یونی با کاتیون دارای بارهای الکتریکی متفاوت را بنویسید.

۱.۰۱. نام یا فرمول ترکیب‌های شیمیایی زیر را بنویسید.

(ا) آلومینیم فلوئورید	(ب) پتاسیم سولفید	(پ) آهن (III) کلرید
(ت) مس (I) برمید	(ث) CaO	(ج) CuCl_2

۱.۰۲. هرگاه بدانیم که اتم عنصر کروم در ترکیب‌های خود، به‌صورت کاتیون‌های Cr^{2+} و Cr^{3+} یافت می‌شود، فرمول و نام شیمیایی کلریدهای آن را بنویسید.

۱.۰۳. نام ترکیب‌های داده‌شده را بنویسید.

(ا) NO_2	(ب) N_2O_3	(پ) CO	(ت) CS_2	(ث) SO_2
(ج) SO_3	(چ) PCl_3	(ح) CCl_4	(خ) SiBr_4	(د) NF_3

۱.۰۴. جدول زیر را کامل کنید.

نام یون	نماد شیمیایی	نام یون	نماد شیمیایی
هیدروژن		فسفات	
یدید		برمید	Br^-
کربنات		پرمنگنات	
		نیتریت	
		اکسید هیدروژن	HSO_4^-

۱.۰۵. در فرمول کدام ترکیب شیمیایی زیر، تعداد اتم بیش‌تری وجود دارد؟

(ا) کلسیم هیدروژن کربنات (ب) آمونیوم هیدروژن فسفات

۱.۰۶. ترکیب به‌دست آمده از واکنش دو عنصر A و B را بنویسید و نوع آن را مشخص کنید. (یونی یا کووالانسی)

۱.۰۷. عدد جرمی عنصری برابر ۲۷ و تفاوت تعداد نوترون‌ها و پروتون‌های آن یک واحد است. فرمول اکسید و کلرید این عنصر را بنویسید. مشخص کنید کدام ترکیب یونی و کدام ترکیب مولکولی است؟

۱.۰۸. آرایش الکترونی آنیون و کاتیون Sc^{3+} را بنویسید. ($21\text{Sc} + 4\text{O}$)

قسمت سوم: ساختار لوویس

۱.۰۹. جاهای خالی را با عبارت مناسب کامل کنید.

(ا) در مولکول CO_2 نسبت جفت‌الکترون‌های پیوندی به ناپیوندی است.

(ب) در مولکول CH_2O جفت‌الکترون‌های پیوندی جفت‌الکترون ناپیوندی است.

(پ) در مولکول SO_2 پیوند کووالانسی وجود دارد.

(ت) شمار الکترون‌های لایه ظرفیت در NO_2^- برابر است.

۱.۱۰. ساختار لوویس ترکیب‌های زیر را رسم کنید. در کدام‌یک، اتم مرکزی اکتت نشده است؟ تعداد الکترون‌های ظرفیت و نسبت جفت‌الکترون‌های پیوندی به ناپیوندی را مشخص کنید.

O_3 , SO_2 , BeCl_2 , HCN , SF_6 , NH_3 , PCl_5 , NO_2 , ClF_3 , NO_2^+ , NO_2^- , NH_4^+ , H_3O^+ , H_2CO_3

قسمت چهارم: اکسیدها در فراورده‌های سوختن

۱.۱۱. رفتار اکسیژن را در برابر عنصرها و مواد بنویسید.

۱.۱۲. در تهیه سولفوریک اسید در صنعت، اولین واکنش، سوختن گوگرد است. واکنش مربوطه را بنویسید.

۱.۱۳. مفاهیم زیر را تعریف کنید.

(ا) سوختن (ب) سوختن کامل (پ) سوختن ناقص

۱.۱۴. فراورده‌های سوختن کامل و ناقص سوخت‌های فسیلی، را مقایسه کنید.



۱۱۵. در هر مورد، ویژگی کربن مونوکسید را بنویسید.

- (۱) رنگ
- (۲) بو
- (۳) چگالی
- (۴) قابلیت انتشار در فضا
- (۵) میل ترکیبی آن در مقایسه با اکسیژن در ترکیب با هموگلوبین خون
- (۶) سمیت

قسمت پنجم: رفتار اکسیدهای فلزی و نافلزی

۱۱۶. جاهای خالی را با عبارتهای مناسب کامل کنید.

- (ا) کلسیم اکسید همان است.
- (ب) کلسیم اکسید، یک اکسید است، برای افزایش بهره‌وری در کشاورزی به اضافه می‌شود.
- (پ) برای کنترل میزان اسیدی بودن آب دریاچه‌ها از استفاده می‌کنند.
- (ت) به طور کلی، اکسیدهای فلزی را و اکسیدهای نافلزی را می‌نامند.
- (ث) آن چه که در هواکره بالا می‌رود، باید
- (ج) باران به دلیل وجود محلول در آن، اندکی و دارای pH از ۷ است.
- (چ) باران اسیدی باعث و پوست بدن می‌شود.
- (ح) دانشمندان پیش‌بینی می‌کنند که دمای زمین تا سال ۲۱۰۰ بین تا درجه سلسیوس افزایش پیدا کند.

۱۱۷. درستی یا نادرستی جمله‌های زیر را مشخص کنید و علت نادرستی عبارتهای نادرست را بنویسید.

- (ا) کبسه‌تان، گروهی از مرجان‌ها هستند که اسکلت آهکی دارند.
- (ب) پوسته آهکی مرجان‌ها با افزایش مقدار نیتروژن آب، از بین می‌رود.
- (پ) اگر MgO را در آب حل کنیم، pH محلول بیش‌تر از ۷ خواهد شد.
- (ث) درون یک بشر تا نیمه آب پرریزه، سپس مقداری آهک به آن بیفزایید و مخلوط را خوب هم بزنید.
- (ا) یک تکه کاغذ پی‌اچ بردارید و آن را به محلول آب آهک آغشته کنید، چه مشاهده می‌کنید؟
- (ب) یک بطری آب گازدار بردارید و یک تکه کاغذ پی‌اچ را به آن آغشته کنید، چه مشاهده می‌کنید؟
- (پ) از این آزمایش‌ها چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟ توضیح دهید.
- (ت) پیش‌بینی کنید با حل شدن هر یک از موارد زیر در آب، محلول به‌دست آمده، چه خاصیتی پیدا می‌کند؟

Na₂O (۴) NO₂ (۳) SO₂ (۲) MgO (۱)

۱۱۹. در جدول روبه‌رو pH سه منطقه داده شده است، با توجه به آن مشخص کنید:

منطقه	pH آب
۱	۷/۴
۲	۱۲/۸
۳	۷/۵

- (ا) در منطقه (۱) کدام ماده در آب حل شده است؟ چرا؟ (K₂O + SO₂)
- (ب) در منطقه (۲) کدام ماده در آب حل شده است؟ چرا؟ (CaO + SO₂)
- (پ) در کدام منطقه ماهی‌ها زنده می‌مانند؟

۱۲۰. به یک محلول اسیدی کدام ماده را اضافه کنیم تا pH آن افزایش یابد؟ چرا؟ (KOH + HCl)

۱۲۱. با توجه به جدول داده‌شده به سؤالات پاسخ دهید.

محلول	A	B	C	D	E
pH	۳	۷	۹	۱۴	۱

- (ا) کدام محلول‌ها باز هستند؟ چرا؟
- (ب) کدام محلول‌ها اسیدی هستند؟ چرا؟
- (پ) کدام محلول می‌تواند آب مقطر باشد؟ چرا؟

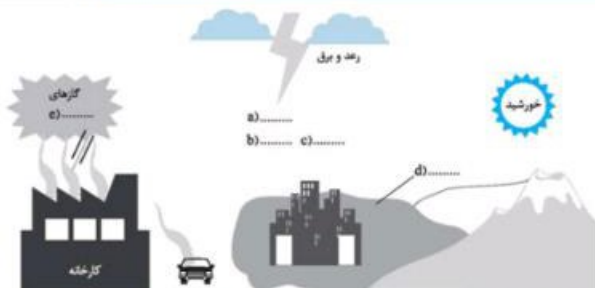
۱۲۲. جدول را کامل کنید و به پرسش‌ها پاسخ دهید.

رنگ محلول‌های مختلف	شناساگر
اسیدی	لیتموس
خنثی	فینول‌فثالین
بنفش	متیل‌نارنجی
بی‌رنگ	
ارغوانی	
زرد	

- (ا) رنگ هر یک از محلول‌های زیر را در حضور شناساگر مشخص کنید.
- (۱) محلول MgO در حضور لیتموس
- (۲) محلول CO₂ در حضور متیل‌نارنجی
- (۳) محلول K₂O در حضور فینول‌فثالین

- (ب) با توجه به رنگ هر یک از محلول‌های زیر در حضور شناساگر گفته‌شده، اسیدی، خنثی یا بازی بودن آن را مشخص کنید.
- (۱) محلول آب آهک در حضور متیل‌نارنجی زردرنگ است.
- (۲) محلول NO₂ در حضور لیتموس قرمزدرنگ است.
- (۳) محلول Na₂O در حضور فینول‌فثالین ارغوانی است.

۱۲۳. شکل را کامل کنید.



قسمت ششم: واکنش‌های شیمیایی و قانون پایستگی جرم-

۱۲۴. جاهای خالی را با عبارت‌های مناسب کامل کنید.

- (ا) در یک معادله شیمیایی، در سمت چپ و در سمت راست نوشته می‌شوند.
- (ب) معادله نمادی افزون بر نمایش و واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده‌ها، اطلاعاتی درباره برای انجام واکنش ارائه می‌کند.
- (پ) یکی از ویژگی‌های مهم واکنش‌های شیمیایی این است که آن‌ها از قانون پایستگی جرم پیروی می‌کنند.
- (ت) در واکنش‌های شیمیایی، اتمی از و نمی‌آید، بلکه پس از انجام واکنش اتم‌های موجود در واکنش‌دهنده‌ها به هم متصل می‌شوند و فرآورده را به وجود می‌آورند.
- (ث) در معادله سوختن پروپان نسبت مجموع ضرایب فرآورده‌ها به واکنش‌دهنده‌ها است.
- (ج) برای موازنه معادله $C_3H_8O + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$ ترکیب شروع می‌کنیم و ضریب O_2 پس از موازنه است.
- درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را مشخص کنید. در صورت نادرست بودن، علت آن را بنویسید.

125

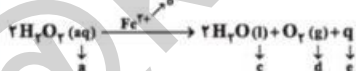
- (ا) در معادله نوشتاری حالت فیزیکی مواد مشخص می‌شود. نماد $\xrightarrow{\text{Pb}}$ یعنی پالادیوم یکی از واکنش‌دهنده‌ها می‌باشد.
- (ب) نماد $\xrightarrow{1200^\circ\text{C}}$ یعنی در اثر انجام شدن واکنش، دما 1200°C بالا می‌رود.
- (ت) بر اساس موازنه به روش وارسی، معمولاً به ترکیبی که دارای تعداد اتم بیش‌تری است، ضریب یک می‌دهیم و سپس موازنه را شروع می‌کنیم.
- (ث) مجموع ضرایب در معادله موازنه‌شده $\text{KNO}_3 \rightarrow \text{KNO}_2 + \text{O}_2$ برابر ۵ می‌باشد.
- (ج) نسبت ضریب P_2 به KH_2PO_4 در معادله $\text{P}_4 + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{KH}_2\text{PO}_4 + \text{PH}_3$ برابر $\frac{1}{3}$ می‌باشد.
- هر یک از عبارات‌های زیر را با انتخاب گزینه صحیح کامل کنید.

126

- (ا) در معادله (نوشتاری - نمادی) نام واکنش دهنده‌ها در سمت چپ و نام فراورده‌ها در سمت راست نوشته می‌شود و حالت فیزیکی مشخص نمی‌شود.
(ب) نماد $\xrightarrow{20\text{atm}}$ نشان می‌دهد که (واکنش در فشار 20atm انجام می‌گیرد - بعد از انجام واکنش فشار به 20atm می‌رسد).
(پ) طبق قانون پایستگی جرم، نه (اتم - مولکولی) از این می‌رود و نه (اتم - مولکولی) به وجود می‌آید.
(ت) برای رسیدن به یک معادله شیمیایی موازنه‌شده باید تعداد (اتم‌ها - مولکول‌ها) در دو طرف معادله یکسان باشد.

۱۲۷. چرا یک معادله شیمیایی باید موازنه شده باشد؟

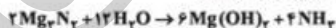
۱۲۸. مفهوم هر یک از نمادهای a, b, c, d و e را در واکنش زیر بنویسید.



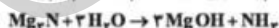
۱۲۹. هر یک از مفاهیم زیر را تعریف کنید.

- (أ) معادله نوشتاری (ب) معادله نمادی (پ) قانون پاستگی جرم

۱۳۰. چهار دانش آموز واکنش $\text{Mg}_r\text{N}_r + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_r + \text{NH}_r$ را مطابق معادله‌های زیر موازنه کرده‌اند:



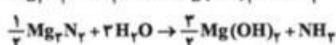
دانش آموز اول:



دانش، آموخ، دوم:



دانش آموز سوم:



دانش آموز چهارم:

- (ب) دلیل نادرست بودن معادله موازنه‌شده توسط هر یک از

۱۳۱. با توجه به واکنش $\text{NH}_3 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl} + \text{N}_2$ به پرسش‌ها پاسخ دهید.

- (ا) آیا می‌توان موازنه را از نیتروژن شروع کرد؟ چرا؟
(ب) آیا می‌توان موازنه را از هیدروژن شروع کرد؟ چرا؟
(پ) واکنش را موازنه کنید.

۱۳۲. واکنش‌های زیر را موازنه کنید.

- ا) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CaSO}_4 + \text{HF} + \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$
ب) $\text{CS}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{SO}_2$
پ) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2 \rightarrow \text{Fe} + \text{H}_2\text{O}$
ت) $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaNO}_3$
ث) $\text{NaAl}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$
ج) $\text{LiBH}_4 + \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{B}_2\text{N}_2\text{H}_6 + \text{H}_2 + \text{LiCl}$
چ) $\text{Na}_2\text{MoO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{Mo}_2\text{O}_7 + \text{NaOH}$

۱۳۳. یک مول از آسپارتام ($\text{C}_{14}\text{H}_{18}\text{N}_2\text{O}_5$) با ۲ مول آب واکنش می‌دهد و یک مول آسپارتیک اسید ($\text{C}_6\text{H}_8\text{NO}_4$)، یک مول متانول (CH_3OH) و یک مول فنیل آلانین می‌کند.

- (ا) فرمول مولکولی فنیل آلانین را بنویسید.
(ب) معادله نمادی واکنش را بنویسید.

قسمت هفتم: چه بر سر هواکره می‌آوریم؟

۱۳۴. جاهای خالی را با عبارت‌های مناسب کامل کنید.

- (ا) مهم‌ترین گاز گلخانه‌ای می‌باشد.
(ب) در اثر سوزاندن سوخت‌های فسیلی افزون بر گاز نیز وارد هواکره می‌شود.
(پ) هنگام استفاده از سوزار به دلیل مصرف انرژی الکتریکی مقداری وارد هواکره می‌شود.
(ت) هرچه مقدار CO_2 وارد شده به طبیعت زیاده‌تر باشد، ایجاد شده سنگین‌تر و اثر آن ماندگارتر است.
(ث) پرتوهای گسیل شده از سطح زمین به هواکره انرژی و طول موج دارند.
(ج) توسعه پایدار یعنی و
(چ) یا به شکل‌های گوناگون بلوری یا مولکولی یک عنصر گفته می‌شود.
(ح) مقدار اوزون در هواکره است.
(خ) هر ماده، تعیین‌کننده خواص و رفتار آن است.
(د) هنگام شکستن مولکول اوزون پرتوی مصرف می‌شود و هنگام تشکیل آن، پرتوی آزاد می‌شود.
(ذ) گاز نیتروژن در اثر رعد و برق با هوا ترکیب شده و تولید می‌کند.

۱۳۵. کلمه‌های مناسب را انتخاب کنید.

- (ا) نور خورشید هنگام گذر از هواکره با مولکول‌ها و دیگر ذره‌های موجود در آن برخورد می‌کند و (همه آن - تنها بخشی از آن) به سطح زمین می‌رسد.
(ب) اوزون در لایه‌های بالایی هواکره (استراتوسفر - تروپوسفر) مانند یک پوشش نازک دور تا دور کره زمین را احاطه کرده است.
(پ) مقدار گاز اوزون در هواکره (بسیار زیاد - بسیار ناچیز) است.
(ت) اوزون در لایه تروپوسفر (یافت می‌شود - یافت نمی‌شود).
(ث) اوزون در تروپوسفر (نقش مضر - نقش مفید) و در لایه استراتوسفر (نقش مضر - نقش مفید) دارد.
(ج) گاز نیتروژن به عنوان اصلی‌ترین جزء سازنده هواکره واکنش‌پذیری (بسیار کم - بسیار زیاد) دارد و به طور معمول با اکسیژن واکنش (می‌دهد - نمی‌دهد).

۱۳۶. درستی یا نادرستی جمله‌های زیر را مشخص کنید و علت نادرستی عبارت‌های نادرست را بنویسید.

- (ا) آلانندهای عمده هوا، اکسیدهای بازی NO_x و SO_x هستند.
(ب) استفاده از سوزار برای خشک کردن موهای خودمان، درصد گازهای هواکره را تغییر می‌دهد.
(پ) پرتوهای الکترومغناطیس که از طرف خورشید به سطح زمین وارد می‌شوند، انرژی بیش‌تر و طول موج کم‌تری دارند.
(ت) بخار آب و گازهای کربن دی‌اکسید و متان، گازهای گلخانه‌ای هستند.
(ث) پرتوهای فرسوخ مانند پرتوهای فرابنفش از شیشه عبور می‌کنند.
(ج) مقدار pH آب باران معمولاً اندکی بیش‌تر از ۷ است.

