فصل ۱

الکتریسیته ساکن

Scanned by CamScanner

فصل اول: الکتریسیته ساکن

بخش اول: بار الکتریکی

- هرگاه جسمی مانند یک شانه‌ی پلاستیکی را با پارچه‌ی پشمی مالش دهیم، در آن خاصیتی به وجود می‌آید که می‌تواند ذره‌های ریز کاغذ را برباید. این خاصیت را کهربایی یا الکتریسیته گویند. البته امروزه می‌گوییم جسم باردار شده است.
- در طبیعت دو نوع بار الکتریکی وجود دارد که آن‌ها را بارهای مثبت و منفی نام‌گذاری کرده‌اند.
- بارهای همنام یک‌دیگر را می‌رانند و بارهای ناهمنام یک‌دیگر را می‌ربایند.
- یکای بار الکتریکی در SI، کولن (C) است.
- اجسام در حالت عادی خنثی هستند؛ زیرا تعداد الکترون‌ها (با بار منفی) و پروتون‌های (با بار مثبت) اتم‌های یک جسم برابر است. همچنین اندازه‌ی بار یک الکترون و بار یک پروتون یکسان و برابر $1/6\times10^{-19}C$ است. (یکای بار الکتریکی در SI، کولن می‌باشد.)

ویژگی‌های بار الکتریکی

- بار الکتریکی پایسته است؛ یعنی بار الکتریکی به وجود نمی‌آید و از بین نمی‌رود و از جسمی به جسم دیگر منتقل می‌شود.

تعریف ◀ **اصل پایستگی بار: مجموع جبری همه‌ی بارهای الکتریکی یک دستگاه منزوی ثابت است.** ①

$$\underbrace{q_1+q_2+\cdots}_{\text{مجموع بار اولیه دستگاه}} = \underbrace{q'_1+q'_2+\cdots}_{\text{مجموع بار نهایی دستگاه}}$$

دستگاه منزوی: در این‌جا منظور از دستگاه منزوی دستگاهی است که با محیط تبادل بار الکتریکی ندارد.

* بار الکتریکی کوانتیده است. یعنی بار الکتریکی یک جسم باردار همواره مضرب درستی از بار بنیادی یک الکترون است.

$q=\pm ne$

اجسام رسانا و نارسانا

رسانای الکتریکی

در این اجسام تعدادی از الکترون‌های اتم فلز وابستگی بسیار کمی به هسته‌ی آن دارند و می‌توانند آزادانه در فلز حرکت کنند. به این الکترون‌ها، الکترون آزاد گویند که سبب برقراری جریان می‌شود.

نارسانای الکتریکی

در این اجسام الکترون‌ها به هسته‌هایشان وابستگی زیادی دارند و این اجسام نمی‌توانند جریان الکتریکی را از خود عبور دهند مانند شیشه و پلاستیک

روش‌های باردار کردن اجسام: ۱- مالش ۲- القا ۳- تماس

- بر هم خوردن تعادل و برابری تعداد الکترون‌ها و تعداد پروتون‌های یک جسم خنثی سبب باردار شدن آن می‌شود. اگر بر تعداد الکترون‌های جسم افزوده شود جسم دارای بار منفی می‌شود و اگر از تعداد الکترون‌های آن کاسته شود جسم دارای بار مثبت می‌شود.

باردار کردن اجسام به سه روش مالش، القا و تماس صورت می‌گیرد.

۱- در بعضی از واکنش‌ها در هسته‌ی اتم ذره‌های باردار خلق یا نابود می‌شود اما در این واکنش‌ها نیز بار کل دستگاه منزوی ثابت می‌ماند.

Scanned by CamScanner

روش مالش

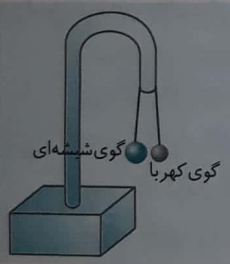
- این روش معمولاً برای باردار کردن اجسام نارسانا به‌کار می‌رود.
- در اثر مالش یک میله‌ی شیشه‌ای با پارچه‌ی ابریشمی، الکترون از میله به پارچه منتقل می‌شود، شیشه دارای بار مثبت و پارچه ابریشمی دارای بار منفی می‌شود.
- برای آن‌که مشخص شود که کدام جسم در اثر مالش الکترون از دست می‌دهد و کدام الکترون دریافت می‌کند از جدول سری الکتریسیته مالشی (تریبوالکتریک) استفاده می‌شود.
- مواد در پایین جدول الکترون‌خواهی بیش‌تر دارند. یعنی در مالش دو ماده از بالا و پایین جدول، ماده‌ی بالاتر به پایینی الکترون می‌دهد.
- بار منفی و بار مثبت ایجاد شده در اثر مالش با هم برابر است (اصل پایستگی بار الکتریکی)

مالش ← باردارکردن نارساناها
القا ← ″ رساناها
تماس ← ″ رسانا توسط رسانای دیگر

انتهای مثبت سری
موی انسان
شیشه
نایلون
پشم
موی گربه
سُرب
ابریشم
آلومینیوم
کاغذ
چوب
پارچه‌ی کتان
کهربا
برنج، مس
پلاستیک، پلی‌اتیلن
لاستیک
تفلون
انتهای منفی سری

جدول: سری الکتریسیته مالشی (تریبوالکتریک)

تست ۱: یک گوی کهربا و و یک گوی شیشه‌ای را با پارچه پشمی مالش می‌دهیم. کدام گزینه درباره‌ی فاصله‌ی دو گوی از هم درست است؟

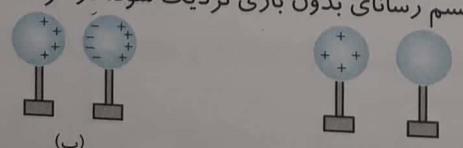


۱) فاصله‌ی دو گوی ثابت می‌ماند.
۲) دو گوی به هم نزدیک می‌شوند.
۳) دو گوی از هم دور می‌شوند.
۴) اظهارنظر نمی‌توان کرد.

پاسخ: با توجه به جدول الکتریسیته مالشی تریبوالکتریک، کهربا پس از مالش با پارچه پشمی، بار منفی و شیشه پس از مالش با پارچه پشمی بار مثبت پیدا می‌کند بنابراین نیرویی که دو گوی به هم وارد می‌کنند جاذبه‌ای بوده و باعث نزدیک شدن دو گوی به هم می‌شود.
بنابراین گزینه‌ی (۲) درست است.