۱۳۷. هر یک از عبارت‌های ستون A مرتبط با یکی از موارد ستون B است، آن را مشخص کنید.

ستون A	ستون B
(ا) واکنش مربوط به تشکیل اوزون تروپوسفری	$\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}$ (a)
(ب) از بین رفتن مولکول‌های اوزون	$\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow \text{O}_3$ (b) فرسوخ
(پ) واکنش مربوط به تشکیل طبیعی NO	$\text{NO}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{نور خورشید}} \text{NO} + \text{O}_3$ (c)
(ت) تشکیل اوزون در لایه استراتوسفر	$\text{O}_2 + \text{O} \rightarrow \text{O}_3$ (d) فرابنفش

۱۳۸. در جدول زیر روش به دست آوردن مقدار کربن دی اکسید از روی قبض برق نشان داده شده است. در این جدول فرض شده است که برق خانگی شما را می توان به روش های گوناگون تهیه کرد. (لا میزان برق مصرفی خانه شما را نشان می دهد که از روی قبض برق می توانید آن را مشخص کنید).

ستون (۱)	ستون (۲)	ستون (۳)	ستون (۴)
برق مصرفی در ماه (کیلووات ساعت)	منبع تولید برق	مقدار کربن دی اکسید تولید شده در ماه (کیلوگرم)	مقدار کربن دی اکسید تولید شده در سال (کیلوگرم)
y	زغال سنگ	$0.9 \times y = \text{---}$	---
	نفت خام	$0.7 \times y = \text{---}$	---
	گاز طبیعی	$0.36 \times y = \text{---}$	---
	باد	$0.01 \times y = \text{---}$	---
	گرمای زمین	$0.03 \times y = \text{---}$	---
	انرژی خورشید	$0.05 \times y = \text{---}$	---

(۱) ستون های یک، سه و چهار جدول را کامل کنید.

(ب) استفاده از کدام منبع برای تولید برق، کربن دی اکسید بیش تری تولید خواهد کرد؟

(پ) چرا میزان کربن دی اکسید ایجاد شده برای منابع گوناگون انرژی با هم تفاوت دارد؟ توضیح دهید.

۱۳۹. گاز هیدروژن فراوان ترین عنصر در جهان است که به صورت ترکیب های گوناگون یافت می شود. این گاز مانند سوخت های فسیلی می تواند با اکسیژن بسوزد و نور و گرما تولید کند. با توجه به جدول زیر:

نام سوخت	بنزین	زغال سنگ	هیدروژن	گاز طبیعی
گرمای آزاد شده به ازای یک گرم (کیلوژول)	۴۸	۳۰	۱۴۳	۵۴
فرآورده های سوختن	$\text{CO}_2, \text{CO}, \text{H}_2\text{O}$	$\text{CO}_2, \text{CO}, \text{H}_2\text{O}, \text{SO}_2$	H_2O	$\text{CO}_2, \text{CO}, \text{H}_2\text{O}$

(ا) استفاده از کدام سوخت آلاینده های کم تری ایجاد می کند؟

(ب) تولید، حمل و نقل و نگهداری هیدروژن بسیار پرهزینه است، آیا تولید این گاز صرفه اقتصادی خواهد داشت؟

۱۴۰. چرا برخی کشورها برای تولید گاز هیدروژن سرمایه گذاری هنگفتی می کنند؟

۱۴۱. چرا برخی کشورها در پی تولید پلاستیک های زیست تخریب پذیرند، در حالی که قیمت تمام شده تولید پلاستیک های پایه نفتی در کارخانه ها، پایین تر است؟



۱۴۲. (ا) آرایش الکترون - نقطه ای دگرشکل های اکسیژن را رسم کنید.

(ب) شکل مقابل نمونه ای از این دو ماده را به حالت مایع نشان می دهد. جدول زیر

را کامل کنید و چگالی این دو دگرشکل را مقایسه کنید (شرایط STP)

نام دگرشکل	فرمول شیمیایی	جرم مولی	نقطه جوش (°C)	چگالی
اکسیژن	O_2	۳۲	-۱۸۶	---
اوزون	O_3	۴۸	-۱۱۲	---

(پ) در صنعت از گاز اوزون برای گندزدایی میوه ها، سبزیجات و از بین بردن جانداران ذره بینی درون آب استفاده می شود. آیا از این موضوع می توان نتیجه گرفت که اوزون از اکسیژن واکنش پذیرتر است؟

(ت) آیا اختلاف رفتار این دو ماده را می توان به این موضوع نسبت داد که: «ساختمان هر ماده، تعیین کننده خواص و رفتار آن است.»؟

۱۴۳. مجموعه واکنش های انجام شده در لایه اوزون را می توان با معادله مقابل نمایش داد:



(ا) شیمی دان ها به انجام واکنش در جهت «۱»، واکنش رفت می گویند. اگر در لایه اوزون فقط واکنش «۱» انجام شود، چه فاجعه ای رخ می دهد؟ توضیح دهید.

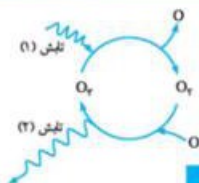
(ب) انجام واکنش در جهت «۲»، واکنش برگشت نامیده می شود. اگر در لایه اوزون فقط واکنش «۲» انجام شود، چه رخ می دهد؟ توضیح دهید.

(پ) واکنش تبدیل اوزون به اکسیژن یک واکنش برگشت پذیر است. با این توصیف، واکنش برگشت پذیر و برگشتناپذیر را تعریف کنید و چند مثال از آن ها در زندگی نام ببرید.

(ت) با توجه به برگشت پذیری واکنش تبدیل اوزون به اکسیژن، نقش محافظتی و ثابت ماندن مقدار اوزون در لایه استراتوسفر را توضیح دهید.

۱۴۴. کدام تغییر در سطح زمین و کدام در بالای سطح زمین صورت می گیرد؟ کدام تغییر سودمند و کدام مضر است؟





ویژگی	تابش (۱)	تابش (۲)
۱- تابشی که می‌تواند پیوندهای کووالانسی را بشکند.		
۲- تابشی که انرژی بیش‌تری دارد.		
۳- تابشی که طول موج بلندتری دارد.		

۱۴۵. با توجه به شکل روبه‌رو به پرسش‌ها پاسخ دهید.
 (ا) این چرخه چه نام دارد؟ و در کدام لایه از هواکره اتفاق می‌افتد؟
 (ب) نام هر یک از تابش‌های (۱) و (۲) را بنویسید.
 (پ) با توجه به ویژگی‌های داده‌شده، تابش درست را انتخاب کنید.

۱۴۶. جدول زیر را کامل کنید.

نام گاز	نماد یا فرمول شیمیایی	میزان واکنش پذیری در دما و فشار اتاق	آرایش الکترون نقطه‌ای	قیمت هر لیتر (ریال)	آلاینده یا غیر آلاینده
آرگون				۱۹۲	
اکسیژن				۳۵	
متان				۳	
کربن دی‌اکسید				۱۳	
نیتروژن				۷۱	

(ب) در بسته‌بندی مواد خوراکی، استفاده از کدام گاز مناسب‌تر است؟ چرا؟

قسمت هشتم: رفتار گازها

۱۴۷. جاهای خالی را با کلمات مناسب کامل کنید.

- (ا) حجم یک گاز با حجم برابر است.
 (ب) گازها بر خلاف جامدها و مایع‌ها
 (پ) با افزایش دما، حجم گازها
 (ت) با افزایش فشار، حجم گازها
 (ث) در شرایط STP، دما برابر و فشار برابر است.
 (ج) در شرایط STP، حجم یک مول از هر گازی برابر می‌باشد.
 (چ) به دانشی از شیمی که به ارتباط کثی میان مواد شرکت‌کننده در واکنش می‌پردازد واکنش می‌گویند.

$$(F = 19, Ar = 40; g \cdot mol^{-1})$$

۱۴۸. جرم مخلوطی از ۲/۴ مول گاز آرگون و ۱/۱ مول گاز فلوئور را محاسبه کنید.

۱۴۹. تعداد یون‌های موجود در چند گرم آلومینیم سولفات با تعداد اتم‌های موجود در ۶/۴ گرم گاز اکسیژن برابر است؟

$$(S = 32, Al = 27, O = 16; g \cdot mol^{-1})$$

$$(O = 16, C = 12, H = 1; g \cdot mol^{-1})$$

۱۵۰. در چند گرم متانول (CH_3OH) $1/24 \times 10^{23}$ اتم H وجود دارد؟

$$(C_2H_5O_2 = 180 \cdot g \cdot mol^{-1})$$

- (ا) چند مولکول گلوکز دارد؟ (ب) چند اتم اکسیژن دارد؟ (پ) چند مول اتم هیدروژن دارد؟

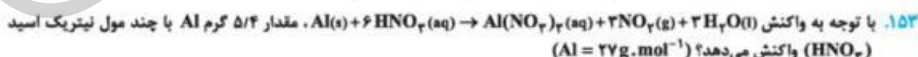


۱۵۲. با توجه به واکنش تجزیه سدیم آزید:

(ا) واکنش را موازنه کنید.

(ب) از تجزیه ۱۳ گرم NaN_3 چند مول فلز سدیم حاصل می‌شود؟

(پ) اگر بر اثر تجزیه سدیم آزید، ۱/۱۵ مول N_2 حاصل شود، چند گرم Na نیز ایجاد می‌شود؟



۱۵۴. مقدار ۱۶/۸ گرم سدیم هیدروژن کربنات خالص را در یک بوتله چینی می‌ریزیم و به اندازه کافی حرارت می‌دهیم تا به سدیم کربنات جامد، گاز کربن دی‌اکسید و بخار آب تجزیه شود. اگر ۳۰٪ آن تجزیه شده، جرم جامد باقی‌مانده در ظرف را حساب کنید.

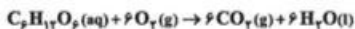
(ب) جرم گازهای تولیدشده چند گرم است؟ $(Na = 23, O = 16, C = 12, H = 1; g \cdot mol^{-1})$

۱۵۵. هر فرد به طور میانگین ۱۲ بار در دقیقه نفس می‌کشد و هر بار ۰/۵ لیتر هوا به ریه‌هایش وارد می‌کند.

(ا) در طول شبانه‌روز چند لیتر هوا و چند لیتر اکسیژن وارد شش‌های او می‌شود؟

(ب) حجم اکسیژن وارد شده به شش‌ها در طول شبانه‌روز، برابر با چند مول است؟ (شرایط STP)

۱۵۶. معادله اکسایش گلوکز در بدن برای تولید انرژی به صورت مقابل است:



(ا) بدن انسان در هر شبانه‌روز به طور میانگین ۲/۵ مول گلوکز مصرف می‌کند. برای مصرف این مقدار گلوکز به چند مول اکسیژن نیاز است؟

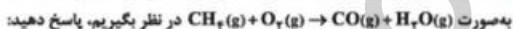
(ب) این مقدار اکسیژن هم‌ارز با چند لیتر اکسیژن است؟ (شرایط STP)

(پ) این مقدار اکسیژن هم‌ارز با چند گرم اکسیژن است؟

(ت) در اثر اکسایش ۲/۵ مول گلوکز چند گرم آب تولید می‌شود؟ ($H = 1, O = 16 \text{ g.mol}^{-1}$)

(ث) در اثر اکسایش کامل این مقدار گلوکز، چند لیتر کربن دی‌اکسید در شرایط STP تولید می‌شود؟

۱۵۷. گاز شهری به طور عمده از متان تشکیل شده و در محیطی که اکسیژن کم است، به صورت ناقص می‌سوزد. اگر معادله سوختن آن را



به صورت

(ا) معادله واکنش سوختن ناقص متان را موازنه کنید.

(ب) حجم گاز CO حاصل از سوختن ناقص ۴۸ گرم متان در شرایط STP چند لیتر است؟ ($C = 12, H = 1 \text{ g.mol}^{-1}$)

۱۵۸. جدول زیر داده‌هایی را دربارهٔ خودروهای یک کشور توسعه یافته نشان می‌دهد.

برچسب آلایندگی خودرو	گستره انتشار گاز کربن دی‌اکسید (گرم) به ازای طی یک کیلومتر
A	کمتر از ۱۲۰
B	۱۲۰-۱۴۰
C	۱۴۰-۱۵۵
D	۱۵۵-۱۷۰
E	۱۷۰-۱۹۰
F	۱۹۰-۲۲۵
G	بیش‌تر از ۲۲۵

(ا) نوعی خودرو در این کشور به ازای طی یک کیلومتر، ۱۰۵ گرم گاز کربن دی‌اکسید منتشر می‌کند. برچسب این خودرو را تعیین کنید.

(ب) هر خودرو به طور میانگین سالانه مسافتی حدود ۱۸۰۰۰ کیلومتر طی می‌کند. حساب کنید سالانه چند کیلوگرم گاز کربن دی‌اکسید بر اثر استفاده

از خودرو با برچسب A تا G وارد هوا کره می‌شود؟

(پ) فرض کنید این کشور در راستای توسعه پایدار سالانه دو نوع مالیات از مالکان خودرو دریافت می‌کند. مالیات سالانه برابر با ۱۰۰ یورو و مالیات متغیر

که به میزان گاز کربن دی‌اکسید تولید شده از خودرو بستگی دارد. اگر خودروهای دارای برچسب A از پرداخت مالیات متغیر معاف باشند، خودرو با

برچسب E سالانه چند یورو مالیات می‌پردازد؟ (راهنمایی: هر خودرو به ازای تولید هر صد کیلوگرم CO_2 اضافی دو یورو مالیات متغیر می‌پردازد.)

۱۵۹. هر سه بادکنک در دما و فشار ثابت قرار دارند. ($H_2 = 2, CO_2 = 44, Ne = 20 \text{ g.mol}^{-1}$)

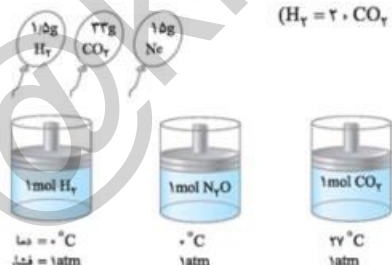
(ا) آیا حجم هر سه بادکنک یکسان است؟ چرا؟

(ب) آیا تعداد ذره‌های گاز در هر سه بادکنک یکسان است؟ چرا؟

۱۶۰. با توجه به شکل‌ها:

(ا) کدام گاز(ها) در شرایط استاندارد قرار دارد؟

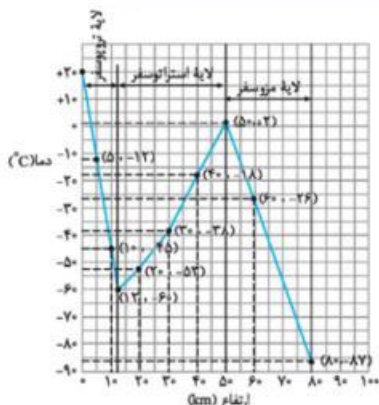
(ب) حجم کدام گاز(ها) بیش‌تر از ۲۲/۴ L است؟



۱۶۱. ۱/۶ لیتر گاز هوش‌بری در دمای ۲۰°C به یک بیمار از طریق تنفس داده می‌شود. حجم این گاز در شش‌های بیمار چقدر خواهد بود؟ (فشار

گاز ثابت است.)

پاسخ فصل ۲ رذ پای گازها در زندگی



نمودار تغییرات فشار بر حسب ارتفاع

۲-

(آ) تغییر فشار بر حسب ارتفاع الگوی منظمی دارد.

(ب) نمودار تغییر فشار بر حسب ارتفاع روند کاهشی دارد یعنی با افزایش ارتفاع فشار کاهش می‌یابد. زیرا با افزایش ارتفاع ستونی از هوا که در بالا وجود دارد وزن کم‌تری دارد و فشار کم‌تری را وارد خواهد کرد. اما نمودار تغییر دما بر حسب ارتفاع دارای بی‌نظمی است. ابتدا کاهش دما سپس افزایش دما و در نهایت کاهش دما مشاهده می‌شود که با توجه به این تغییرات، دما می‌توانیم هوا را به لایه‌های مختلف طبقه‌بندی کنیم.

۳-

(آ) فشار هوا کم‌تر از سطح دریاست. زیرا با افزایش ارتفاع از سطح دریا، ستونی از هوا که در بالای سر ما است، وزن کم‌تری دارد و فشار هوا کاهش می‌یابد.

(ب) فشار هوا در کنار دریای خزر بیش‌تر از سطح دریا است. چون ارتفاع آن پایین‌تر از سطح دریا می‌باشد.

۴- بله، تغییرات دما، لایه‌لایه بودن هوا کره را نشان می‌دهد.

۵- بله، کاهش می‌یابد چون با افزایش ارتفاع فاصله ذره‌های گاز از هم بیش‌تر شده و به عبارت دیگر تعداد ذره‌های گاز در واحد حجم (لیتر) کاهش می‌یابد. در نتیجه جرم گاز در یک لیتر کم شده و چگالی گاز کاهش می‌یابد.

$$m = \frac{m}{V}$$

۶- استراتوسفر

۸۲

لایه گازی آب‌رنگ پیرامون زمین که ما در زیر آن زندگی می‌کنیم. تأمین O_2 و CO_2 برای ادامه زندگی موجودات.