روش القا[۱]

- این روش برای باردار کردن اجسام رسانا به‌کار می‌رود.
- اگر جسم باردار رسانایی مطابق شکل به جسم رسانای بدون باری نزدیک شود، در اثر القا، آرایش بار در جسم باردار نیز تغییر می‌کند.



(الف) (ب)

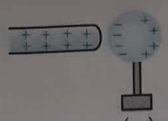
۱- این روش در قسمت‌های بعدی مجدداً مورد بررسی قرار می‌گیرد. ذکر آن در اینجا تنها برای یادآوری القا از کتاب علوم پایه هشتم است.

Scanned by CamScanner

- در روش القا، بار مثبت و بار منفی القا شده با هم برابر است. (اصل پایستگی بار)
- در شکل‌های زیر مراحل باردار کردن یک کره‌ی رسانا به روش القا نشان داده شده است.

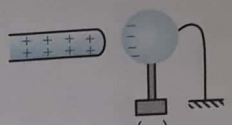
(الف)

کره بدون بار است.



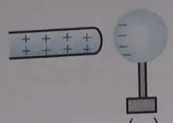
(ب)

با نزدیک کردن میله‌ی باردار، بار مثبت و منفی القایی در کره ایجاد می‌شود. دقت کنید بارهای ناهمنام، از بارهای همنام به هم نزدیک‌تر بوده پس میله و کره هم‌دیگر را می‌ربایند.



(پ)

کره‌ی رسانا را به زمین اتصال می‌دهیم و بارهای منفی از زمین به کره منتقل می‌شوند.



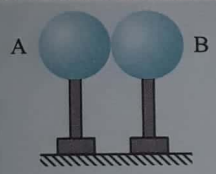
(ت)

اتصال به زمین را قطع می‌کنیم.

(ث)

میله را از رسانا دور می‌کنیم. بار روی سطح خارجی رسانا پخش می‌شود.

تست ۲: در شکل روبه‌رو دو کره‌ی فلزی خنثی A و B روی دو پایه‌ی عایق قرار دارند و دو کره با یک‌دیگر در تماس هستند. یک تیغه‌ی پلاستیکی را با پارچه‌ی پشمی مالش می‌دهیم و از طرف چپ به کره‌ی A نزدیک می‌کنیم. در این حالت پایه‌ی کره‌ی B را گرفته و آن را از کره‌ی A جدا می‌کنیم و سپس تیغه‌ی پلاستیکی را از دو کره دور می‌کنیم. در این صورت، .....



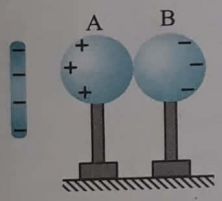
۱) هر دو کره دارای بار الکتریکی مثبت شده‌اند.

۲) هر دو کره دارای بار الکتریکی منفی شده‌اند.

۳) کره‌ی A دارای بار الکتریکی منفی و کره‌ی B دارای بار الکتریکی مثبت شده است.

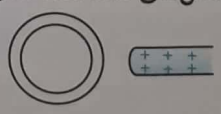
۴) کره‌ی A دارای بار الکتریکی مثبت و کره‌ی B دارای بار الکتریکی منفی شده است.

پاسخ: تیغه‌ی پلاستیکی بر اثر مالش با پارچه‌ی پشمی دارای بار الکتریکی منفی می‌شود. با نزدیک کردن این تیغه‌ی باردار از طرف چپ به کره‌ی فلزی A ، القای بار الکتریکی روی می‌دهد، به گونه‌ای که از طرف چپ کره‌ی فلزی A تعدادی از الکترون‌های آزاد رانده شده و در این مکان بار الکتریکی مثبت القا شده و با حرکت این الکترون‌ها به سمت راست، در سمت راست کره‌ی B بار الکتریکی منفی القا می‌شود. حال اگر در حضور تیغه‌ی پلاستیکی، دو کره‌ی فلزی باردار شده‌ی A و B را با استفاده از پایه‌های عایق آن‌ها از هم جدا کنیم و سپس تیغه‌ی پلاستیکی را از مجموعه دور کنیم، بارهای القا شده‌ی مثبت و منفی در کره‌های فلزی A و B باقی‌مانده و هر دو کره باردار می‌شوند به طوری که کره‌ی A دارای بار مثبت و کره‌ی B دارای بار الکتریکی منفی می‌شود. این توضیح، شرحی از روش القای بار الکتریکی در دو جسم رسانا با استفاده از یک جسم باردار اولیه است. بنابراین گزینه‌ی (۴) درست است.



پرسش: در شکل‌های داده شده القای بار را در کره‌ی فلزی توخالی نمایش دهید.

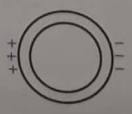
الف)



ب)

پاسخ: در اثر القا بار همنام با جسم باردار به دورترین نقاط و بار ناهمنام به نزدیک‌ترین نقاط منتقل می‌شود.

الف)



ب)

Scanned by CamScanner

پرسش: اگر روش القا برای نارسانا معنی ندارد، چرا کاغذ جذب میله‌ی پلاستیکی باردار می‌شود؟

پاسخ: مولکول‌های کاغذ دوقطبی‌اند. با نزدیک کردن میله، کاغذ قطبیده (پلاریزه) می‌شود و در قسمتی که به میله نزدیک‌تر است بار ناهمنام پدید آمده است که سبب ربایش می‌شود.

نتیجه یک جسم باردار بر هر جسم بدون باری نیروی ربایش وارد می‌کند.

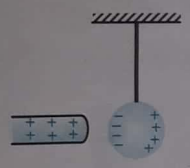
پرسش: جسم A، جسم B را می‌رباید اما جسم C را می‌راند. درباره‌ی باردار بودن A، B و C اظهار نظر کنید.

پاسخ: جسم A و C هر دو دارای بار بوده و بار آن‌ها همنام است زیرا یک‌دیگر را می‌رانند. اما جسم B که توسط جسم A جذب می‌شود ممکن است دارای بار ناهمنام با A بوده یا این‌که بدون بار باشد.