۷۹

(آ) زمین - سامانه خورشیدی

(ب) خاوی، رفتار و برهم کنش گازهای هواکره

(پ) دما - لایه لایه

(ث) کاهش - رقیق‌تر

(ت) پروتوهای پراش‌ری الکترومغناطیسی (ج) نیتروژن

(ج) ۷۵ - تروپوسفر (ج) آرگون - هلیوم

(خ) بی‌رنگ، بی‌بو و غیرسمی - ناچیز

۸۰

(آ) کاهش

(ب) انرژی گرمایی

(پ) ابتدا کاهش و سپس افزایش (ت) ۱۱، ۵۵°C

(ث) اول (ج) خیلی کم

(ج) جامد

۸۱

(آ) نادرست، روزهایی که باد می‌وزد یا در مکان‌هایی که هوا به خوبی در جریان است می‌توان وجود هوا را حس کرد.

(ب) درست

(پ) درست

(ت) درست

(ث) نادرست، مقدار ناچیزی هلیوم در هوا و مقدار بیش‌تری در لایه‌های زیرین پوسته زمین وجود دارد.

(ج) نادرست، رابطه درست: $T_K = T_C + 273$ می‌باشد.

۸۲

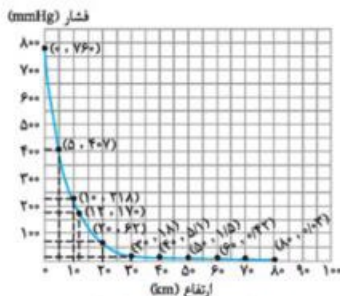
(آ) ۳ (ب) ۲

(پ) ۴ (ت) ۱

(ث) ۵ (ج) ۶

۸۳

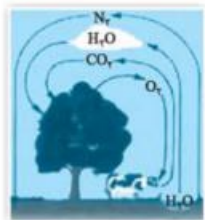
۱-



نمودار تغییرات فشار بر حسب ارتفاع

- ۹۴ (آ) همه (ب) اکسیژن (ت) SiO_2 (پ) مولکول دواتمی
- ۹۵ (آ) ترکیب (ب) کاهش
- ۹۶ (آ) همه (ب) اکسیژن (ت) SiO_2 (پ) مولکول دواتمی
- در هواکره به صورت مولکول های دواتمی در آبکره: در ساختار مولکول های آب در سنگکره: به صورت ترکیب با سایر عناصر در مولکول های زیستی: در ساختار همه مولکول های زیستی به صورت ترکیب.
- ۹۷ (آ) به عهده دانش آموز (ب) کاهش می یابد (پ) تقریباً ۸۴۸/۰ (ت) زیرا در قله های بلند فشار هوا کم تر است و به علت کمبود اکسیژن احتمال بروز سردرد و مشکلات تنفسی و احتمال مرگ هم وجود دارد.
- ۹۸ (آ) اکسید (ب) $\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3$ (ت) K_2S (پ) مس (II) اکسید (ت) سیلیسیم تتراپریمید - PCl_4
- ۹۹ (آ) کربن مونوکسید (ب) $\frac{2}{3}$ (ت) یوکسیت
- ۱۰۰ (آ) Cu و Fe (ب) $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{FeO} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$ (ت) اگر عنصر مربوط به کاتیون بیش از یک نوع کاتیون تولید کند، باید با عدد رومی داخل پرانتز، ظرفیت کاتیون مشخص شود. (ت) نام کاتیون + مقدار بار آن به رومی + نام آنیون + پسوند «ید»
- ۱۰۱ (آ) AlF_3 (ب) K_2S (ت) CuBr (ج) مس (II) کلرید (ت) کلرید
- ۱۰۲ (آ) کلرید (III) کروم، CrCl_3 (ب) کلرید (III) کروم، CrCl_3 (ت) کلرید (III) کروم، CrCl_3 (ج) کلرید (III) کروم، CrCl_3 (د) کلرید (III) کروم، CrCl_3
- ۱۰۳ (آ) نیتروژن دی اکسید (ب) نیتروژن دی اکسید (ت) گوگرد دی اکسید (ج) فسفر تری کلرید (خ) سیلیسیم تتراپریمید

- ۸۵ (آ) همه (ب) اکسیژن (ت) SiO_2 (پ) مولکول دواتمی
- ۸۶ (آ) شکل نشان می دهد که فشار هوا در همه جهتها و به طور یکسان وارد می شود. (ب) قویتری در همه جهتها فشرده شده و جمع می شود، چون فشار هوا در همه جهتها وارد می شود. (ت) قویتری در همه جهتها فشرده شده و جمع می شود، چون فشار هوا در همه جهتها وارد می شود.
- ۸۷ (آ) در بالای قله همانند فشار هوا کم بوده و با رسیدن به پایین کوه، بطری در اثر افزایش فشار هوای پیرامون آن فرو رفتگی پیدا می کند.
- ۸۸ (آ) N_2 (۱) Ar (۲) O_2 (۳)
- ۸۹ (آ) یز کردن بان های هوشناسی، تفریحی و تبلیغاتی، در جوشکاری، کپسول غواصی و مهم تر از همه، برای خنک کردن قطعات الکترونیکی در دستگاه های تصویربرداری مانند MRI
- ۹۰ (آ) از تقطیر جزء به جزء گاز طبیعی (۲) از تقطیر جزء به جزء هوای مایع (آ) تغییر دما (ب) لایه تروپوسفر - در فاصله ۱۲ - ۱۰ کیلومتری از سطح زمین
- ۹۱ (آ) $A \leftarrow B$ (۱)، $C \leftarrow B$ (۲)، $C \leftarrow A$ (۳)
- (ب) با افزایش ارتفاع، تعداد ذرات موجود در هواکره در واحد حجم کاهش می یابد و در نتیجه فشار هوا کاهش می یابد.
- ۹۲ (آ) همه (ب) اکسیژن (ت) SiO_2 (پ) مولکول دواتمی



- (ب) برهم کنش هواکره با زیست کره را بیان می کنند. زندگی جانداران گوناگون در زیست کره با گازهای هوا، گره خورده است. گیاهان با بهره گیری از نور خورشید و مصرف کربن دی اکسید هواکره، اکسیژن مورد نیاز جانداران را تولید می کنند. همچنین جانداران ذره بینی، گاز نیتروژن هواکره را برای مصرف گیاهان در خاک تثبیت می کنند.

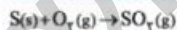
۱۱۰

ترکیب	الکترون های ظرفیت	ساختار لوویس	جفت الکترون پیوندی	جفت الکترون ناپیوندی	اکت
O _۲	۱۸		$\frac{3}{6} = \frac{1}{2}$	شده	
SO _۲	۱۸		$\frac{3}{6} = \frac{1}{2}$	شده	
BeCl _۲	۱۶		$\frac{2}{6} = \frac{1}{3}$	نشده	
HCN	۱۰	$H-C \equiv N:$	$\frac{4}{1} = 4$	شده	
SF _۶	۲۰		$\frac{2}{8} = \frac{1}{4}$	شده	
NH _۳	۸		$\frac{3}{1} = 3$	شده	
PCl _۳	۲۶		$\frac{3}{10}$	شده	
NO _۲	۱۷		$\frac{3}{5}$	نشده	
ClF _۳	۲۸		$\frac{3}{11}$	نشده	
NO _۲ ⁺	۱۶	$[\ddot{O}=N=\ddot{O}]^+$	$\frac{4}{4} = 1$	شده	
NO _۲ ⁻	۱۸	$[\ddot{O}=\ddot{N}=\ddot{O}]^-$	$\frac{3}{6} = \frac{1}{2}$	شده	
NH _۴ ⁺	۸		$\frac{4}{0}$	شده	
H _۳ O ⁺	۸		$\frac{3}{1} = 3$	شده	
H _۲ CO _۳	۲۴		$\frac{6}{6} = 1$	شده	

۱۱۱

اکسیژن با اغلب عناصرها و مواد واکنش می دهد. در واکنش با عناصرهای فلزی، اکسید فلزی و در واکنش با عناصرهای نافلزی، اکسید نافلزی تولید می کند.

۱۱۲



۱۱۳

(آ) سوختن: واکنش شیمیایی است که در آن، یک ماده با اکسیژن به سرعت واکنش می دهد و بخشی از انرژی شیمیایی آن به صورت گرما و نور آزاد می شود.

(ب) سوختن کامل: واکنش سوختن است که در آن مقدار اکسیژن به اندازه کافی باشد.

(پ) سوختن ناقص: واکنش سوختن است که در آن مقدار اکسیژن، کافی نیست.

۱۱۴

در سوختن کامل، گاز کربن دی اکسید و بخار آب تشکیل می شود. ولی در سوختن ناقص، کربن مونوکسید نیز حاصل می شود.

۱۰۴

نام یون	نماد شیمیایی	نام یون	نماد شیمیایی
هیدروژن	H ⁺	فسفات	PO _۴ ⁻
برمید	Br ⁻	هیدروکسید	OH ⁻
یدید	I ⁻	پرمنگنات	MnO _۴ ⁻
دی کرومات	Cr _۲ O _۷ ⁻	پتاسیم	K ⁺
کربنات	CO _۳ ⁻	نیتريت	NO _۲ ⁻
اکسید	O ^{۲-}	هیدروژن سولفات	HSO _۴ ⁻

۱۰۵

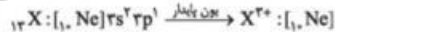
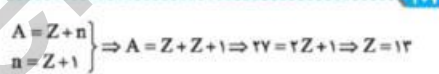


۱۰۶



ترکیب A⁻ و B^{۲+} BA_۲ ترکیب حاصل، یک ترکیب یونی است.

۱۰۷



فرمول اکسید: X_۲O_۳ (ترکیب یونی) - فرمول کلرید: XCl_۳ (ترکیب مولکولی)
X همان Al است که اکسید آن یونی و کلرید آن مولکولی است.

۱۰۸



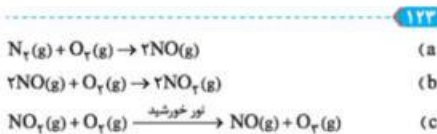
۱۰۹

(آ) یک برابر، چهار جفت الکترون پیوندی و چهار جفت الکترون ناپیوندی

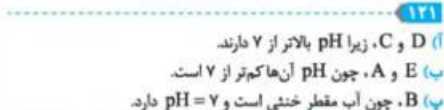
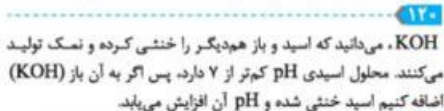
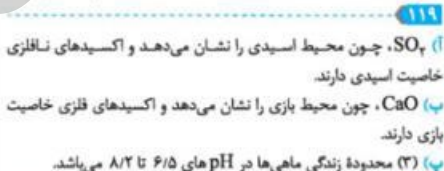
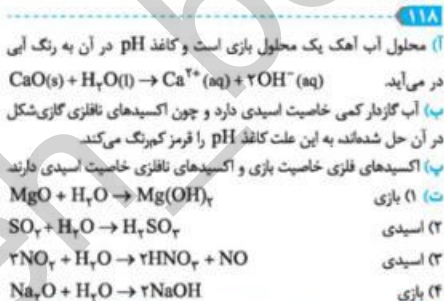
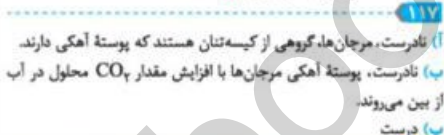
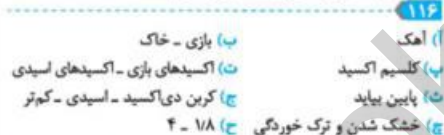
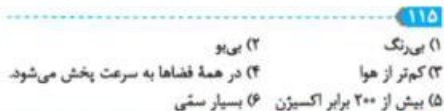
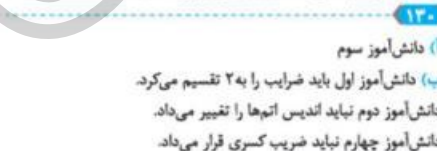
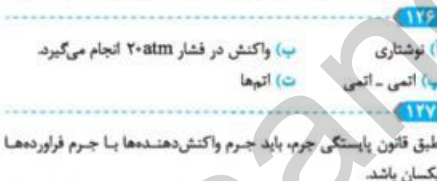
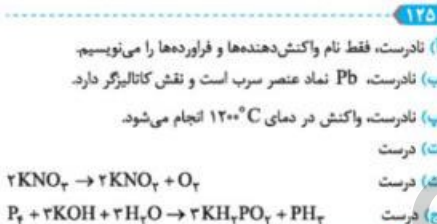
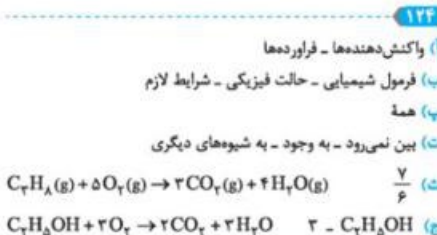


(ب) دو برابر، چهار جفت الکترون پیوندی و دو جفت الکترون ناپیوندی دارد.





(d) هوای آلوده شهر که به رنگ قهوه‌ای دیده می‌شود.
 (e) اکسیدهای نیتروژن و گوگرد دی‌اکسید



شناساگر	رنگ محلول‌های مختلف		
	اسیدی	خنثی	بازی
لیتموس	سرخ	بنفش	آبی
فنول‌فتالین	بی‌رنگ	بی‌رنگ	ارغوانی
متیل نارنجی	سرخ	نارنجی	زرد



۱۳۸

(ا) به عنوان مثال $y=150$ را در نظر بگیرید.

ستون ۱	ستون ۳	ستون ۴
$y=150$	$0/9 \times 150 = 135$	$135 \times 12 = 1620$
	$0/7 \times 150 = 105$	$105 \times 12 = 1260$
	$0/36 \times 150 = 54$	$54 \times 12 = 648$
	$0/1 \times 150 = 15$	$15 \times 12 = 18$
	$0/03 \times 150 = 4/5$	$4/5 \times 12 = 54$
	$0/05 \times 150 = 7/5$	$7/5 \times 12 = 90$

(ب) زغال سنگ

(پ) چون مقدار کربن در منابع مختلفه متفاوت است پس CO_2 حاصل از واکنش کربن و اکسیژن نیز در منابع گوناگون انرژی، مقدار متفاوتی خواهد داشت.

۱۳۹

(ا) هیدروژن

(ب) به علاوه، زیرا هم آلاینده‌های کمتری دارد و هم به علت در نظر گرفتن ملاحظات اجتماعی و زیست‌محیطی باعث توسعه پایدار می‌شود.

۱۴۰

زیرا برای توسعه پایدار علاوه بر ملاحظات اقتصادی، ملاحظات زیست‌محیطی و اجتماعی را هم در نظر می‌گیرند.

۱۴۱

به خاطر ملاحظات زیست‌محیطی - پلاستیک‌های پایه نفتی آلوده‌کننده محیط‌زیست هستند. هزینه بسیار زیادی برای آلودگی‌های حاصل از این پلاستیک باید در محیط‌زیست صرف شود.

۱۴۲



(ب) چگالی اکسیژن $\frac{16}{L}$ و چگالی اوزون $\frac{24}{L}$ می‌باشد. در جرم‌های یکسان اوزون به علت داشتن چگالی بیش‌تر حجم کم‌تری را اشغال می‌کند.

(پ) به علاوه، در اوزون انرژی پیوندهای اکسیژن - اکسیژن کمتر از انرژی این پیوند در اکسیژن است. به این علت راحت‌تر در واکنش‌ها شرکت می‌کند.

(ت) به علاوه، اوزون ساختاری خمیده، ولی اکسیژن ساختاری خطی دارد.

۱۴۳

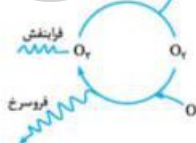
(ا) اوزون از بین می‌رود و پروتوهای پرتانرژی فرابنفش خورشید به سطح زمین می‌رسند.

(ب) با مصرف O_3 و O_2 ، چرخه ثابت ماندن O_3 مختل می‌شود.

(پ) واکنش برگشت‌پذیر واکنشی است که در آن فراورده‌ها می‌توانند در شرایط مناسب واکنش‌دهنده‌ها را تولید کنند. مثل بخار شدن و مایع شدن آب.

واکنش برگشت‌ناپذیر واکنشی است که در آن فراورده‌ها نمی‌توانند واکنش‌دهنده را مجدداً تولید کنند مانند سوختن متان.

(ت) با توجه به چرخه اوزون غلظت اوزون در استراتوسفر ثابت می‌ماند و پرتو پرتانرژی خورشید را جذب می‌کند.

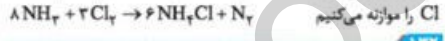
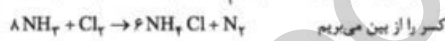
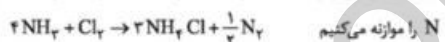
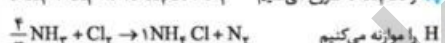


۱۳۱

(ا) خیر، چون در طرف دوم به حالت آزاد است و همچنین در ساختار دو ماده در یک طرف قرار دارد.

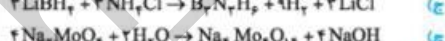
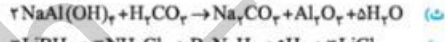
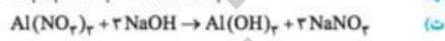
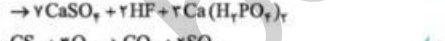
(ب) به علاوه، زیرا هیدروژن در هر سمت فقط در ساختار یک ماده قرار دارد.

(پ) از NH_4Cl شروع می‌کنیم

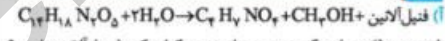


۳۶۶

۱۳۲



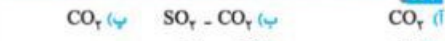
۱۳۳



با توجه به قانون پایستگی جرم می‌توان نتیجه گرفت که فنیل‌آلین باید ۹ اتم کربن، یازده اتم هیدروژن، یک اتم نیتروژن و دو اتم اکسیژن داشته باشد. فنیل‌آلین: $C_9H_{11}NO_2$



۱۳۴



(ت) ردیابی (ث) کم‌تر - بلندتر

(ج) ملاحظات اجتماعی - اقتصادی - زیست‌محیطی

(ج) گردشگر - آلوتروپ (ج) ناچیز (خ) ساختار

(د) فرابنفش - فروسرخ (د) اکسیژن - اکسید نافلزی

۱۳۵

(ا) تنها بخشی از (ب) استراتوسفر

(ب) بسیار ناچیز (ت) یافت می‌شود

(ث) نقش مضر - نقش مفید (ج) بسیار کم - نمی‌دهد

۱۳۶

(ا) نادرست، آلاندهای عمده هوا اکسیدهای اسیدی NO_2 و SO_2 هستند

(ب) درست (پ) درست (ت) درست

(ث) نادرست، انرژی پرتوهای فروسرخ کمتر است و از شیشه نمی‌توانند عبور کنند

(ج) نادرست، pH آب باران معمولاً اندکی کمتر از ۷ است.

۱۳۷

(ا) c (ب) d (پ) a (ت) b

۱۵۰

فرمول متانول CH_3OH است و در هر مول از آن، ۴ مول اتم H وجود دارد.
 $g \text{ CH}_3\text{OH} = \frac{1}{20.4} \times 10^{23} \text{ H اتم}$
 $\times \frac{1 \text{ mol H}}{6.02 \times 10^{23} \text{ H اتم}} \times \frac{1 \text{ mol CH}_3\text{OH}}{4 \text{ mol H}} \times \frac{32 \text{ g CH}_3\text{OH}}{1 \text{ mol CH}_3\text{OH}}$
 $= 1.6 \text{ g CH}_3\text{OH}$

۱۵۱

ا) $? \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = 30 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \times \frac{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{180 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}$
 $\times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \text{ مولکول}}{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} = 1.0 \times 10^{23} \text{ مولکول}$
 ب) $? \text{O} = 30 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \times \frac{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{180 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}$
 $\times \frac{6 \text{ mol O}}{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ O اتم}}{1 \text{ mol O}} = 6.02 \times 10^{23} \text{ اتم}$
 پ) $? \text{H} = 30 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \times \frac{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{180 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}$
 $\times \frac{12 \text{ mol H}}{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} = 2 \text{ mol H}$

۱۵۲

ا) $2 \text{ NaNaF} (s) \rightarrow 2 \text{ Na} (s) + 2 \text{ F}_2 (g)$
 $\text{NaNaF} = 23 + 2(19) = 65 \text{ g.mol}^{-1}$
 ب) $? \text{mol Na} = 12 \text{ g NaNaF} \times \frac{1 \text{ mol NaNaF}}{65 \text{ g NaNaF}}$
 $\times \frac{2 \text{ mol Na}}{2 \text{ mol NaNaF}} = 0.2 \text{ mol Na}$
 پ) $? \text{g Na} = 0.15 \text{ mol Na} \times \frac{23 \text{ g Na}}{1 \text{ mol Na}} = 3.45 \text{ g Na}$

۱۵۳

$? \text{mol HNO}_3 = 5.4 \text{ g Al} \times \frac{1 \text{ mol Al}}{27 \text{ g Al}} \times \frac{6 \text{ mol HNO}_3}{1 \text{ mol Al}}$
 $= 1.2 \text{ mol HNO}_3$

۱۵۴

ابتدا معادله واکنش را نوشته و بعد موازنه می‌کنیم:
 $2 \text{ NaHCO}_3 (s) \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 (s) + \text{CO}_2 (g) + \text{H}_2\text{O} (g)$
 ا) نخست ۳۰٪ تجزیه شده از $16/18 \text{ NaHCO}_3$ را به دست می‌آوریم:
 $16/18 \text{ NaHCO}_3 \times \frac{30}{100} = 5.4 \text{ g NaHCO}_3$ تجزیه شده
 در مرحله بعد، باقی‌مانده NaHCO_3 را در ظرف واکنش به دست می‌آوریم:
 $16/18 \text{ NaHCO}_3 - 5.4 \text{ g NaHCO}_3 = 1.1 \text{ g NaHCO}_3$ باقی‌مانده

۱۴۴

ا) در سطح زمین صورت می‌گیرد و اوزون تروپوسفری را تولید می‌کند که بسیار خطرناک و سمی است.
 ب) در بالای زمین و در استراتوسفر صورت می‌گیرد و باعث می‌شود غلظت اوزون ثابت بماند و کره زمین را از خطر اشعه‌های خطرناک خورشید حفظ کند.

۱۴۵

ا) چرخه اوزون - استراتوسفر
 ب) ۱- فرابنفش، ۲- فروسرخ
 پ) ۱- تابش (۱)، ۲- تابش (۱)، ۳- تابش (۲)

۱۴۶

نام گاز	نماد یا فرمول شیمیایی	وزن اتمی و واکنش پذیری در دمای اتاق (ریال)	آرایش الکترون - نقطه جوش	قیمت هر لیتر غیرالایند	الایند یا غیرالایند
آرگون	Ar	ندارد	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$	۱۹۲	غیرالایند
اکسیژن	O ₂	دارد	$\ddot{O} = \ddot{O}$	۲۵	غیرالایند
متان	CH ₄	دارد	$\begin{array}{c} H \\ \\ H - C - H \\ \\ H \end{array}$	۲	الایند
کربن دی‌اکسید	CO ₂	ندارد	$\ddot{O} = C = \ddot{O}$	۱۳	الایند
نیترژن	N ₂	ندارد	$N \equiv N$	۷۱	غیرالایند

ب) نیترژن، چون نیترژن در دما و فشار اتاق واکنش‌پذیری ندارد و نسبت به آرگون اوزان تر است.

۱۴۷

ا) ظرف محتوی آن
 ب) افزایش می‌یابد
 ج) صفر درجه سلسیوس - ۱ atm
 د) ۲۲/۴ L
 ه) استوکیومتری

۱۴۸

آرگون، گاز تک‌اتمی و فلئورید گازی دواتمی است. ابتدا جرم مولی آن را حساب می‌کنیم:

$$\text{Ar} = 40 \text{ g.mol}^{-1}, \quad \text{F}_2 = 38 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} ? \text{g Ar} = 0.2 \text{ mol} \times \frac{40 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 8 \text{ g Ar} \\ ? \text{g F}_2 = 0.1 \text{ mol} \times \frac{38 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 3.8 \text{ g F}_2 \end{cases} \Rightarrow \text{جرم کل} = 8 + 3.8 = 11.8 \text{ g}$$

۱۴۹

ابتدا مول اتم اکسیژن را حساب می‌کنیم:
 $? \text{mol O} : 6.4 \text{ g O}_2 \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{32 \text{ g O}_2} \times \frac{2 \text{ mol O}}{1 \text{ mol O}_2} = 0.2 \text{ mol O}$
 باید ببینیم در چند گرم $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ مقدار 0.2 mol یون وجود دارد.
 در هر مول $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ۵ مول یون وجود دارد:

$$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 = 2 \text{ Al}^{3+} + 3 \text{ SO}_4^{2-}$$

$$? \text{g Al}_2(\text{SO}_4)_3 = 0.2 \text{ mol یون} \times \frac{1 \text{ mol Al}_2(\text{SO}_4)_3}{5 \text{ mol یون}}$$

$$\times \frac{342 \text{ g Al}_2(\text{SO}_4)_3}{1 \text{ mol Al}_2(\text{SO}_4)_3} = 22.32 \text{ g Al}_2(\text{SO}_4)_3$$



آب، آهنگ زندگی

فصل ۳

۳۶۹

قسمت اول: آب، آهنگ زندگی

۱۶۲. جاهای خالی را با عبارت مناسب کامل کنید.

- (ا) زمین در فضا به رنگ است زیرا نزدیک به سطح آن از آب تشکیل شده است.
- (ب) بیش از آب‌های زمین در دریاها و اقیانوس‌ها متمرکز هستند.
- (پ) استفاده از آب شیرین منابع برای انسان و حیوانات سخت و غیرممکن است. زیرا سرعت آب شدن آن‌ها بسیار آهسته است و دسترسی به آن بسیار سخت است.
- (ت) قاره آسیا، پهناورترین قاره جهان، با بیش از جمعیت جهان، خشک‌ترین قاره است.
- (ث) ایران تنها درصد از منابع آب شیرین جهان را دارد.
- (ج) توزیع آب در سرتاسر جهان به‌صورت است.
- (چ) از واکنش محلول حاوی Ba^{2+} با محلول حاوی SO_4^{2-} رسوب رنگ تشکیل می‌شود.
- (ح) برای شناسایی یون سرب (Pb^{2+}) از محلول حاوی ید (I^-) استفاده می‌شود و رسوب تشکیل می‌شود.
- (خ) آهن (III) برمید، نمونه‌ای از ترکیب یونی است.
- (د) ترکیب یونی ناشی از یون‌های مس (I) و یون اکسید، نام دارد.
- (ذ) یون SO_4^{2-} و NO_3^- ، نمونه‌ای از یون‌های هستند.
- (ر) نام یون HSO_4^- و یون $Cr_2O_7^{2-}$ است.
- (ز) فرمول شیمیایی آمونیوم فسفات به‌صورت است.
- (زا) یون تا ۶۰٪ از پوسیدگی مینای دندان پیشگیری می‌کند که طبق اعلام سازمان بهداشت جهانی، مقدار مجاز آن در آب آشامیدنی ppm است.
- (س) آب اقیانوس‌ها و دریاها مخلوطی است که اغلب مزه دارد.
- (ش) گره زمین را می‌توان سامانه‌ای بزرگ در نظر گرفت که شامل چهاربخش و است.
- (ص) از مولکول‌های کوچک آب، یون‌ها و غیره تشکیل شده است.
- (ض) سنگ‌کره از مواد تشکیل شده است.
- (ط) بیش‌ترین مقدار کاتیون موجود در آب دریا مربوط به و بیش‌ترین مقدار آنیون موجود در آن، است.
- (ظ) اقیانوس‌ها و کوه‌های یخ از آب سطح زمین را پوشانده است.
- (ع) رسوب رنگ ناشی از واکنش نقره نیترات با محلول سدیم کلرید، نام دارد.
- (غ) در ترکیب یونی آمونیوم سولفات، نوع عنصر وجود دارد و تعداد اتم برابر است.

۱۶۳. هر یک از جمله‌های زیر را با انتخاب گزینه صحیح کامل کنید.

- (ا) خشک‌ترین قاره جهان (آسیا - آفریقا) است.
- (ب) از منابع آب شیرین جهان حدود (۲۶٪ - ۴۰٪) در ایران وجود دارد.
- (پ) بیش‌تر مصرف آب شیرین در بخش (کشاورزی - صنعتی) است.
- (ت) برای شناسایی یون نقره از محلول حاوی یون (Cl^- - NO_3^-) استفاده می‌شود.
- (ث) محلول حاوی یون آهن (III) در واکنش با یون هیدروکسید رسوب (زرد - قرمز قهوه‌ای) تولید می‌کند.
- (ج) یون نیتريد به‌صورت (N_3^- - N^{3-}) می‌باشد که ترکیب آن با یون سدیم به‌صورت (NaN_3 - Na_3N) درمی‌آید.



چ) نام علمی $ZnCl_2$ به صورت (روی کلرید) و FeO به صورت آهن (II) اکسید - آهن (I) اکسید بیان می شود.
ح) از ترکیب های یونی سه تایی، می توان (کلسیم گرینات - سدیم سولفید) را نام برد.
خ) از انحلال هر مول سدیم سولفات در آب (۲ مول - ۳ مول) یون تولید می شود.
د) در ترکیب سدیم متگنات، نسبت شمار اتم های سازنده ترکیب به تعداد عناصر سازنده ترکیب $(\frac{3}{4} - \frac{1}{4})$ است.
ذ) لیتیم سولفات دارای فرمول $(LiSO_4 - Li_2SO_4)$ است.

ر) ترکیب حاصل از یون آهن (III) و نیتريت به صورت $(Fe(NO_3)_3 - Fe(NO_2)_3)$ است.
ز) به آب آشامیدنی، مقدار بسیار کمی یون (کلرید - فلوئورید) می افزایند زیرا این یون سبب حفظ سلامت دندان ها می شود.
ز) نقره کلرید ترکیب (محلول - نامحلول) در آب است.
س) آب باران در هوای پاک (تقریباً - کاملاً) خالص است.
ش) $(\frac{75}{100} - \frac{66}{100})$ از جمعیت جهان تا سال ۲۰۲۵ با کمبود آب روبه رو خواهند شد.
ص) زیست کره شامل جانداران روی کره زمین است. در واکنش های آن ها (درشت مولکول ها - ترکیب های آلی) نقش اساسی ایفا می کنند.
ض) در آب دریاها و اقیانوس ها $(5 \times 10^{16}$ تن - $1/5 \times 10^{18}$ تن) نمک حل شده است.

۱۶۴. درستی و نادرستی هریک از جمله های زیر را مشخص کنید. دلیل نادرستی یا شکل درست جمله های نادرست را بنویسید.

- منابع آب ایران نسبت به جهان چشمگیر است.
- چگالی آب در حالت جلد از حالت مایع آن بیش تر است.
- زمین به دلیل در برداشتن آب زیاد تا چندین سال دچار کمبود آب نمی شود.
- از واکنش محلول باریم نیترات با سدیم سولفات، ترکیبی به صورت رسوب زرد رنگ تشکیل می شود.
- یون های نیترات (NO_3^-) ، پر اکسید (O_2^{2-}) ، اکسید (O^{2-}) ، یون های چند اتمی هستند.
- برای شناسایی یون سرب در آب می توان به آن، ترکیب سدیم پدید اضافه کرد.
- در سدیم پر اکسید، نسبت کاتیون به آنیون ۱ به ۲ است.
- تعداد الکترون مبادله شده برای تشکیل پیوند یونی در واکنش کلسیم با فسفر و تشکیل ترکیب کلسیم فسفید، برابر ۶ مول الکترون است.
- نسبت تعداد اتم به عنصر در ترکیب مس (II) سولفات برابر با نسبت تعداد کاتیون به آنیون در آمونیوم سولفید است.
- نسبت کاتیون به آنیون در ترکیب آلومینیم گرینات برابر با نسبت آنیون به کاتیون در سدیم گرینات است.
- از محلول سدیم کلرید می توان برای شناسایی محلول حاوی نقره نیترات استفاده کرد.
- در شناسایی یون باریم، از واکنش محلول سدیم سولفات با محلول باریم کلرید استفاده می شود که رسوب سفید رنگ تشکیل داده و مجموع ضرایب مواد در معادله موازنه شده آن ۶ است.
- با توجه به مدل فضا پر کن $\left[\begin{array}{c} O \\ | \\ S \\ | \\ O \end{array} \right]^{2-}$ با K^+ ترکیب K_2SO_4 تشکیل می شود.

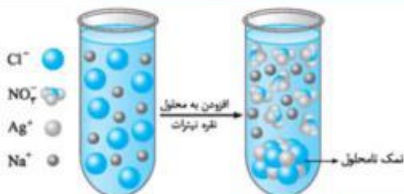
۱۶۵. چرا با وجود آن که $\frac{3}{4}$ کره زمین را آب پوشانده است، انسان ها برای تأمین آب آشامیدنی و کشاورزی خود با مشکل روبه رو هستند؟

۱۶۶. آیا منابع قابل استفاده آب شیرین به طور یکنواخت در سراسر جهان پراکنده شده اند؟ چه عواملی در این پراکندگی مؤثر هستند؟

۱۶۷. به سؤالات زیر پاسخ کوتاه دهید.

- کره زمین با در نظر گرفتن یک سامانه بزرگ شامل چه بخش هایی است و آیا رابطه ای بین آن ها وجود دارد؟
- با استفاده از شکل روبه رو، توضیح دهید چرا زمین از دیدگاه شیمیایی پویاست؟
- «دریاها و اقیانوس ها منابع ارزشمندی برای تهیه و استخراج مواد شیمیایی گوناگون هستند.» این جمله را توضیح دهید.
- چرا با توجه به این که ۷۵٪ از سطح زمین را آب پوشیده شده است اما مردم جهان با کمبود آب آشامیدنی مواجه هستند؟





۱۶۸. با توجه به شکل روبه‌رو، به سوالات پاسخ دهید.
 (ا) معادله واکنش انجام‌شده را بنویسید و موازنه کنید.
 (ب) این روش برای شناسایی کدام یون به کار می‌رود؟
 (پ) رسوب حاصل چه رنگی است و یون‌های چندانی کدامند؟

۱۶۹. با توجه به یون‌ها جدول زیر را با فرمول نمک‌ها کامل کنید.