روش تماس

- در این روش یک جسم باردار رسانا در تماس با یک جسم رسانای بدون بار قرار می‌گیرد و بخشی از بارهای جسم باردار به دیگری منتقل می‌شود.
- در این روش دو جسم دارای بار همنام می‌شوند.
- اگر دو جسم رسانا هم‌اندازه و هم‌شکل باشند، بار آن‌ها بعد از تماس برابر می‌شود.

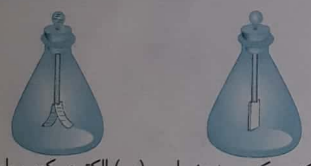
پرسش: یک کره‌ی رسانای سبک از یک نخ عایق آویزان است (آونگ الکتریکی). به آن یک میله‌ی باردار نزدیک می‌کنیم. چه اتفاقی رخ خواهد داد؟



پاسخ: مطابق شکل در کره‌ی رسانا، بار القایی مثبت و منفی به‌وجود می‌آید که به دلیل نزدیکی بارهای ناهمنام ربایش از رانش قوی‌تر است و آونگ به سمت میله منحرف می‌شود. اگر کره و میله تماس پیدا کنند، کره دارای بار همنام با میله شده و از میله دور می‌شود.

الکتروسکوپ (برق‌نما)

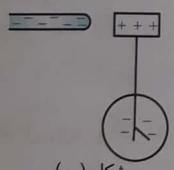
- معمولاً برای تشخیص باردار بودن یک جسم و تعیین نوع بار آن از وسیله‌ی ساده‌ای به نام الکتروسکوپ (برق‌نما) استفاده می‌شود.
- الکتروسکوپ از یک صفحه یا گوی، یک میله و دو ورقه‌ی نازک فلزی تشکیل شده است.



(الف) الکتروسکوپ بدون بار (ب) الکتروسکوپ باردار

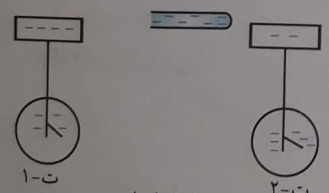
طرز استفاده از الکتروسکوپ در حالت‌های مختلف به قرار زیر است.

۱) اگر به یک الکتروسکوپ بدون بار جسمی باردار نزدیک شود، کلاهک آن دارای بار ناهمنام و ورقه‌ها دارای بار همنام با جسم شده و ورقه‌ها از هم باز می‌شوند. (شکل پ)



شکل (پ)

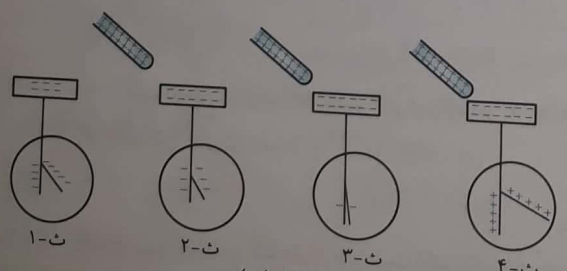
۲) اگر به یک الکتروسکوپ باردار، جسمی با بار همنام را به آرامی نزدیک کنیم، انحراف ورقه‌های آن بیش‌تر می‌شود، در این صورت مشخص می‌شود که جسم دارای بار همنام با الکتروسکوپ است. (شکل ت)



ت-۱ ت-۲

شکل (ت)

۳) اگر به یک الکتروسکوپ باردار جسم بارداری را به آرامی نزدیک کنیم و شاهد کم شدن انحراف ورقه‌های الکتروسکوپ باشیم، می‌فهمیم جسم دارای بار ناهمنام با الکتروسکوپ است. در این حالت اگر بار جسم زیاد باشد هر چه جسم به الکتروسکوپ نزدیک‌تر شود، انحراف ورقه‌ها کم‌تر شده، سرانجام ورقه‌ها بسته می‌شوند، اما ممکن است مجدداً ورقه‌ها منحرف شوند. (شکل ث)

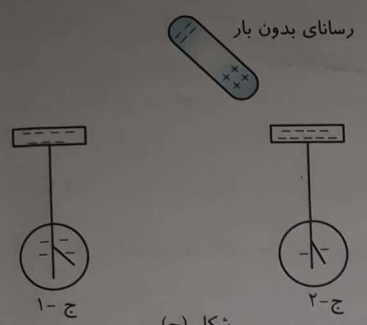


ث-۱ ث-۲ ث-۳ ث-۴

شکل (ث)

Scanned by CamScanner

۴) اگر به یک الکتروسکوپ باردار، جسمی رسانا نزدیک کنیم بدون آن‌که جسم را به کلاهک الکتروسکوپ بچسبانیم، در اثر القا، رسانا دارای بار شده به گونه‌ای که سمتی که نزدیک الکتروسکوپ است دارای بار ناهمنام با الکتروسکوپ شده و مقداری از بار ورقه‌های الکتروسکوپ را به سوی خود کشیده و انحراف ورقه‌های الکتروسکوپ کم می‌شود. (شکل ج)



شکل (ج)

پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش اول

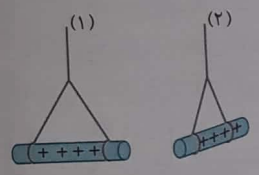
۱- **کدام گزینه درباره‌ی بار الکتریکی در ماده درست است؟**

۱) بار الکتریکی مضرب صحیحی از یک بار پایه است.
۲) بار الکتریکی به سرعت جسم بستگی ندارد.
۳) بار الکتریکی پایسته است.
۴) هر سه گزینه درست است.