آنیون \ کاتیون	فسفات	کلرات	کربنات	نیتрат
Mg^{2+}				
Fe^{2+}				
Zn^{2+}				
NH_4^+				

۱۷۰. نام یا فرمول ترکیب‌های حاصل از یون‌های زیر را بنویسید.
 (ا) $Fe(NO_3)_3$ (ب) $FeCO_3$ (ج) $RbHSO_4$ (ت) $Ca(H_2PO_4)_2$
 (ث) مس (I) هیدروکسید: (ج) نقره کلرید: (چ) واندیم (II) نیترات: (ح) کلسیم کرومات:

۱۷۱. کدام یک از موارد روبه‌رو یون تک‌اتمی و کدام یک چنداتمی به شمار می‌آید؟
 Cl^- , N^{3-} , Co^{2+} , N_2 , NO_3^- , ClO_4^- , Cu^{2+}
 ۱۷۲. با در نظر گرفتن معادله واکنش روبه‌رو به پرسش‌ها پاسخ دهید.
 $BaCl_2(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow AgCl(\dots\dots\dots) + Ba(NO_3)_2(\dots\dots\dots)$
 (ا) در جای خالی واکنش، حالت فیزیکی را بنویسید.
 (ب) رنگ ترکیب‌های تولیدشده را بنویسید.



۱۷۳. شکل مقابل مربوط به افزایش محلول پتاسیم یدید به محلول سرب (II) نیترات است.
 (ا) معادله واکنش انجام‌شده را نوشته و موازنه کنید.
 (ب) رسوب حاصل چه رنگی است و چه نام دارد؟

۱۷۴. اگر فرمول آلومینیم فسفات به صورت $AlPO_4$ و فرمول باریم کلرید به صورت $BaCl_2$ باشد، فرمول باریم فسفات کدام است و نسبت تعداد کاتیون به آنیون در آن کدام است؟

۱۷۵. نام یا فرمول ترکیبات زیر را بنویسید.
 (ا) سزیم پدات (ب) منگنز (II) منگنات (ج) $FeCO_3$ (ت) $Ca(CN)_2$
 (ا) روی کلرید (ب) کربنات (II) اکسید (ج) MgO_2 (ح) $Ag_2Cr_2O_7$

۱۷۶. در هر یک از فرمول‌های شیمیایی منگنز (II) دی‌کرومات و کلسیم هیدروژن کربنات، نسبت تعداد اتم‌ها به تعداد عنصرها کدام است؟
 ۱۷۷. فرمول شیمیایی حاصل از ترکیب یون‌های داخل پرانتز را بنویسید.

- (ا) یون‌های آلومینیم - سوپرآکسید
 (ب) یون‌های تیتانیوم (II) - هیپوکلریت
 (ت) یون‌های مس (I) - نیتريد
 (ب) یون‌های آهن (III) - نیتريت
 (ت) یون‌های گالیم - سولفید

۱۷۸. عنصر X در ترکیب $X(NO_3)_3$ و XPO_4 را ایجاد کرده است. چه تعداد از عنصرهای زیر را می‌توان به جای X در نظر گرفت که در هر دو ترکیب صدق کند؟
 $Ca - Cr - Cu - Fe - Al - Mg$

۱۷۹. کدام یک از ترکیب‌های زیر دوتایی، سه‌تایی و چندتایی است؟
 «کلسیم هیدروژن سولفات - آمونیوم سولفید - سدیم سیانید - کروم (III) یدید»

۱۸۰. تعداد الکترون مبادله‌شده در تشکیل ترکیب‌های یونی Na_3P و $CaCl_2$ چه تعداد است؟

۱۸۱. در ساختار یون‌های چنداتمی، اتم‌ها با یکدیگر چه پیوندی دارند و در واکنش‌ها به چه صورت عمل می‌کنند و بار آن‌ها به کدام قسمت ترکیب تعلق دارد؟

۱۸۲. از انحلال هر واحد آمونیوم کرومات و آلومینیم سیانید در آب، چند یون تولید می‌شود؟

۱۸۳. یون فلئورید تا چند درصد از پوسیدگی دندان پیشگیری می‌کند و در چه نوع غذاهایی فلئورید بیش‌تری وجود دارد و میزان مجاز آن طبق سازمان بهداشت جهانی چقدر اعلام شده است؟

قسمت دوم: غلظت

۱۸۴. جاهای خالی را با عبارت مناسب کامل کنید.

- (ا) کمیت برای بیان غلظت محلول‌ها به ویژه محلول‌های بسیار رقیق به کار می‌رود.
 (ب) سرکه خوراکی که به عنوان چاشنی در غذاها مصرف می‌شود، محلول استیک اسید در آب است.
 (پ) یک محلول دست‌کم از دو جزء و تشکیل شده است.
 (ت) در محلول‌های بسیار از یک حل‌شونده در آب، می‌توان را به‌صورت میلی‌گرم در یک لیتر محلول تعریف کرد.
 (ث) بیش‌ترین کاربرد NaCl ، در تهیه ، ، و گاز هیدروژن است.

۱۸۵. هریک از عبارات‌های زیر را با انتخاب گزینهٔ صحیح کامل کنید.

- (ا) ۴۰ گرم سدیم هیدروکسید با جرم مولی 40 g.mol^{-1} در یک لیتر محلول (۱ - ۰/۵) مولار است.
 (ب) محلول ۲ مولار سولفوریک اسید، دارای (۲ - ۱) مول حل‌شونده در ۰/۵ لیتر محلول است.
 (پ) در استخراج منیزیم، در مرحلهٔ نخست منیزیم را به‌صورت مادهٔ جامد و نامحلول $(\text{Mg}(\text{OH})_2 - \text{MgCl}_2)$ رسوب می‌دهند.
 (ث) مقدار ۵ گرم سدیم کلرید را در ۱۵ گرم آب حل کرده‌ایم. درصد جرمی سدیم کلرید در این محلول، (۲۵ - ۳۵) درصد است.
 (ث) در ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول فسفریک اسید $(\text{H}_3\text{PO}_4 = 98 \text{ g.mol}^{-1})$ ، ۴/۹۰ گرم اسید موجود است، غلظت مولار آن (۰/۵ - ۰/۱۵) است.

۱۸۶. درستی و نادرستی جمله‌های زیر را مشخص کنید.

- (ا) اگر درصد جرمی محلولی ۲۴٪ باشد، ppm این محلول برابر 2400 ppm است.
 (ب) محلول سدیم هیدروکسید ۲۰٪ جرمی و چگالی 1 g.mL^{-1} دارای غلظت ۵ مولار است. (جرم مولی سدیم هیدروکسید ۴۰ گرم بر مول است).
 (پ) در تهیهٔ فلز سدیم، جریان برق را از سدیم کلرید جامد عبور می‌دهیم.
 (ت) مقدار ppm را می‌توان از ضرب درصد جرمی در 10^3 به‌دست آورد.

۱۸۷. غلظت یون Na^+ در آب دریا 400 ppm است. در ۱۰۰۰ گرم آب دریا چند میلی‌گرم یون Na^+ وجود دارد؟

۱۸۸. غلظت یون Ca^{2+} در آب دریاچه‌ای برابر 200 ppm است. اگر فرض کنیم همهٔ یون‌های کلسیم در این دریاچه ناشی از انحلال کلسیم کلرید است، چند گرم یون کلرید در ۵۰۰۰۰ گرم آب دریاچه وجود دارد؟ $(\text{Cl} = 35.5, \text{Ca} = 40; \text{g.mol}^{-1})$

۱۸۹. با ۴ میلی‌گرم سدیم هیدروکسید به تقریب چند گرم محلول 50 ppm آن را می‌توان تهیه کرد و این محلول با چند گرم HCl واکنش می‌دهد؟ $(\text{Cl} = 35.5, \text{Na} = 23, \text{O} = 16, \text{H} = 1; \text{g.mol}^{-1})$

۱۹۰. اگر ۵۰۰ میلی‌لیتر محلول سدیم هیدروکسید با چگالی 1 g.mL^{-1} یا ۰/۱۲ گرم H_2SO_4 واکنش کامل دهد، غلظت محلول سدیم هیدروکسید برابر چند ppm است؟ $(\text{Na} = 23, \text{S} = 32, \text{O} = 16, \text{H} = 1; \text{g.mol}^{-1})$

۱۹۱. محلولی از پتاسیم نیترات را در نظر بگیرید. اگر ۲۴۰ گرم از این نمک را در ۸۰۰ گرم آب حل کنیم، درصد جرمی این نمک چقدر است؟

۱۹۲. اگر به ۲۰۰ گرم محلول پتاسیم کلرید ۲۵ درصد جرمی، به اندازهٔ ۲۵ گرم نمک پتاسیم کلرید بیفزاییم و حل کنیم، درصد جرمی محلول در حالت جدید چقدر است؟

۱۹۳. در ۲ مول اتانول ۱۰ گرم آسپرین حل می‌کنیم، درصد جرمی محلول آسپرین را تعیین کنید. $(\text{C} = 12, \text{H} = 1, \text{O} = 16; \text{g.mol}^{-1})$

۱۹۴. غلظت بسیاری از محلول‌ها در صنعت پزشکی، داروسازی و زندگی روزانه با چه یکایی بیان می‌شود؟ غلظتی پرکاربرد که با مول‌های مادهٔ حل‌شونده و حجم محلول ارتباط دارد را چه می‌نامند؟

۱۹۵. در محلولی از پتاسیم سولفات (K_2SO_4) غلظت یون پتاسیم (K^+) 212 ppm است. $(\text{K} = 39, \text{S} = 32, \text{O} = 16; \text{g.mol}^{-1})$
 (ا) غلظت محلول پتاسیم سولفات برحسب ppm چقدر است؟
 (ب) درصد جرمی محلول پتاسیم سولفات چقدر می‌باشد؟

۱۹۶. با در نظر گرفتن شکل مقابل به سؤال‌های زیر پاسخ دهید.

(ا) غلظت مولی محلول در شکل B برابر چه عددی است؟
 (ب) درصد جرمی یون سدیم در شکل B در صورتی‌که چگالی محلول 1 g.mL^{-1} باشد، برابر چه عددی است؟ $(\text{Na} = 23, \text{O} = 16, \text{H} = 1; \text{g.mol}^{-1})$

قسمت سوم: آیا نمک‌ها به یک اندازه در آب حل می‌شوند؟

۱۹۷. جاهای خالی را با عبارت مناسب کامل کنید.

- (ا) شیمی‌دان‌ها مقدار از یک حل‌شونده که در دمای معین در ۱۰۰ گرم آب حل می‌شود را انحلال‌پذیری آن ماده می‌نامند.
(ب) نمک و دو نمونه از مواد نامحلول در آب هستند.
(پ) اندازه تغییرات انحلال‌پذیری برای مواد کم‌محلول بین تا گرم در ۱۰۰ گرم آب است.
(ت) به انحلال موادی که با افزایش دما انحلال آن‌ها بیشتر می‌شود، انحلال می‌گویند.
(ث) انحلال نمک گرماده است و انحلال نمک وابستگی کمی به دما دارد.
(ج) انحلال مواد گرماگیر با دما، افزایش می‌یابد.
(چ) بوتانول و هگزانول به ترتیب جزو مواد و هستند.

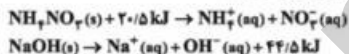
۱۹۸. هریک از عبارات‌های زیر را با انتخاب گزینه صحیح کامل کنید.

- (ا) میزان انحلال‌پذیری به دما وابسته است، با افزایش دما میزان انحلال‌پذیری (همه - برخی) نمک‌ها تغییر می‌کند.
(ب) در حالت (سیر شده - فراسیر شده) سرعت نم‌نشینی با سرعت حل شدن برابر است.
(پ) نمک $(\text{NaCl} - \text{CaF}_2)$ انحلال‌پذیری کم‌تری در آب دارد.
(ت) کلسیم فسفات جزو مواد (نامحلول - محلول) در آب است.
(ث) افزایش دما، سبب (افزایش - کاهش) انحلال‌پذیری لیتیم سولفات می‌شود.
(ج) اگر فشار را از ۲ به ۴ اتمسفر تغییر دهیم، انحلال‌پذیری $(\text{NaCl} - \text{Cl}_2)$ تغییر بیشتری می‌کند.
(چ) هر چه شیب نمودار منحنی انحلال‌پذیری (کم‌تر - بیش‌تر) باشد، تغییرات انحلال‌پذیری کم‌تر است.

۱۹۹. درستی یا نادرستی هر یک از عبارات‌های زیر را مشخص کنید و شکل صحیح عبارت نادرست را بنویسید.

- (ا) در نمودار انحلال‌پذیری، شیب نمودار «انحلال‌پذیری - دما» برای KNO_3 از همه ترکیبات بیش‌تر است.
(ب) هرچه شیب منحنی انحلال‌پذیری بیش‌تر باشد، تأثیر دما روی انحلال‌پذیری کم‌تر است.
(پ) کلسیم فسفات و آمونیوم فسفات جزو ترکیبات نامحلول در آب هستند.
(ت) اتانول و استون به هر نسبتی در آب حل می‌شوند.
(ث) در محلول‌های سیر نشده مقدار ماده حل‌شونده در دمای موردنظر، کم‌تر از انحلال‌پذیری آن در همان دماست.
(ج) منحنی NaCl وابسته به دما نیست، با افزایش دما میزان انحلال‌پذیری و سرعت انحلال آن تغییر نمی‌کند.

۲۰۰. با توجه به فرایندهای داده‌شده به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.



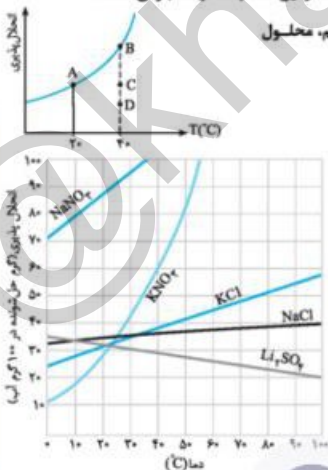
(ا) انحلال کدام ماده در آب گرماده است؟

(ب) با حل کردن کدام ماده در آب دمای محلول کاهش می‌یابد؟ چرا؟

۲۰۱. انحلال‌پذیری سدیم نیترات در دمای معین برابر ۴۰ است. محلول سیر شده سدیم نیترات در این دما، چند درصد جرمی است؟

۲۰۲. با توجه به نمودار، اگر محلول در موقعیت A را از دمای 20°C تا دمای 40°C گرم کنیم، محلول

در چه وضعیتی قرار می‌گیرد (C یا B یا D)؟ علت را توضیح دهید.



۲۰۳. با توجه به نمودار انحلال‌پذیری بر حسب دما به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

- (ا) برای تهیه محلول سیر شده‌ای از پتاسیم کلرید در دمای 30°C چند گرم پتاسیم کلرید را باید در ۱۲۵ گرم آب حل کنیم؟
(ب) تأثیر دما بر انحلال‌پذیری کدام نمک بیش‌تر است؟ چرا؟
(پ) در اثر سرد کردن 240 گرم محلول سیر شده پتاسیم نیترات از دمای 50°C به 20°C ، حدوداً چند گرم رسوب تشکیل می‌شود؟

۲۰۴. به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

- (۱) آیا ترکیب‌هایی که دارای یون‌های نیترات، کلرات، آمونیوم یا کاتیون فلزهای قلیایی می‌باشند، در آب محلول‌اند؟
 (ب) آیا افزایش فشار و دما، حلالیت گازها در آب را افزایش می‌دهد؟
 (پ) آیا حلالیت گازهای CO_2 نسبت به گاز O_2 در آب در دمای یکسان بیش‌تر است؟ چرا؟

۲۰۵. آیا می‌توان محلول سیرشده از اتانول و استون در آب تهیه کرد؟

۲۰۶. به سؤال‌های زیر پاسخ دهید.

- (۱) آیا تغییر دما موجب تغییر انحلال‌پذیری نمک خوراکی می‌شود؟
 (ب) با افزایش دما در فشار ثابت، حلالیت KCl در آب چگونه تغییر می‌یابد؟
 (پ) انحلال Li_2SO_4 در آب گرماده است یا گرماگیر؟

۲۰۷. با توجه به انحلال‌پذیری چند گاز در دماهای مختلف و فشار یک اتمسفر، بر حسب گرم در 100 گرم آب:

گاز	دما ($^{\circ}\text{C}$)	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰
CO_2		۰/۱۶۹	۰/۱۲۶	۰/۰۹۷	A	۰/۰۵۸
H_2S		۰/۳۸	۰/۳۰	۰/۲۴	B	۰/۱۵
Cl_2		۰/۷۳	۰/۵۷	۰/۴۶	C	۰/۳۳

(۱) به جای هر یک از موارد A، B و C یکی از اعداد داده‌شده را قرار دهید. چرا؟ (۰/۱۹ - ۰/۳۹ - ۰/۷۶)

(ب) انحلال‌پذیری گاز H_2S در دمای 20°C تقریباً چه عددی است؟ چرا؟

(پ) محلولی که شامل $1/8$ گرم کُلر در 100 گرم آب است، در دمای 25°C چه حالتی دارد؟ (سیرشده، سیرنشده یا فراسیرشده)

۲۰۸. کلمه‌های مناسب را برای هر عبارت مشخص کنید.

«کم‌محلول - نامحلول - محلول»

(۱) انحلال کلسیم سولفات در آب جزو این مواد است.

(ب) اگر انحلال‌پذیری یک ماده بیش‌تر از یک گرم در 100 گرم آب باشد.

(پ) انحلال هگزانول در آب جزو این دسته مواد است.

۲۰۹. عوامل مؤثر بر انحلال‌پذیری گازها را نام برده و اثر هر یک را به اختصار توضیح دهید.