۲- **یک میله‌ی پلاستیکی را با پارچه‌ی پشمی مالش می‌دهیم. در این عمل ..... میله ..... یافته و میله دارای بار ..... می‌شود.**

۱) الکترون‌های- افزایش- منفی
۲) الکترون‌های- کاهش- مثبت
۳) پروتون‌های- کاهش- منفی
۴) پروتون‌های- افزایش- مثبت

۳- **کدام گزینه درباره‌ی نیرویی که میله‌ها به هم وارد می‌کنند و جهت چرخش نخ (۲) درست است؟**



(برگرفته از کتاب درسی)

۱) رانشی،

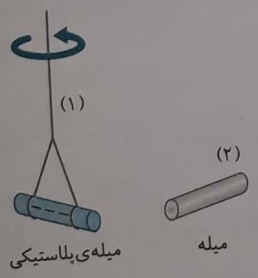
۲) رانشی،

۳) ربایشی،

۴) ربایشی،

۴- **در شکل روبه‌رو اگر نخ در جهت نشان داده شده بچرخد، بار میله‌ی (۲) کدام گزینه می‌تواند باشد؟**

(برگرفته از کتاب درسی)



۱) مثبت
۲) منفی
۳) مثبت یا خنثی
۴) منفی یا خنثی

۵- **چند الکترون باید از یک سکه‌ی خنثی خارج شود تا بار الکتریکی آن $+1\mu C$ شود؟** $(e=1/6\times10^{-19}C)$

(سراسری ریاضی - ۹۵)

۱) $1/6\times10^{6}$ ۲) $1/6\times10^{12}$ ۳) $6/25\times10^{6}$ ۴) $6/25\times10^{12}$

۶- **عدد اتمی بیسموت برابر ۸۳ است. اگر این عنصر به یون دوبار مثبت تبدیل شود، مقدار بار الکتریکی مثبت آن چند میکروکولن از مقدار بار منفی‌اش بیش‌تر است؟** $(e=1/6\times10^{-19})$

(برگرفته از کتاب درسی)

۱) $3/2\times10^{-19}$ ۲) $1/6\times10^{-19}$ ۳) $3/2\times10^{-13}$ ۴) $1/6\times10^{-13}$

۷- **یک جسم به وسیله‌ی القا دارای بار مثبت الکتریکی شده است. کدام گزینه می‌تواند مقدار بار الکتریکی جسم باشد؟** $(e=1/6\times10^{-19}C)$

۱) $6\times10^{-18}C$ ۲) $3\times10^{-18}C$ ۳) $8\times10^{-18}C$ ۴) هر سه مقدار

Scanned by CamScanner

۸- شخصی ادعا می‌کند که روی سه کره، به‌ترتیب بارهای $q_A=-۹/۶\times۱۰^{-۱۸}C$، $q_B=+۰/۷۶\times۱۰^{-۱۷}C$ و $q_C=۳/۲\times۱۰^{-۱۸}C$ را ذخیره کرده است. اگر تعداد الکترون‌های مبادله‌شده برای این سه کره به‌ترتیب n_A، n_B و n_C باشد آن‌گاه کدام گزینه درست است؟ $(e=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C)$

۱) $n_A>n_B>n_C$

۲) $n_A>n_C$ و ایجاد بار q_B ممکن نیست.

۳) $n_A<n_B<n_C$

۴) $n_A<n_C$ و ایجاد بار q_B ممکن نیست.

۹- به هر سانتی‌متر از یک میله‌ی عایق ۸ سانتی‌متری، $۱۰^{۱۰}$ الکترون می‌دهیم. بار این میله چند کولن می‌شود؟ (بار هر الکترون $-۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C$)

۱) ۲×۱۰^{-۸} ۲) -۲×۱۰^{-۸} ۳) $۱۲/۸\times۱۰^{-۹}$ ۴) $-۱۲/۸\times۱۰^{-۹}$

۱۰- بار الکتریکی یک جسم باردار، کدام یک از مقدارهای زیر نمی‌تواند باشد؟

۱) $۶/۴\times۱۰^{-۱۹}C$ ۲) $۸\times۱۰^{-۱۷}C$ ۳) $۷/۲\times۱۰^{-۱۸}C$ ۴) $۳/۲\times۱۰^{-۲۰}C$

۱۱- هنگامی که جسم A را با جسم B مالش می‌دهیم، A دارای بار منفی می‌شود و هنگامی که جسم A را با جسم C مالش می‌دهیم، A دارای بار مثبت می‌شود، در سری الکتریسته مالشی (تریبوالکتریک) A، B و C چگونه قرار می‌گیرند؟

۱) ابتدا A، سپس B و در انتها C

۲) ابتدا B، سپس A و در انتها C

۳) ابتدا A، سپس C و در انتها B

۴) ابتدا C، سپس B و در انتها A

۱۲- بادکنک پلاستیکی را با موی گربه مالش دادیم و طی این مالش بین پلاستیک و موی گربه الکترون منتقل می‌شود بار ایجاد شده در بادکنک و موی گربه به‌ترتیب از راست به چپ برابر چند نانو کولن است؟

۱) $+۱/۶\times۱۰^{-۸}$ ، $+۱/۶\times۱۰^{-۸}$

۲) $+۱/۶\times۱۰^{-۸}$ ، $-۱/۶\times۱۰^{-۸}$

۳) $-۱/۶\times۱۰^{-۸}$ ، $+۱/۶\times۱۰^{-۸}$

۴) $-۱/۶\times۱۰^{-۸}$ ، $-۱/۶\times۱۰^{-۸}$

انتهای مثبت سری الکتریسیته مالشی
⋮
شیشه
نایلون
موی گربه
کاغذ
چوب
پلاستیک
⋮
انتهای منفی سری الکتریسیته مالشی

۱۳- سه جسم A، B و C را دو به دو به یک‌دیگر نزدیک می‌کنیم. وقتی A و B به یک‌دیگر نزدیک شوند، هم‌دیگر را با نیروی الکتریکی جذب می‌کنند و اگر B و C را به یک‌دیگر نزدیک کنیم، یک‌دیگر را با نیروی الکتریکی دفع می‌کنند. کدام‌یک از گزینه‌های زیر می‌تواند صحیح باشد؟ (سراسری خارج از کشور تجربی - ۹۰)

۱) A و B بار همنام و هم‌اندازه دارند.

۲) B و C بار غیر همنام دارند.

۳) B بدون بار و C باردار است.

۴) A بدون بار و B باردار است.

غلط!

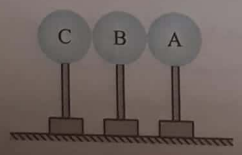
۱۴- یک جسم نارسانای بدون بار را به یک جسم رسانای باردار نزدیک می‌کنیم؛ .....

۱) جسم نارسانا جسم رسانا را می‌راند.

۲) جسم نارسانا جسم رسانا را می‌رباید.

۳) جسم نارسانای بدون بار بر جسم رسانای باردار نیرویی وارد نمی‌کند.

۴) اگر جسم رسانا دارای بار منفی بود، توسط جسم نارسانا جذب می‌شد.



۱۵- سه کره‌ی رسانای مشابه و هم‌اندازه‌ی A، B و C در تماس با یک‌دیگر بوده و از نظر الکتریکی خنثی هستند. یک میله‌ی پلاستیکی را با پارچه‌ی پشمی مالش داده و به کره‌ی C نزدیک می‌کنیم. در حضور میله، کره‌ی A را از مجموعه دور می‌کنیم، سپس میله‌ی پلاستیکی را از کره‌ی C دور کرده و سرانجام B و C را از هم جدا می‌کنیم. در این صورت .....

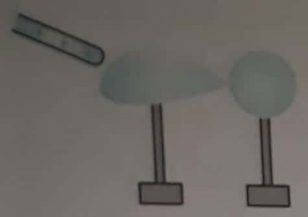
۱) بار کره‌ی B و C برابر و مثبت و نصف بار منفی کره‌ی A است.

۲) بار کره‌ی B و C برابر و منفی و دو برابر بار مثبت کره‌ی A است.

۳) بار کره‌ی C منفی و برابر بار مثبت کره‌ی A بوده و B خنثی است.

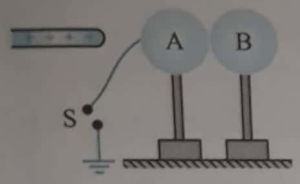
۴) بار کره‌ی C مثبت و برابر بار منفی کره‌ی A بوده و B خنثی است.

Scanned by CamScanner



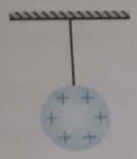
۱۶- **یک میله‌ی شیشه‌ای باردار را مطابق شکل به دو جسم رسانا که روی پایه‌های عایقی قرار گرفته و در تماس با هم هستند نزدیک کرده و پس از جدا کردن آن‌ها از هم، میله‌ی شیشه‌ای را دور می‌کنیم. اندازه‌ی بار القا شده .....** (دومین المپیاد فیزیک ایران)

۱) در کره بیش‌تر است.
۲) در هادی نوک‌تیز بیش‌تر است.
۳) در هر دو یکسان است.
۴) صفر است.



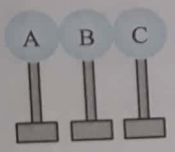
۱۷- **در شکل روبه‌رو دو کره‌ی رسانای A و B در تماس با هم بوده و روی پایه‌های عایق قرار دارند و مجموعه از نظر الکتریکی خنثی است. اگر کلید S را ببندیم و باز کنیم و بعد از دور کردن میله از مجموعه، دو کره را از هم دور کنیم، بار نهایی هر کره چگونه است؟**

۱) A خنثی و B دارای بار الکتریکی مثبت است.
۲) A دارای بار مثبت و B خنثی است.
۳) هر دو خنثی هستند.
۴) هر دو دارای بار منفی هستند.



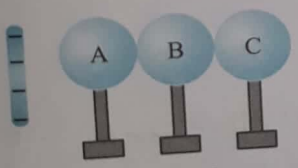
۱۸- **در شکل روبه‌رو، گلوله‌ی فلزی بارداری از نخ آویزان است. کره‌ی فلزی خنثی را که دارای دسته‌ی نارسانا است به گلوله نزدیک می‌کنیم. مشاهده می‌شود که گلوله ..... می‌شود. وقتی تماس حاصل شد کره را جدا می‌کنیم و دوباره به آرامی آن را به گلوله نزدیک می‌کنیم و ملاحظه می‌شود که گلوله ..... می‌شود.** (سراسری تجربی- ۸۶)

۱) جذب- دفع
۲) دفع- جذب
۳) دفع- دفع
۴) جذب- جذب



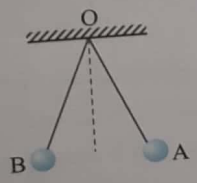
۱۹- **در شکل روبه‌رو، سه کره‌ی رسانای مشابه روی پایه‌های عایق قرار دارند. اگر یک میله‌ی پلاستیکی با بار منفی را به کره‌ی A نزدیک کنیم و سپس کره‌ی C را در حضور میله از A و B جدا و دور کنیم، بار الکتریکی هر کره چگونه است؟**

۱) C منفی، B مثبت، A مثبت
۲) C مثبت، B خنثی، A منفی
۳) C مثبت، B مثبت، A منفی
۴) C منفی، B خنثی، A مثبت



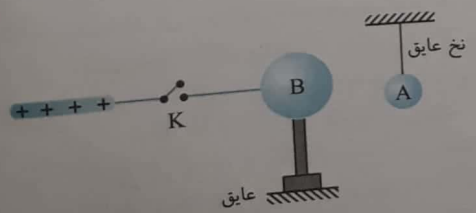
۲۰- **مطابق شکل، میله‌ای با بار الکتریکی منفی را به سه کره‌ی رسانای مشابه و خنثی A، B و C که در تماس با هم قرار دارند نزدیک کرده و نگه می‌داریم. اگر پس از برقراری تعادل، کره‌ی B را از دو کره‌ی دیگر جدا و میله را دور کنیم، بار الکتریکی کره‌های A، B و C به ترتیب از راست به چپ کدام است؟** (قلم‌چی)

۱) مثبت، مثبت، منفی
۲) منفی، مثبت، مثبت
۳) مثبت، خنثی، منفی
۴) منفی، خنثی، مثبت



۲۱- **دو کره‌ی فلزی کوچک که با نخ ابریشمی از نقطه‌ی O آویزان شده‌اند، دارای بار الکتریکی مساوی هستند. بار الکتریکی کره‌ی A را تخلیه می‌کنیم، چه اتفاقی رخ می‌دهد؟**

۱) کره‌ی A به حالت قائم می‌ایستد.
۲) دو کره به حالت قائم می‌ایستند.
۳) دو کره به حالت قائم درآمده، سپس با فاصله‌ای بیش‌تر از حالت اول از هم قرار می‌گیرند.
۴) ابتدا دو کره به حالت قائم درآمده، سپس با فاصله‌ای کم‌تر از حالت اول قرار می‌گیرند.



۲۲- **مطابق شکل روبه‌رو، دو کره‌ی فلزی خنثی و سبک A و B در فاصله‌ی کمی از هم هستند. جسم رسانایی با بار الکتریکی مثبت و یک سیم و کلید باز K در کنار کره‌ی B موجود است. با بسته شدن کلید K، کره‌ی رسانای A که از نخ سبکی آویزان است، .....** (قلم‌چی)

۱) به همان حالت باقی می‌ماند.
۲) از کره‌ی B دور می‌شود.
۳) به کره‌ی B می‌چسبد و در این حالت باقی می‌ماند.
۴) ابتدا به کره‌ی B نزدیک می‌شود و اگر تماس ایجاد شود، بعد از تماس از آن دور می‌شود.