۲۱۰. نمودار انحلال‌پذیری کدام یک از مواد CO_2 ، KNO_3 ، NaCl و Li_2SO_4 به‌صورت روبه‌رو است؟



۲۱۱. اگر انحلال‌پذیری نمک A در دمای 20°C برابر 30 گرم باشد و 15 گرم نمک A را در 70 گرم محلول داشته باشیم، وضعیت محلول از نظر سیرشدگی چگونه است؟

۲۱۲. انحلال گازهای HCl ، NH_3 ، N_2 و O_2 در آب را با هم در دمای یکسان مقایسه کنید.

($\text{Cl} = 35.5$, $\text{O} = 16$, $\text{N} = 14$, $\text{C} = 12$, $\text{H} = 1$; $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

۲۱۳. از بین مواد زیر، انحلال کدام در آب گرماده و کدام یک گرماگیر است؟

KOH ، NaCl ، Li ، NH_3 ، $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ، CaCl_2 ، HCl ، NH_4Cl

۲۱۴. در یک کیلوگرم محلول سیرشده ماده‌ای با قابلیت انحلال 25 گرم، چند گرم حل‌شونده وجود دارد؟

۲۱۵. در 600 گرم محلول سیرشده نمک A که انحلال‌پذیری آن 50 گرم است، چند گرم نمک در آن وجود دارد؟

قسمت چهارم: رفتار آب و دیگر مولکول‌ها در میدان الکتریکی

۲۱۶. جاهای خالی را با عبارت مناسب کامل کنید.

- (ا) آب به علت در میدان الکتریکی منحرف می‌شود.
 (ب) به ترکیب‌هایی که از مولکول‌های مجزا تشکیل شده‌اند، ترکیب می‌گویند.
 (پ) در ترکیب‌های مولکولی یا جرم مشابه، ترکیب با مولکول‌های دمای جوش بالاتری دارد.
 (ت) هیدروژن سولفید نسبت به آب دارای دمای جوش است.
 (ث) گشتاور دوقطبی H_2O نسبت به H_2S است.
 (ج) گشتاور دوقطبی را با یکای گزارش می‌کنند.

۲۱۷. هریک از عبارات‌های زیر را با انتخاب گزینه صحیح کامل کنید.

- (ا) به نیروهای جاذبه بین‌مولکولی به‌جز (پیوند هیدروژنی، دوقطبی - دوقطبی) نیروی واندروالسی می‌گویند.
 (ب) HF نسبت به HCl دارای دمای جوش بالاتری است زیرا (جرم بالاتر - نیروی بین‌مولکولی قوی‌تر) دارد.
 (پ) استون و اتانول دو ترکیب آلی (کسیژن‌دار - نیتروژن‌دار) هستند.
 (ت) نیروی (هیدروژنی - یونی) نیروی بین‌مولکولی است که در مولکول‌هایی که دارای اتصال هیدروژن با اتم‌های نیتروژن، فلوئور و اکسیژن می‌باشند، وجود دارد.
 (ث) استون نسبت به اتانول قطبیت (بیش‌تری - کم‌تری) دارد.
 (ج) مولکول‌های SO_2 و BCl_3 (ناقطبی - قطبی) است.

۲۱۸. درستی یا نادرستی هریک از عبارات‌های زیر را مشخص کنید و شکل صحیح عبارت نادرست را بنویسید.

- (ا) مولکول‌های قطبی مانند SO_2 و O_3 در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند.
 (ب) بین متانول و آب نیروی دوقطبی القایی - دوقطبی وجود دارد.
 (پ) بین مولکول‌های CH_4 (همانند هگزان C_6H_{14}) جاذبه واندروالسی برقرار است.
 (ت) رنگ‌های روغنی در حلالی مانند تینر حل می‌شوند زیرا هگزان گشتاور دوقطبی بالایی دارد.
 (ث) هگزان یک حلال ناقطبی بسیار مناسب برای حل کردن ترکیباتی مانند HF و اوکتان است.
 (ج) علت انحلال CH_4 در تلوئن یکسان بودن نوع پیوندها و نیروهای بین‌مولکولی آن‌هاست.

۲۱۹. چرا اتانول در حلال تلوئن نامحلول است؟

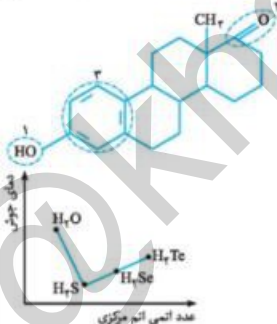
۲۲۰. کدامیک از ترکیب‌های داده‌شده بیش‌تر در آب حل می‌شود؟ چرا؟

- (ا) I_2 یا HI (ب) C_6H_{14} یا NH_3

۲۲۱. SO_2 ، CO_2 و HCl و O_3 کدامیک در آب بیش‌تر حل می‌شود؟ ترتیب انحلال آن‌ها را با دلیل بنویسید.

$$(Cl = 35.5, S = 32.0, C = 12.0, H = 1.0, g.mol^{-1})$$

۲۲۲. در قسمت‌های ۲۰۱ و ۲ مولکول استروژن، بخش‌های قطبی و ناقطبی را مشخص کنید.



۲۲۳. مولکول‌های زیر را براساس انحراف در میدان الکتریکی بررسی کنید.

- (ا) متان (ب) کربن دی‌اکسید (پ) آمونیاک

۲۲۴. در بین ترکیب‌های هیدروژن‌دار گروه ۱۶ جدول تناوبی، روند دمای جوش به شکل نمودار روبه‌رو است، دلیل آن را توجیه کنید.

۲۲۵. عبارت درست برای هر عبارت در سمت راست را انتخاب کنید.

- (۱) گشتاور دوقطبی برابر $1/85D$ دارد. (ا) H_2S
 (۲) گشتاور دوقطبی برابر صفر دارد. (ب) H_2O
 (۳) گشتاور دوقطبی برابر $0.97D$ دارد. (پ) HF
 (۴) گشتاور دوقطبی برابر $2/8D$ دارد. (ت) Cl_2

۲۲۶. آب در حالت یخ و در حالت مایع دارای چه تعداد پیوند هیدروژنی است؟ نیروی پیوند هیدروژنی در H_2O ، HF و NH_3 را مقایسه کنید.

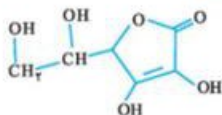
۲۲۷. چرا هر چه بر طول زنجیر هیدروکربنی الک‌های راست‌زنجیر افزوده می‌شود، انحلال‌پذیری آن‌ها در آب کاهش می‌یابد؟

۲۲۸. به سؤال‌ها پاسخ دهید.

- (ا) برهم‌کنش بین یون Na^+ و مولکول آب از چه نوع برهم‌کنشی است؟
(ب) قطبیت در مولکول CH_3O را بررسی کنید.

۲۲۹. با گذاشتن علامت $\vee$ مناسب‌ترین حلال را برای هر حل‌شونده مشخص کنید.

حل‌شونده \ حلال	پد	نفتالین	پتاسیم کلرید	شکر
آب				
هگزان				



۲۳۰. با توجه به ساختار ترکیب روبه‌رو، بیان کنید این ماده در آب بهتر حل می‌شود یا در هگزان؟

۲۳۱. در انحلال پتاسیم نیترات در آب به سؤال‌های زیر پاسخ دهید.

- (ا) نوع جاذبه بین حلال و حل‌شونده چه نام دارد؟
(ب) انرژی لازم برای جدا کردن ذره‌های حل‌شونده از کجا فراهم می‌شود؟

۲۳۲. نیروهای بین‌مولکولی را در ترکیب‌های زیر مشخص کنید.

- (ا) متانول و آب (ب) سدیم کلرید و هگزان (پ) هگزان و آب

۲۳۳. قدرت پیوند کووالانسی پیش‌تر است یا نیروهای واندروالسی؟

۲۳۴. عناصر گروه ۱۷ را در نظر بگیرید. بین عناصر این گروه چه نوع نیروهایی وجود دارد؟

۲۳۵. شکل روبه‌رو نشان‌دهنده چه نوع نیرویی است؟ ۳ ترکیب که دارای نیروی بین‌ذراتی از این نوع است را بنویسید.

δ^+	δ^-	δ^+	δ^-
δ^-	δ^+	δ^-	δ^+

۲۳۶. به سؤال‌ات زیر پاسخ دهید.

- (ا) آیا NO_2 و HCN در میدان الکتریکی منحرف می‌شوند؟ (ب) نقطه جوش OF_2 بیش‌تر است یا OCl_2 ؟

قسمت پنجم: آب و دیگر حلال‌ها

۲۳۷. جاهای خالی را با عبارت‌های مناسب کامل کنید.

- (ا) سدیم کلرید یک ترکیب یونی با بلورهای است که در آن یون‌ها با آرایش منظم در سه بُعد جای گرفته‌اند.
(ب) ترکیبی نامحلول در آب است که میانگین پیوند یونی و پیوند هیدروژنی آب، از نیروی جاذبه یون - دیپولی در محلول است.
(پ) رابطه انحلال‌پذیری گازها با فشار به معروف است.
(ت) انحلال ترکیبات مولکولی در آب را و انحلال ترکیب یونی در آب را می‌گویند.
(ث) از واکنش نیترو اسید با پتاسیم هیدروکسید، نمک به‌دست می‌آید.

۲۳۸. هر یک از عبارت‌های زیر را با انتخاب گزینه صحیح کامل کنید.

- (ا) استون به عنوان یک حلال (آلی - آبی) در نظر گرفته می‌شود.
(ب) مخلوط آب و یخ مخلوط (یک لایه - دو لایه) است.
(پ) یکی از حلال‌هایی که به هر نسبتی در آب حل می‌شود (تولون - اتانول) می‌باشد.
(ت) انحلال‌پذیری NO نسبت به N_2 (کم‌تر - بیش‌تر) است.
(ث) در یک مخلوط (همگن - ناهمگن) حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی تمام نقاط آن یکسان است.

۲۳۹. درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را مشخص کنید و شکل صحیح عبارت نادرست را بنویسید.

- (ا) انحلال سدیم سولفید در آب تولید ۳ مول یون می‌کند.
(پ) از انحلال هر مول آمونیوم نیتریت، ۳ مول یون تولید می‌شود.
(ث) تهیه محلول سیرشده استون در آب، امکان‌پذیر نیست.

۲۴۰. معادله تفکیک یونی هریک از موارد زیر را بنویسید. (انحلال‌پذیری این مواد را تقریباً یکسان فرض کنید).

- (ا) Ca(OH)_2 (ب) NH_4NO_3 (پ) Na_3PO_4

قسمت ششم: رد پای آب در زندگی

۲۴۱. جاهای خالی را با عبارت مناسب پر کنید.

- (ا) هر فرد روزانه لیتر آب مصرف می‌کند.
 (ب) سالانه ۲۴۰۰ لیتر آب صرف تهیه ۱۰۰ گرم می‌شود و ۱۸۰ لیتر صرف تهیه یک کیلوگرم می‌شود.
 (پ) به وسیله تصفیه با و می‌توان همه آلاینده‌ها را جز میکروب‌ها از آب جدا کرد.
 (ت) غشای نیمه‌تراوا اجازه گذر به مولکول‌های مانند آب و یون‌ها را می‌دهد.
 (ث) در فرایند اسمز انتقال مولکول آب از محیط به می‌باشد.
 (ج) با روش ترکیب‌های آلی فرار و میکروب‌ها قابلیت جداسازی ندارد.

۲۴۲. عبارت مناسب را انتخاب نمایید.

- (ا) ردپای آب در جهان برای یک سال در حدود (7×10^{15} - 1.5×10^{12}) لیتر است.
 (ب) برای تهیه یک کیلوگرم چرم (۲۴۰۰ - ۱۶۶۰۰) لیتر آب مصرف می‌شود.
 (پ) پراوردها نشان می‌دهد که میانگین ردپای آب برای هر فرد در یک سال در حدود (۲ - ۱) میلیون لیتر است.
 (ت) میانگین جهانی ردپای آب در تولید هر کیلوگرم گندم حدود (۱۵۰ - ۱۸۲۰) لیتر است.
 (ث) میوه‌های خشک وقتی درون آب فرار می‌گیرند، متورم می‌شوند به این فرایند (اسمز - اسمز معکوس) گویند.

۲۴۳. به سؤالات زیر پاسخ دهید.

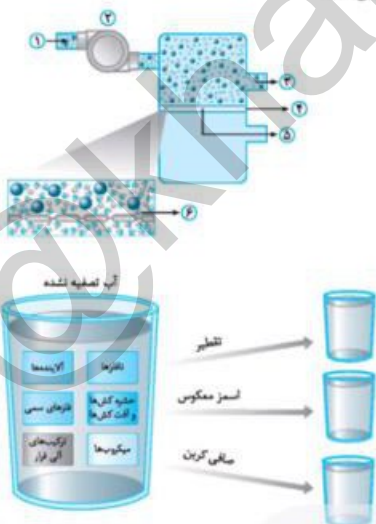
- (ا) غشای نیمه‌تراوا در فرایند اسمز چگونه عمل می‌کند؟
 (ب) در فرایند اسمز، جابه‌جایی آب از چه محیطی به محیط دیگر اتفاق می‌افتد؟
 (پ) در کدام روش تصفیه آب دریا، نیروی خارجی نقش دارد؟

۲۴۴. درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را مشخص کنید و شکل صحیح عبارت نادرست را بنویسید.

- (ا) اسمز معکوس و صافی کربن نسبت به تقطیر، روش‌های مناسب‌تری برای جداسازی آلودگی‌های موجود در آب آشامیدنی است.
 (ب) اگر هر سه روش اسمز معکوس، تقطیر و صافی کربن را برای یک محلول آبی تصفیه نشده استفاده کنیم تمام آلودگی آن جدا می‌شود.
 (پ) اگر در آب، ترکیب‌هایی با نقطه جوش کم و نزدیک به آب وجود داشته باشد، قابلیت جداسازی ندارد.
 (ت) فرایند اسمز و اسمز معکوس خودبه‌خود و بدون نیاز به نیرو و فشار خارجی اتفاق می‌افتد.

۲۴۵. با توجه به شکل روبه‌رو به سؤالات پاسخ دهید.

- (ا) قسمت‌های ۱ تا ۶ شکل را کامل کنید.
 (ب) این فرایند برای تهیه آب شیرین چگونه عمل می‌کند؟



۲۴۶. با توجه به شکل روبه‌رو به سؤالات پاسخ دهید.

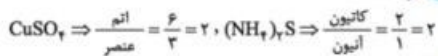
- (ا) با عبور از صافی کربن و تقطیر کدام آلاینده‌ها جدا نمی‌شود؟
 (ب) در روش اسمز معکوس، انتقال مولکول آب در چه جهتی جابه‌جا می‌شود؟
 (پ) چرا آب تصفیه‌شده باید پیش از مصرف کلر زنی شود؟



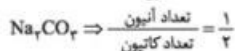
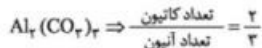
آب، آهنگ زندگی

پاسخ فصل ۳

(خ) درست است.

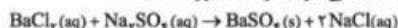


(د) نادرست است.



(د) درست

(و) نادرست، مجموع ضرایب در معادله موازنه شده ۵ است.



(ز) نادرست است.

۱۶۵

بیش تر آب موجود در سطح زمین، شامل آب اقیانوس ها و دریاها است که آب شور هستند.

۱۶۶

خیر، آب در سطح زمین غیریکپوخت پخش شده است و این به دلایلی مانند میزان بارش، موقعیت جغرافیایی و آب و هوای منطقه بستگی دارد.

۱۶۷

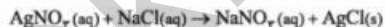
(ا) کره زمین را می توان سامانه های بزرگ در نظر گرفت که شامل چهار بخش هواکره، آبکره، سنگکره و زیستکره است. درون این سامانه و بین این چهار بخشی پیوسته مواد گوناگونی مبادله می شود.

(ب) زمین از دیدگاه شیمیایی پیوسته. زیرا درون این سامانه و بین بخش های گوناگون آن برهم کنش های فیزیکی و شیمیایی وجود دارد.

(پ) وجود انواع یون ها در آب های اقیانوس ها، دریاها و دریاچه ها نشان می دهد که منبع ارزشمندی برای تهیه و استخراج مواد شیمیایی گوناگون، تولید فرآورده های پروتئینی، مواد و وسایل تربیتی، تهیه داروهای گوناگون و ... هستند.

(ت) زیرا بیش تر آب های روی زمین شور هستند و نمی توان از آن ها در کشاورزی و مصارف خانگی و صنعتی استفاده کرد.

۱۶۸



(ب) برای شناسایی یون نقره از محلول حاوی یون کلرید استفاده می شود.

(پ) رسوب AgCl سفیدرنگ است و یون NO_3^- (نیترات) تنها یون چند اتمی در این واکنش است.