Scanned by CamScanner

الکتروسکوپ

۲۳- یک میله‌ی پلاستیکی را با پارچه‌ی پشمی مالش می‌دهیم. اگر این میله را به کلاهک یک الکتروسکوپ بدون بار نزدیک کنیم (بدون تماس دادن)، تیغه‌ها چه وضعیتی خواهند داشت و بار کلاهک چه خواهد بود؟

۱) باز- مثبت ۲) بسته- مثبت ۳) باز- منفی ۴) باز- خنثی

۲۴- میله‌ای با بار الکتریکی مثبت را به آرامی به کلاهک الکتروسکوپ نزدیک می‌کنیم. ورقه‌های الکتروسکوپ ابتدا بسته و سپس از هم باز می‌شوند. بار الکتریکی الکتروسکوپ در ابتدا از چه نوع بوده است؟

۱) مثبت ۲) منفی ۳) خنثی یا مثبت ۴) منفی یا خنثی

۲۵- میله‌ای با بار الکتریکی منفی را به آرامی به کلاهک الکتروسکوپ نزدیک می‌کنیم. در این عمل ورقه‌های الکتروسکوپ ابتدا بسته و دوباره باز می‌شوند. بار الکتریکی الکتروسکوپ قبل از نزدیک کردن میله چه بوده است؟

۱) منفی ۲) مثبت ۳) خنثی یا منفی ۴) خنثی یا مثبت

۲۶- اگر الکتروسکوپی با بار منفی باردار شده باشد و کره‌ی فلزی خنثی‌ای را به آرامی به کلاهک آن نزدیک کنیم، انحراف ورقه‌ها چگونه خواهد بود؟

۱) به آرامی کم می‌شود. ۲) به آرامی زیاد می‌شود. ۳) ثابت می‌ماند. ۴) ورقه‌ها نوسان می‌کنند.

۲۷- اگر به کلاهک الکتروسکوپ که دارای بار الکتریکی مثبت است، یک میله‌ی رسانا با بار منفی را نزدیک کنیم و ثابت نگه داریم، مشاهده می‌کنیم ..... (میله‌ی رسانا به کلاهک الکتروسکوپ برخورد نمی‌کند.) (قلم‌چی)

۱) فاصله‌ی دو صفحه‌ی الکتروسکوپ کم می‌شود.

۲) فاصله‌ی دو صفحه‌ی الکتروسکوپ ابتدا کم شده و سپس افزایش می‌یابد.

۳) دو صفحه‌ی الکتروسکوپ به هم می‌چسبد.

۴) هر سه گزینه ممکن است.

بخش دوم: قانون کولن

تعریف نیروی الکتریکی (الکتروستاتیکی) بین دو بار نقطه‌ای با حاصل‌ضرب اندازه‌ی آن‌ها متناسب و با مجذور فاصله‌ی آن‌ها نسبت وارون دارد.

$$F_E = k\frac{|q_1||q_2|}{r^2}$$

- در این رابطه F_E نیروی بین دو بار برحسب نیوتون، q_1 و q_2 بارهای الکتریکی برحسب کولن (C)، r فاصله‌ی دو بار برحسب متر و k یک ثابت است که به آن ثابت کولن گویند و مقدار آن برابر است با:

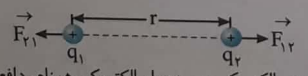
$$k = 9/0\times10^{9}\ \frac{N.m^2}{C^2}$$

- ثابت کولن را می‌توان برحسب ثابت دیگری به‌نام ضریب گذردهی الکتریکی خلأ (ε_0) نوشت: اپسیلون صفر

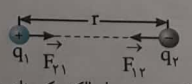
$$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0},\quad \varepsilon_0 = 8/85\times10^{-12}\ \frac{C^2}{N.m^2}$$

- نیروی بین دو بار همواره در راستای خط مستقیم بین دو بار است.

- بنا به قانون سوم نیوتون نیرویی که بار q_1 بر بار q_2 وارد می‌کند (F_{12}) برابر با نیرویی است که بار q_2 بر بار q_1 وارد می‌کند (F_{21}). البته F_{12} و F_{21} درخلاف جهت هم هستند.



الف-نیروی الکتریکی بین دو بار الکتریکی همنام، دافعه است.



ب-نیروی الکتریکی بین دو بار الکتریکی ناهمنام، جاذبه است.

Scanned by CamScanner

مثال: با نیرویی که دو بار الکتریکی یک کولنی که در فاصله‌ی یک کیلومتری هم قرار دارند بر هم وارد می‌کنند، حداکثر وزنه‌ی چند کیلوگرمی را می‌توان از زمین بلند کرد؟ $(g=10\frac{N}{kg})$ تبدیل به متر

پاسخ: با توجه به قانون کولن:

$$F=k\frac{|q_1||q_2|}{r^2}\Rightarrow F_E=9\times10^9\times\frac{1\times1}{(10^3)^2}=9000N$$

با این نیرو می‌توان وزنه‌ای به جرم $900kg$ $(W=mg\Rightarrow m=\frac{9000}{10}=900kg)$ را از زمین بلند کرد.

می‌توان نتیجه گرفت بار یک کولنی، بار بسیار بزرگی است که می‌تواند از فاصله‌ی ۱۰۰۰ متری بر بار یک کولنی دیگر نیرویی به این بزرگی وارد کند.

تست۳: دو بار الکتریکی نقطه‌ای یکسان در فاصله‌ی ثابتی از هم قرار دارند و به یک‌دیگر نیروی F وارد می‌کنند. اگر ۲۵ درصد از بار الکتریکی یکی را کم کرده و همان مقدار بر بار دیگری اضافه کنیم، نیرویی که به هم وارد می‌کنند، چند F می‌شود؟

(سراسری تجربی - ۸۸)

۱) ۱ ۲) ۴ ۳) $\frac{15}{16}$ ۴) $\frac{16}{15}$

پاسخ: هنگامی‌که ٪۲۵ از بار یکی را کم کرده و به بار دیگری اضافه کنیم، خواهیم داشت: $q'_1=\frac{3}{4}q$ ، $q'_2=\frac{5}{4}q$

$$\frac{F'}{F}=\frac{k\frac{(\frac{3}{4}q)(\frac{5}{4}q)}{r^2}}{k\frac{(q)(q)}{r^2}}=\frac{15}{16}$$

بنابراین گزینه‌ی (۳) درست است.

تست۴: دو کره‌ی فلزی مشابه دارای بارهای الکتریکی $q_1=+5\mu C$ و $q_2=+15\mu C$ در فاصله‌ی r، نیروی F بر یک‌دیگر وارد می‌کنند. اگر این دو کره را در یک لحظه با یکدیگر تماس دهیم، به‌طوری که فقط بین دو کره مبادله‌ی بار صورت گیرد و مجدداً به همان فاصله‌ی قبلی برگردانیم، نیروی دافعه‌ی بین دو کره چگونه تغییر می‌کند؟

(سراسری تجربی - ۹۱)

۱) ۲۵ درصد افزایش می‌یابد. ۲) ۲۵ درصد کاهش می‌یابد.

۳) تقریباً ۳۳ درصد کاهش می‌یابد. ۴) تقریباً ۳۳ درصد افزایش می‌یابد.

پاسخ: با توجه به مشابه بودن دو کره‌ی فلزی، بار الکتریکی به‌طور مساوی بین آن دو تقسیم می‌شود و بار هریک برابر است با:

$$q'=\frac{q_1+q_2}{2}=\frac{15+5}{2}=10\mu C$$

اگر نیروی بین دو کره در حالت اول F و در حالت دوم F' باشد داریم:

$$\begin{cases}F=\frac{kq_1q_2}{2}=\frac{k\times5\times15}{r^2}=\frac{75k}{r^2}\\ F'=\frac{kq'q'}{r^2}=\frac{k\times10\times10}{r^2}=\frac{100k}{r^2}\end{cases}\Rightarrow\frac{F'}{F}=\frac{\frac{100k}{r^2}}{\frac{75k}{r^2}}=\frac{4}{3}\simeq1/33$$

پس نیرو تقریباً ۰/۳۳ یا ۳۳ درصد افزایش می‌یابد. بنابراین گزینه‌ی (۴) درست است.

تذکر: دقت کنید فلزات دارای الکترون آزاد هستند که به راحتی جابه‌جا می‌شوند. وقتی کره‌های فلزی **مشابه** را به هم تماس می‌دهیم کره‌ها با هم بار مبادله می‌کنند تا بار آن‌ها برابر شود و بنا به اصل پایستگی خواهیم داشت:

$$q'_1=q'_2=\frac{q_1+q_2}{2}$$

Scanned by CamScanner

تست۵: دو ذره‌ی A و B به‌ترتیب دارای جرم m_A و $m_B = ۳m_A$ و بار q_A و $q_B = \frac{۱}{۲}q_A$ در نزدیکی هم قرار دارند. اگر بر هر ذره تنها نیروی الکتروستاتیکی ذره‌ی دیگر وارد شود و تحت تأثیر این نیرو هر ذره شتاب بگیرد، شتاب ذره‌ی A چند برابر شتاب ذره‌ی B است؟

۱) ۶ ۲) $\frac{۲}{۳}$ ۳) ۳ ۴) $\frac{۱}{۶}$

پاسخ: بنا به قانون سوم نیوتون نیروی الکتروستاتیکی که ذره‌ی A بر ذره‌ی B وارد می‌کند با نیروی الکتروستاتیکی که ذره‌ی B بر ذره‌ی A وارد می‌کند، برابر و در خلاف جهت هم هستند. از این‌رو:

$$|F_A| = |F_B| \Rightarrow m_A|a_A| = m_B|a_B| \Rightarrow \left|\frac{a_A}{a_B}\right| = \frac{m_B}{m_A} = ۳$$

بنابراین گزینه‌ی (۳) درست است.

تست۶: دو بار الکتریکی همنام به فاصله‌ی d از یکدیگر قرار دارند و با نیروی F یکدیگر را می‌رانند. این دو بار را چه اندازه و در چه جهتی جابه‌جا کنیم تا نیروی رانش بین دو بار $\frac{F}{۳}$ شود؟

۱) $d\sqrt{۳}$، از هم دور کنیم. ۲) $d\sqrt{۳}$، به هم نزدیک کنیم.
۳) $d(\sqrt{۳}-۱)$، از هم دور کنیم. ۴) $d(\sqrt{۳}-۱)$، به هم نزدیک کنیم.

پاسخ: با توجه به قانون کولن در دو حالت رابطه‌ی کولن را نوشته بر هم تقسیم می‌کنیم:

$$\begin{aligned} F &= k\frac{|q|\times|q|}{d^۲} \\ F' &= k\frac{|q|\times|q|}{d'^۲} \end{aligned} \Rightarrow \frac{F'}{F} = \left(\frac{d}{d'}\right)^۲ \Rightarrow \frac{۱}{۳} = \left(\frac{d}{d'}\right)^۲ \Rightarrow d' = \sqrt{۳}d$$

در این صورت باید دو بار را از هم دور کنیم.

$$d' - d = \sqrt{۳}d - d = (\sqrt{۳}-۱)d$$

بنابراین گزینه‌ی (۳) درست است.

حل دو مسأله‌ی خاص

مسأله ۱ **دو کره‌ی کوچک مشابه رسانا، با بار مثبت $q_۱$ و $(q_۱ \neq q_۲)q_۲$ در فاصله‌ی r بر هم نیروی F را وارد می‌کنند. چنانچه دو کره را با هم تماس داده و مجدداً در فاصله‌ی r قرار دهیم، نیروی بین آن دو چه تغییری خواهد کرد؟**

راه‌حل: کره‌ها رسانا هستند و بار به راحتی در آن‌ها جابه‌جا می‌شود. وقتی دو کره را به هم تماس می‌دهیم چون دو کره مشابه و رسانا هستند، بار آن‌ها با هم برابر شده و بار هر یک برابر است با:

$$q'_۱ = q'_۲ = \frac{q_۱ + q_۲}{۲}$$

در حالت اول نیروی بین دو کره برابر است با:

$$F = k\frac{q_۱q_۲}{r^۲}$$

در حالت دوم نیروی بین دو کره خواهد شد:

$$F' = k\frac{q'_۱q'_۲}{r^۲} \Rightarrow F' = k\frac{\left(\frac{q_۱+q_۲}{۲}\right)^۲}{r^۲}$$

اکنون باید بررسی شود که $\left(\frac{q_۱+q_۲}{۲}\right)^۲$ بزرگ‌تر است و یا $q_۱q_۲$ برای این منظور با یک مثال عددی مسأله را حل می‌کنیم.