۱۶۹

لیترات	کربنات	کلرات	فسفات	آنیون
NO_3^-	CO_3^{2-}	ClO_3^-	PO_4^{3-}	کاتیون
$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$	MgCO_3	$\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2$	$\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$	Mg^{2+}
$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$	$\text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3$	$\text{Fe}(\text{ClO}_3)_3$	$\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$	Fe^{3+}
$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$	ZnCO_3	$\text{Zn}(\text{ClO}_3)_2$	$\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$	Zn^{2+}
NH_4NO_3	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	NH_4ClO_3	$(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$	NH_4^+

۱۶۲

(ا) آبی - ۷۵٪ (ب) ۹۷٪ (پ) قطبی و یخی

(ت) ۶۰٪ (ث) ۲۶٪ (ج) غیریکپوخت

(د) BaSO_4 سفید (ج) PbI_2 زردرنگ (خ) دوتایی

(ه) مس (I) اکسید - Cu_2O چنداتمی

(و) هیدروژن سولفات - دی کرومات (ز) $(\text{NH}_4)_2\text{PO}_4$

(ز) فلئورید (F^-) - ۱۲۲٪ (س) همگن - شور

(ش) هواکره - آبکره - سنگکره - زیستکره (سی) آبکره

(ض) جامد (ط) سدیم - کلرید (طا) ۹۷٪ - ۲۸۵٪

(ع) سفید - نقره کلرید AgCl (غ) ۴ - ۱۵ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

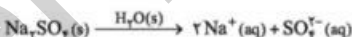
۱۶۳

(ا) آسیا (ب) ۲۶٪ (پ) کشاورزی

(ت) Cl^- (ث) قرمز قهوه ای (ج) $\text{Na}_2\text{N} - \text{N}^{2-}$

(ج) روی کلرید - آهن (II) اکسید (ح) کلسیم کربنات

(خ) ۳ مول



(د) Li_2SO_4 (ب) Na_2MnO_4 (ز) تقریباً

(ش) ۶۶٪ (سی) درشت مولکول ها (ض) 5×10^{16} تن

۱۶۴

(ا) نادرست، منابع آب ایران نسبت به جهان بسیار اندک است و تنها ۲۶٪ درصد آب شیرین جهان را دارد.

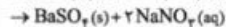
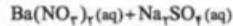
(ب) نادرست، چگالی آب در حالت جامد (یخ) از حالت مایع آن کم تر است.

(پ) نادرست، نمی توان گفت که زمین به دلیل در برداشتن آب زیاد که

۷۵٪ از سطح زمین است، دچار کمبود آب نمی شود زیرا ۹۷٪ این آب در

اقیانوس ها و دریاها قرار دارد و قابل استفاده نمی باشد.

(ت) نادرست، زیرا:

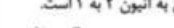


رسوب حاصل BaSO_4 و سفیدرنگ است.

(ت) نادرست، یون اکسید (O^{2-}) تک اتمی است.

(ج) درست.

(ج) نادرست، در سدیم پراکسید، نسبت کاتیون به آنیون ۲ به ۱ است.



O_2^{2-} یک آنیون دو اتمی است و یک واحد پیوسته در نظر گرفته می شود.



(ج) درست

$2 \times 3 = 6 \Rightarrow$ اندیس فلز $\times$ ظرفیت فلز = تعداد الکترون مبادله شده $\Rightarrow$

۱۸۰

طریقه محاسبه کردن الکترون مبادله شده در تشکیل ترکیب یونی:

$$\left[\begin{array}{l} \text{اندیس کاتیون} \times \text{ظرفیت کاتیون} \\ \text{یا} \\ \text{اندیس آنیون} \times \text{ظرفیت آنیون} \end{array} \right] = \text{تعداد الکترون مبادله شده}$$

$$\text{Na}_3\text{P} = 3 \times 1 = 3, \quad \text{CaCl}_2 = 2 \times 1 = 2$$

۱۸۱

بین اتم‌های یک کاتیون و یا آنیون چندانی پیوند کووالانسی وجود دارد و به صورت یک واحد مستقل عمل می‌کنند و بار متعلق به کل گونه باردار است و مخصوص یک اتم نیست.

۱۸۲

از انحلال $(\text{NH}_4)_2\text{CrO}_4$:



۳ یون تولید می‌شود.

از انحلال $\text{Al}(\text{CN})_3$:



۴ یون تولید می‌شود.

۱۸۳

یون فلئورید تا ۶۰٪ از پوسیدگی دندان جلوگیری می‌کند و در غذاهای دریایی بیش‌تر وجود دارد و طبق اعلام سازمان بهداشت جهانی، میزان مجاز آن ۰/۷ - ۱/۲۲ ppm است.

۱۸۴

پ (ب) ۵٪ جرمی (پ) حلال و حل‌شونده

ت) رقیق - ppm (ث) گاز کلر - فلز سدیم - سود سوزآور

۱۸۵

۱ (ب) ۱ مول (ت) ۲۵

پ) $\text{Mg}(\text{OH})_2$

۲۰g نمک + ۵g آب + ۱۵g جرم محلول = ۵g جرم حل‌شونده

درصد = $\frac{5g}{20g} \times 100 = 25\%$ جرم محلول

ت) $\frac{4/9g \text{ H}_3\text{PO}_4}{9/9g \text{ H}_3\text{PO}_4} \times \frac{1 \text{ mol H}_3\text{PO}_4}{98 \text{ g H}_3\text{PO}_4} = 0/05 \text{ mol H}_3\text{PO}_4$

مولار = $\frac{0/05 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 0/05 \text{ mol/L}$

۱۸۶

آ) درست، طبق رابطه ppm و درصد جرمی داریم:

$$\text{ppm} = 10^4 \times \text{درصد جرمی} \Rightarrow 2200 = 10^4 \times \text{درصد جرمی} \Rightarrow \text{درصد جرمی} = 0/22\%$$

ب) نادرست، طبق فرمول مولار داریم:

$$M = \frac{100 \text{ ad}}{\text{جرم مولی}} = \frac{100 \times 20 \times 10}{40} = 500 \text{ g/mol}$$

پ) نادرست، سدیم کلرید در این روش باید مذاب باشد.

ت) درست.

۱۸۷

$$\text{ppm Na}^+ = \frac{\text{گرم یون حل‌شونده}}{\text{گرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow 400 = \frac{x}{1000} \times 10^6 \Rightarrow x = 400 \text{ mg}$$

$$\Rightarrow x_{\text{Na}^+} = \frac{400 \text{ mg}}{1000 \text{ g}} = 0/4 \text{ g Na}^+ \Rightarrow 0/4 \text{ g} \times \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} = 400 \text{ mg}$$

ppm واحد ندارد در حالی که غلظت مولی واحد دارد، بنابراین زمانی که محلول آبی باشد، می‌توان به دلیل این‌که چگالی آب برابر یک است از ppm به جای غلظت در محلول آبی استفاده کرد.

۱۷۰

آ) آهن (II) نیترات

ب) کلسیم دی‌هیدروژن فسفات

ج) CuOH

د) $\text{V}(\text{NO}_3)_2$

ه) $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$

۱۷۱

یون‌های Cu^{2+} و Co^{2+} ، N^{3-} ، Cl^- یون‌های تسک‌کننده هستند و ClO_4^- و NO_3^- ، N^{3-} یون‌های چندانی به حساب می‌آیند.

۱۷۲

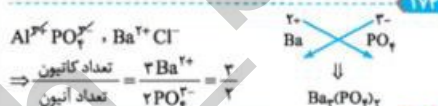
AgCl به حالت جامد (s) و سفیدرنگ و نامشخص می‌شود در حالی‌که $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ محلول (aq) و بی‌رنگ می‌باشد.

۱۷۳



ب) رسوب سرب (II) یدید (PbI_2) زردرنگ است. می‌توان یون سرب را با اضافه کردن ترکیب حاوی یون یدید شناسایی کرد، زیرا رنگ زرد تولید می‌شود.

۱۷۴



۱۷۵

آ) CsI O_4

ب) CoO

ت) کلسیم سیانید

ج) آهن (II) کربنات

د) متیازیم پراکسید ($\text{Mg}^{2+} \text{O}_4^{2-}$)

نکته: یون‌های Se^{2+} و Ag^+ ، Cd^{2+} ، Zn^{2+} چون تک‌ظرفیتی هستند و همین یک بار قراردادی را دارند پس نیازی نیست اعداد رومی را در نام‌گذاری بیان کنید.

۱۷۶

$$\text{Mn}^{2+} \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \rightarrow \text{MnCr}_2\text{O}_7 \Rightarrow \frac{\text{تعداد اتم}}{\text{تعداد عنصر}} = \frac{10}{3}$$

$$\text{Ca}^{2+} \text{HCO}_3^- \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \Rightarrow \frac{\text{تعداد اتم}}{\text{تعداد عنصر}} = \frac{11}{4}$$

۱۷۷

آ) $\text{Fe}^{2+}(\text{NO}_3^-) \Rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ ب) $\text{Al}^{3+}\text{O}_4^{3-} \Rightarrow \text{Al}(\text{O}_4)_3$

ج) $\text{Ga}^{3+}\text{S}^{2-} \Rightarrow \text{Ga}_2\text{S}_3$ د) $\text{Ti}^{4+}\text{ClO}_4^- \Rightarrow \text{Ti}(\text{ClO}_4)_4$

ه) $\text{Cu}^+\text{N}^{3-} \Rightarrow \text{Cu}_3\text{N}$

۱۷۸

X در ترکیب $\text{X}^{2+}(\text{NO}_3^-)_4$ و $\text{X}^{3+}\text{PO}_4^{3-}$ ظرفیت ۲ و ۳ دارد، پس نمی‌تواند عنصر اصلی باشد زیرا آن‌ها تک‌ظرفیتی‌اند و مس نیز نمی‌تواند باشد زیرا فقط Cu^+ و Cu^{2+} وجود دارند. بنابراین Fe و Cr می‌توانند جواب باشند، زیرا Fe^{2+} ، Fe^{3+} ، Cr^{2+} ، Cr^{3+} داریم.

۱۷۹

ترکیب سه‌تایی $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ ، ترکیب چندتایی $\text{Ca}(\text{HSO}_4)_2$

ترکیب دوتایی $\text{CrI}_2 \rightarrow \text{CrI}_2$ ، ترکیب سه‌تایی NaCN

۱۹۴

درصد جرمی برای بیان غلظت در پزشکی، داروسازی و ... بیان می‌شود و مولار، غلظتی است که با مول و حجم سولکار دارد.

۱۹۵

(ا) منظور از ۳۱۲ ppm یعنی ۳۱۲ mg یون پتاسیم در یک کیلوگرم محلول آن می‌باشد.

$$? \text{ g K}_2\text{SO}_4 = 312 \text{ mg K}^+ \times \frac{1 \text{ g K}^+}{1000 \text{ mg K}^+} \times \frac{1 \text{ mol K}^+}{39 \text{ g K}^+} \times \frac{1 \text{ mol K}_2\text{SO}_4}{2 \text{ mol K}^+} \times \frac{174 \text{ g K}_2\text{SO}_4}{1 \text{ mol K}_2\text{SO}_4} \times \frac{1000 \text{ mg K}_2\text{SO}_4}{1 \text{ g K}_2\text{SO}_4} = 696 \text{ mg}$$

۶۹۶ میلی‌گرم در یک کیلوگرم محلول است پس همان مفهوم ppm را برای K_2SO_4 دارد یعنی غلظت محلول پتاسیم سولفات ۶۹۶ ppm است.

(ب)

$$\text{ppm} = 10^6 \times \text{درصد جرمی} \\ 696 = 10^6 \times \text{درصد جرمی} \Rightarrow \text{درصد جرمی} = 0.0696\%$$

۱۹۶

$$? \text{ mol} = 2 \text{ g NaOH} \times \frac{1 \text{ mol NaOH}}{40 \text{ g NaOH}} = \frac{1}{20} \text{ mol}$$

$$? \frac{\text{mol}}{\text{L}} = \frac{1}{20} \text{ mol} \times \frac{1}{20 \text{ mL}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = \frac{1}{4} = 0.25 \text{ mol L}^{-1}$$

(ب)

(ب) مقدار گرم حل‌شونده گرم کل محلول درصد جرمی =
با استفاده از چگالی محلول می‌توان جرم محلول را محاسبه نمود.

$$\text{چگالی } d = \frac{m}{V}$$

$$1/1 = \frac{m}{20 \text{ mL}} \Rightarrow m = 22 \text{ g} \text{ جرم محلول}$$

سپس جرم Na^+ را در ۲ گرم NaOH به دست می‌آوریم.

$$? \text{ g Na}^+ = 2 \text{ g NaOH} \times \frac{1 \text{ mol NaOH}}{40 \text{ g NaOH}} \times \frac{1 \text{ mol Na}^+}{1 \text{ mol NaOH}} \times \frac{23 \text{ g Na}^+}{1 \text{ mol Na}^+} = 1.15 \text{ g Na}^+$$

$$\text{Na}^+ \text{ درصد جرمی} = \frac{1.15 \text{ g Na}^+}{22 \text{ g محلول}} \times 100 = 5.22\%$$

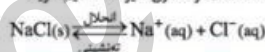
۱۹۷

(ا) بیش‌ترین (ب) نقره کلرید - کلسیم فسفات (پ) ۱ - ۰/۱ گرم (ت) گرماگیر (ث) لیتیم سولفات - سدیم کلرید (ج) افزایش (ح) محلول - کم‌محلول

۱۹۸

(ا) همه (ب) سیر شده (پ) CaF_2 (ت) نامحلول (ث) کاهش (ج) Cl_2 (ح) کمتر

(ت) حل‌شونده محلول در حالت سیر شده در یک حالت تعادلی رفت و برگشت بین انحلال و تعشینی است. مثلاً در محلول سیر شده سدیم کلرید



۱۹۹

(ا) درست.

(ب) نادرست، هرچه شیب نمودار انحلال پذیری بیش‌تر باشد، تأثیر دما روی انحلال پذیری بیش‌تر است.

(پ) نادرست، کلسیم فسفات نامحلول در آب و آمونیم فسفات محلول در آب است.

(ت) درست.

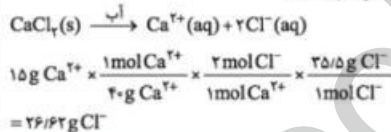
(ج) نادرست، میزان انحلال پذیری تغییر زیادی با دما نمی‌کند ولی سرعت انحلال تغییر می‌کند. زیرا سرعت وابسته ولی حواسمان باشد که با کاهش دما همان مقدار ماده فقط با سرعت کمتر حل می‌شود.

۱۸۸

ابتدا جرم یون کلسیم را در ۵۰۰۰۰ گرم آب دریاچه به دست می‌آوریم.

$$\text{ppm} = 200 = \frac{x}{50000} \times 10^6 \Rightarrow x = \frac{10 \times 10^6}{10^6} = 10 \text{ g Ca}^{2+}$$

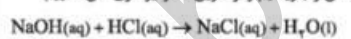
در ادامه با استوکیومتری باید حساب کنیم به ازای ۱۵ گرم کلسیم چند گرم یون کلرید خواهیم داشت:



۱۸۹

$$50 \text{ ppm} = \frac{4 \times 10^{-3}}{x} \times 10^6 \Rightarrow x = 80 \text{ گرم محلول}$$

در ادامه باید واکنش را بنویسیم و از طریق استوکیومتری حل نماییم.



$$4 \times 10^{-3} \text{ g NaOH} \times \frac{1 \text{ mol NaOH}}{40 \text{ g NaOH}} \times \frac{1 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol NaOH}} \times \frac{36.5 \text{ g HCl}}{1 \text{ mol HCl}} = 3.65 \times 10^{-3} \text{ g HCl}$$

۱۹۰



ابتدا مقدار جرم محلول NaOH را حساب می‌کنیم:

$$500 \text{ mL NaOH} \times \frac{0.8 \text{ g NaOH}}{1 \text{ mL NaOH}} = 400 \text{ گرم محلول}$$

از روی مقدار H_2SO_4 مقدار سدیم هیدروکسید حل شده را حساب می‌کنیم.

$$0.12 \text{ g H}_2\text{SO}_4 \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{98 \text{ g H}_2\text{SO}_4} \times \frac{2 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4} \times \frac{40 \text{ g NaOH}}{1 \text{ mol NaOH}} = 0.97 \text{ g NaOH}$$

$$\text{ppm NaOH} = \frac{0.97}{400} \times 10^6 = 242.5$$

۱۹۱

$$\frac{23}{100} \times 100 = 23\% \Rightarrow \frac{240}{800+240} \times 100 = \text{درصد جرمی محلول}$$

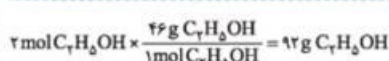
۱۹۲

$$\frac{25}{100} = \frac{x}{200} \Rightarrow x = \frac{50}{100} \times 200 = 100 \text{ گرم محلول}$$

گرم نمک KCl ۵۰

$$\text{درصد جرمی محلول جدید} = \frac{50 + 25}{200 + 25} \times 100 = 23.3\%$$

۱۹۳



$$\text{درصد جرمی} = \frac{10}{10+92} \times 100 = 9.8\%$$

۲۰۸

(آ) کم محلول (ب) محلول (پ) کم محلول

۲۰۹

عوامل مؤثر بر انحلال پذیری گازها:

۱- فشار: هرچه فشار بیش تر شود، انحلال گاز بیش تر می شود.

۲- دما: هرچه دما کم تر باشد، انحلال گاز بیش تر می شود.

۳- قطبیت و جرم ذره حل شونده: مولکول گازی که قطبیت بیش تری داشته باشد و هم چنین جرم آن بیش تر باشد، انحلال آن بیش تر خواهد بود.

۲۱۰

انحلال پذیری گازها با فشار رابطه خطی و مستقیم دارد، بنابراین انحلال گاز CO_2 به صورت خطی و مستقیم است. (طبق قانون هنری)

۲۱۱

گرم حلال ۵۵ = گرم حل شونده ۱۵ - گرم محلول ۷۰
ابتدا باید حساب کنیم در ۷۰ گرم آب، چقدر نمک می تواند حل شود.

$$\frac{x}{30} \times \frac{55}{100} \Rightarrow x = \frac{55 \times 30}{100} = 16.5 \text{ A}$$

گرم نمک ۱۶/۵ A

می توان به جای تناسب، از استوکیومتری استفاده کرد:

$$\text{گرم نمک ۱۶/۵ A} = \frac{\text{گرم آب ۵۵}}{\text{گرم آب ۱۰۰}} \times \text{نمک ۳۰ g}$$

با اضافه کردن ۱۶/۵ گرم نمک می توانیم در این وضعیت، محلول سیر شده داشته باشیم ولی در سؤال ۱۵ گرم حل شده است که نشان می دهد هنوز وضعیت محلول سیر نشده است.

۲۱۲

انحلال پذیری گازها از قطبیت و جرم مواد تأثیر می پذیرد.



HCl: قطبی و جرم آن ۳۶/۵ گرم بر مول است.

NH₃: قطبی و جرم آن ۱۷ گرم بر مول است.

O₂: ناقطبی و جرم آن ۳۲ گرم بر مول است.

N₂: ناقطبی و جرم آن ۲۸ گرم بر مول است.

۲۱۳

انحلال ۶ دسته مواد زیر در آب گرماده است و بقیه گرماگیر می باشند.

انحلال گرماده:

۱- انحلال اسیدهای قوی در آب:



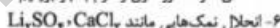
۲- انحلال پازهای قوی در آب، مانند هیدروکسید عناصر گروه اول و دوم

به جز برلیوم و منیزیم.

۳- انحلال گازها در آب

۴- انحلال الکل هایی با مقدار کربن کم مثل اتانول

۵- انحلال فلزات گروه اول و دوم به جز برلیوم که در آب حل نمی شود.



و بقیه مواد که در لیست بالا نیستند، گرماگیر هستند.

پس در این تست انحلال NaCl و NH₄Cl گرماگیر است.

۲۱۴

با استفاده از تناسب و استوکیومتری حل می کنیم.

روش اول:

گرم محلول ۱۰۰۰	x گرم حل شونده
گرم محلول ۱۰۰ + ۲۵	۲۵ قابلیت انحلال

گرم حل شونده ۲۰۰ = x

۲۰۰

(آ) اگر گرما در سمت راست واکنش آورده شده بود، واکنش گرماده است و اگر سمت چپ واکنش قرار گرفته باشد، واکنش گرماگیر است. بنابراین واکنش انحلال NaOH، گرماده است.

(ب) انحلال یک ماده گرماگیر با کاهش دمای محلول همراه خواهد بود، بنابراین با انحلال NH_4NO_3 دمای محلول کاهش می یابد.

۲۰۱

هنگامی که می گوئیم انحلال پذیری برابر ۴۰ است بدین معنی است که به ازای ۱۰۰ گرم آب ۴۰ گرم نمک حل شونده (سدیم نیترات) وجود دارد و جرم محلول نیز ۱۴۰ گرم است.

$$\frac{40}{100} \times 100 = 28.15\% = \frac{x}{140} \times 100$$

۲۰۲

نمودار انحلال ماده، گرماگیر است. با افزایش دما، انحلال ماده بیش تر می شود. اگر از روی نقطه A به صورت مستقیم حرکت کنیم، به نقطه C خواهیم رسید. در حالت A محلول سیر شده بود، ولی در حالت C سیر نشده است.

۲۰۳

(آ) با توجه به نمودار، در دمای ۳۰°C انحلال پتاسیم کلرید برابر ۳۵ گرم است.

گرم آب ۱۲۵	x
آب ۱۰۰ گرم	۳۵ گرم انحلال پذیری

$$\Rightarrow x = \frac{125 \times 35}{100} = 43.75 \text{ g KCl}$$

(ب) انحلال پذیری KNO_3 ، زیرا شیب تغییرات بیش تر نسبت به دما دارد.

(پ) در دمای ۵۰°C حدود ۸۲ گرم و در دمای ۳۰°C حدود ۳۰ گرم حل می شود.

محلول ۲۴۰	x
محلول ۱۰۰ + ۸۲	تفاوت انحلال پذیری ۸۲ - ۳۰

$$\Rightarrow x = 68.15 \text{ g رسوب}$$

بنابراین با سرد کردن ۶۸/۱۵ گرم رسوب می کند.

۲۰۴

(آ) بله - ترکیب های حاوی یون های اشاره شده، محلول در آب هستند.

(ب) انحلال پذیری گازها با دما رابطه معکوس و با فشار رابطه مستقیم دارد.

(پ) میزان انحلال گاز CO_2 نسبت به O_2 به دلیل جرم بیش تر CO_2 ، بیش تر است. CO_2 و O_2 هر دو ناقطبی هستند ولی جرم CO_2 برابر ۴۴ و جرم O_2 برابر ۳۲ گرم بر مول است.

۲۰۵

چون اتانول و استون به هر نسبت در آب حل می شوند، محلول سیر شده از آن ها قابل تهیه نیست.

۲۰۶

(آ) چون نمودار انحلال NaCl تقریباً به صورت افقی است پس تغییر دما، تأثیر چندانی در انحلال پذیری نمک ندارد.

(ب) چون انحلال گرماگیر دارد، با افزایش دما انحلال آن زیاد می شود.

(پ) انحلال گرماده دارد. زیرا با افزایش دما، انحلال پذیری آن در آب کم می شود.

۲۰۷

(آ) $B = 0.190$ و $C = 0.29$ ، زیرا با افزایش دما، انحلال پذیری گازها در آب کاهش می یابد و برای هر گاز، انحلال پذیری در هر دما، باید بین انحلال پذیری در دمای بالاتر و دمای پایین تر باشد.

(ب) حدود ۰/۱۲ زیرا با افزایش دما انحلال گاز کم می شود.

(پ) محلول فراسیر شده است. در دمای ۳۵°C گاز Cl_2 حدود ۰/۵۱ گرم قابلیت انحلال دارد اما در سؤال اشاره به ۰/۸ گرم شده است، پس وضعیت محلول فراسیر شده است.



روش دوم:

$$\text{گرم حل شونده } 200 = \frac{\text{گرم محلول } 1000 \times \text{نمک } 25 \text{ g}}{\text{محلول } 125 \text{ g}}$$

۲۱۵

با استفاده از تناسب حل می‌کنیم.

$$\begin{array}{l} \text{گرم محلول } 600 \times \text{گرم حل شونده} \\ \text{گرم محلول } 100 + 50 \times 50 \text{ انحلال پذیری} \\ \text{گرم حل شونده } 200 = \frac{50 \times 600}{150} \Rightarrow X \end{array}$$

۲۱۶

(ا) قطبی بودن (ب) مولکولی (پ) قطبی
(ت) کم‌تری (ث) بیش‌تر (ج) دمای (د)

۲۱۷

(ا) پیوند هیدروژنی (ب) نیروی بین مولکولی قوی‌تر
(پ) اکسیژن‌دار (ت) هیدروژنی
(ث) بیش‌تری (ج) ناقطبی

۲۱۸

(ا) درست

(ب) نادرست. نیروی جاذبه بین متانول و آب از نوع هیدروژنی است.
(پ) درست.

(ت) نادرست. هگزان گشتاور دوقطبی نزدیک به صفر دارد.

(ث) نادرست. هگزان یک حلال ناقطبی است و اوکتان را در خود حل می‌کند.
ولی HF به‌دلیل قطبی بودن در هگزان حل نمی‌شود.

(ج) درست

۲۱۹

اتانول ترکیب قطبی است. بنابراین در یک حلال ناقطبی مانند تولوئن حل نمی‌شود.
اکثر ترکیب‌های هیدروکربنی که فقط از هیدروژن و کربن ساخته شده‌اند، ناقطبی هستند.

۲۲۰ (ج) تولوئن (متیل بنزن) به فرمول مولکولی $C_6H_5CH_3$ حلال ناقطبی است که در آب حل نمی‌شود. اتانول دارای سر قطبی می‌باشد و در تولوئن حل نمی‌شود.

۲۲۰

(ا) HI بیش‌تر در آب حل می‌شود زیرا یک ترکیب قطبی است.
(ب) آمونیاک چون یک ترکیب قطبی است و گشتاور دوقطبی آن، نسبت به هگزان (C_6H_{14}) بزرگ‌تر است، پس در آب بیش‌تر حل می‌شود.

۲۲۱

ترتیب انحلال را به‌صورت زیر بررسی می‌کنیم:

$HCl > SO_2 > CO_2 > O_2$
 $36/5 \text{ g.mol}^{-1} \quad 64 \text{ g.mol}^{-1} \quad 44 \text{ g.mol}^{-1} \quad 32 \text{ g.mol}^{-1}$
ناقطبی ناقطبی ناقطبی
HCl مولکولی قطبی است و با مولکول‌های آب جاذبه قوی برقرار می‌کند به همین دلیل در آب به خوبی حل می‌شود.

قطبیت SO_2 از HCl کمتر است و با اینکه جرم مولی SO_2 بیش‌تر از HCl است ولی HCl به مقدار بیش‌تری در آب حل می‌شود.

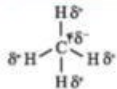
CO_2 و O_2 هر دو مولکول‌هایی ناقطبی هستند و پس چون جرم مولی CO_2 بیش‌تر از O_2 است انحلال‌پذیری CO_2 در آب زیاده‌تر از O_2 در دمای یکنان می‌باشد.

۲۲۲

بخش ۱ و ۲ قطبی هستند و بخش ۳ ناقطبی است.

۲۲۳

براساس برآیند نیروهای می‌توان قطبیت را بررسی کرد.



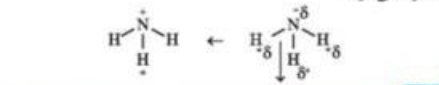
(ا)

برآیند نیروهای مثبت و منفی روی هم منطبق می‌شود. پس ناقطبی بوده و منحرف نمی‌شود.

(ب) برآیند نیروهای مثبت و منفی روی هم منطبق می‌شود. پس ناقطبی بوده و منحرف نمی‌شود.

(پ) برآیند نیروهای مثبت و منفی روی هم منطبق می‌شود. پس ناقطبی بوده و منحرف نمی‌شود.

(ث) برآیند نیروهای مثبت و منفی روی هم منطبق می‌شود. پس ناقطبی بوده و منحرف نمی‌شود.



۲۲۴

H_2O به دلیل داشتن دو پیوند هیدروژنی قوی، بالاترین دمای جوش را دارد سپس ترکیب $H_2S > H_2Se > H_2Te$ را براساس جرم مولی بررسی می‌کنیم پس نقطه جوش به ترتیب داده‌شده، درمی‌آید:



در این سه مولکول پیوند هیدروژنی عامل نقش آفرین جرم مولی است خیلی قوی نه پیوند هیدروژنی

۲۲۵

(ا) ب

(۲) Cl_4 مولکولی ناقطبی است لذا گشتاور دوقطبی آن برابر صفر است.

(۳) ا

(۴) HF بیش‌ترین قطبیت را دارد پس بالاترین گشتاور دوقطبی را دارد.

۲۲۶

مولکول‌های آب در یخ دارای ۴ پیوند هیدروژنی می‌باشند و در حالت مایع، کمتر از ۴ پیوند هیدروژنی دارند و هر چه قطبیت پیوندها بیش‌تر باشد، پیوند هیدروژنی قوی‌تر است.

۲۲۷

زنجیره‌های هیدروکربنی خاصیت ناقطبی دارند، بنابراین با افزایش تعداد کربن، ترکیب ناقطبی‌تر و انحلال آن در آب کمتر می‌شود.

۲۲۸

(ا) نیروی بین یون و مولکول قطبی، نیروی یون - دوقطبی است.

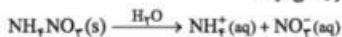
(ب) این مولکول قطبی است زیرا اتم‌های مختلف در اطراف اتم مرکزی قرار دارند.



۲۲۹

حل شونده	ید	نفتالین	پتاسیم کلرید	شکر
حلال				
آب	✓		✓	✓
هگزان		✓		

(ب) ۲ مول یون تولید می‌شود.



(پ) ۲ مول یون تولید می‌شود.



(۲۴۱)

(ب) شکلات - گوجه فرنگی

(ت) کوچک

(پ) صافی کربن - اسمز معکوس

(ث) رقیق - غلیظ

(ج) تقطیر

(۲۴۲)

(پ) ۱

(ب) ۱۶۶۰۰

(آ) 7×10^{15}

(ث) اسمز

(۲۴۳)

(آ) غشای نیمه‌تراوا دیوارهای است که دارای منافذ بسیار ریزی است که ذره‌های ماده می‌توانند از آن عبور کنند به گونه‌ای که این منافذ فقط اجازه عبور به برخی ذره‌ها را می‌دهند.

(ب) جابه‌جایی آب از محیط رقیق به محیط غلیظ اتفاق می‌افتد تا زمانی که سرعت مبادله آب در دو محیط یکسان شود.

(پ) با روش اسمز معکوس می‌توان آب را تصفیه کرد. در اسمز معکوس با اعمال فشار، مولکول آب از آب دریا وارد محیط آب خالص می‌شود.

(۲۴۴)

(آ) درست.

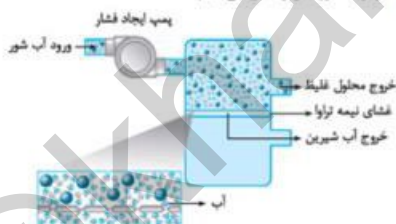
(ب) نادرست، میکروب‌ها با هیچ‌کدام از روش‌های اشاره‌شده، خارج نمی‌شوند.

(پ) درست.

(ث) نادرست است. اسمز روشی خودبه‌خودی است و اسمز معکوس روشی است که برای انجام آن نیاز به اعمال فشار خارجی است.

(۲۴۵)

(آ) شکل را به‌صورت زیر کامل می‌کنیم.



(ب) در شکل بالا، با ایجاد فشار طی فرایند اسمز معکوس، مولکول‌های آب از غشای نیمه‌تراوا عبور کرده و به‌صورت آب شیرین خارج می‌شوند و در نتیجه آب شیرین حاصل می‌شود. (از نمک‌ها جدا می‌شود).

(۲۴۶)

(آ) با روش صافی کربن، میکروب‌ها و با روش تقطیر، میکروب‌ها و ترکیب‌های آلی فزاینده جدا نمی‌شوند.

(ب) در روش اسمز معکوس، انتقال حلال از محیط غلیظ به محیط رقیق اتفاق می‌افتد.

(پ) آب تصفیه‌شده باید پیش از مصرف کلرزی شود، زیرا باید میکروب‌ها نیز حذف شوند.

(۲۳۰) ترکیب اسکوربیک اسید (ویتامین ث) دارای ۴ گروه (OH) است که نسبت به تعداد کربن (۶ کربن)، قدرت قطبی بودن خود را نشان می‌دهد و ترکیب در کل قطبی است (معمولاً هر گروه OH تا ۵ کربن را قطبی نگه می‌دارد). بنابراین در آب بهتر حل می‌شود. نکته مهم این است که ممکن است مولکولی گشتاور دوقطبی پایین داشته باشد، ولی به علت داشتن گروه‌های عاملی، با آب برهم‌کنش داشته باشد و در آب حل شود.

(۲۳۱)

(آ) برهم‌کنش از نوع یون - دوقطبی است.

(ب) انرژی لازم از انرژی جنبشی مولکول‌های حلال (حلال‌پوشی یون) تأمین می‌شود.

(۲۳۲)

(آ) نیروی بین‌مولکولی در متانول و آب از نوع هیدروژنی است. (البته دوقطبی - دوقطبی هم وجود دارد).

(ب) نیروی بین‌مولکولی در سدیم کلرید و هگزان از نوع یون - دوقطبی القایی است.

(پ) نیروی بین‌مولکولی در هگزان و آب از نوع دوقطبی القایی - دوقطبی است. پیوندهای بین اتمی مانند یونی و کووالانسی از نیروهای بین‌مولکولی قوی‌تر هستند.

> دوقطبی - دوقطبی > هیدروژنی > یون - دوقطبی > یون - یون. قدرت نیروهای بین‌مولکولی دوقطبی القایی - دوقطبی القایی > دوقطبی - دوقطبی القایی

(۲۳۳)

در بین عناصر گروه ۱۷ و یا هر گروه نافلزات، می‌توانیم شاهد پیوندی مانند F - F که از دو اتم یکسان تشکیل شده‌اند، باشیم که نیروی بین آن‌ها نیروی دوقطبی القایی - دوقطبی القایی است.

(۲۳۴)

شکل نمادی از نیروی دوقطبی - دوقطبی است که برای آن مثال‌هایی مانند HCN، CO و NO را می‌توان اشاره کرد.

(۲۳۵)

(آ) ترکیب قطبی مانند HCN و NO در میدان الکتریکی منحرف می‌شوند (ب) نقطه جوش OCl_2 از OF_2 بیش‌تر است زیرا جرم بالاتری دارد.

(۲۳۶)

(آ) مکعبی (ب) بیش‌تر (پ) قانون هنری

(ث) پونیده شدن - تفکیک یونی

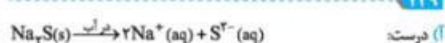
(ب) KNO_3 (پتانسیم نیتريت)

(۲۳۷)

(آ) آبی (ب) دو لایه (پ) اتانول

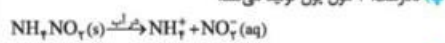
(ث) بیش‌تر (ب) همگن

(۲۳۸)



(ب) درست

(پ) نادرست، ۲ مول یون تولید می‌کند.

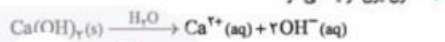


(ث) درست. اتانول و استون هر دو در آب به‌صورت مولکولی حل می‌شوند و به یون تبدیل نمی‌شوند.

(پ) درست. استون در آب به هر نسبتی حل می‌شود.

(۲۳۹)

(آ) ۳ مول یون تولید می‌شود.



۳۷۸