دو عدد دلخواه مثال بزنید، مثلاً ۴ و ۸، در این صورت داریم: $۸\times۴ = ۳۲$، $\left(\frac{۸+۴}{۲}\right)^۲ = ۳۶$

هر دو عدد دلخواه غیرمساوی دیگری را هم که مثال بزنید خواهید دید که:

$$\left(\frac{q_۱+q_۲}{۲}\right)^۲ > q_۱q_۲$$

بنابراین $F' > F$ است.

Scanned by CamScanner

اکنون به اثبات ریاضی این موضوع می‌پردازیم. می‌دانیم توان ۲ هر عددی مثبت است. پس دقت کنید:

$$(q_1-q_2)^2>0 \Rightarrow q_1^2+q_2^2-2q_1q_2>0$$

می‌توان به دو طرف یک نامساوی مقداری یکسان اضافه کرد.

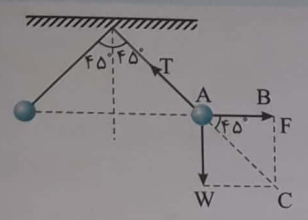
$$q_1^2+q_2^2-2q_1q_2+4q_1q_2>4q_1q_2 \Rightarrow q_1^2+q_2^2+2q_1q_2>4q_1q_2 \Rightarrow$$

$$(q_1+q_2)^2>4q_1q_2 \Rightarrow \left(\frac{q_1+q_2}{2}\right)^2>q_1q_2 \Rightarrow F'>F$$

تست۷: دو کره‌ی کوچک با بار الکتریکی یکسان q از دو ریسمان هم‌طول آویخته شده و در اثر رانش الکتریکی دو بار، هر ریسمان با راستای قائم زاویه‌ی 45° می‌سازد. نیروی الکتریکی بین دو بار چند برابر وزن هر ذره است؟ (۱)

۱) ۱ ۲) $\sqrt{2}$ ۳) $\frac{\sqrt{2}}{2}$ ۴) $\frac{1}{2}$

پاسخ: شکل مسأله را رسم می‌کنیم و نیروهای وارد بر هر ذره را مشخص می‌کنیم.



۱- دو بار هم‌نام یکدیگر را با نیروی الکتریکی F می‌رانند.

۲- بر هر ذره نیروی وزن W رو به پایین وارد می‌شود.

۳- نیرویی که ریسمان بر کره وارد می‌کند و آن را با حرف T نشان داده‌ایم. این نیرو در امتداد ریسمان است.

با توجه به شکل و فرض مسأله نیروی T باید در امتداد نیروی برآیند $\vec{W}+\vec{F}$ باشد تا بتواند آن را خنثی کرده و نیروی خالص صفر شود و کره در تعادل بماند.

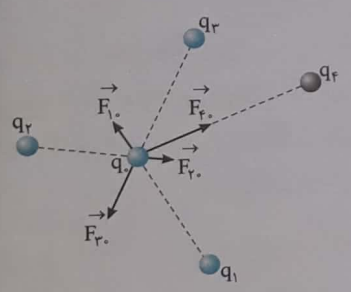
با توجه به شکل در مثلث ABC می‌توان نوشت:

$$\tan 45^\circ=\frac{BC}{AB} \Rightarrow \tan 45^\circ=\frac{W}{F} \Rightarrow \frac{W}{F}=1$$

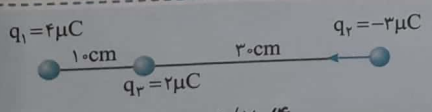
بنابراین گزینه‌ی (۱) درست است.

برآیند نیروهای الکتروستاتیکی

- هرگاه چند ذره باردار بر یک ذره باردار نیرو وارد کنند، نیروی الکتریکی وارد بر هر ذره برآیند نیروهایی است که هریک از ذره‌های دیگر جداگانه بر آن ذره وارد می‌کند. (اصل برهم‌نهی نیروهای الکتروستاتیکی)

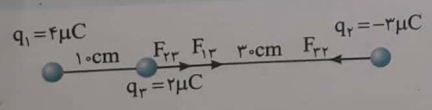


تست۸: در شکل روبه‌رو سه بار نقطه‌ای نشان داده شده است. نیروی خالص وارد بر بار q_3 از طرف دو بار دیگر چند نیوتون است؟



۱) ۶/۶ ۲) ۷/۸ ۳) ۴/۲ ۴) ۵/۷

پاسخ: نیروهای وارد بر بار q_3 را رسم می‌کنیم با توجه به شکل خواهیم داشت:



$$F_3=F_{13}+F_{23}=9\times10^9\times\frac{2\times10^{-6}\times4\times10^{-6}}{10^{-2}}+9\times10^9\times\frac{3\times10^{-6}\times2\times10^{-6}}{9\times10^{-2}}$$

$$\Rightarrow F_3=7/2+0/6=7/8N$$

بنابراین گزینه‌ی (۲) درست است.

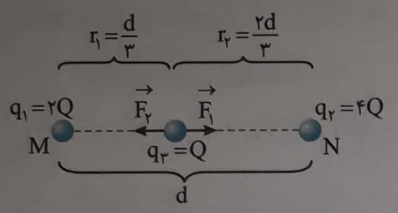
۱- این نوع مسأله‌ها ترکیبی از الکتریسیته‌ی ساکن و تعادل نیروها است که یادگیری آن به شما توصیه می‌شود زیرا در آزمون کنکور سراسری مسائل ترکیبی مباحث مختلف مورد پرسش قرار می‌گیرد.

Scanned by CamScanner

تست ۹: نیروی الکتریکی بین دو بار همنام $2Q$ و $4Q$ که روی پاره‌خط MN به فاصله‌ی d از هم قرار دارند، برابر F است. اگر بار سوم Q را در فاصله‌ی $\frac{d}{3}$ از M (محل بار $2Q$) و بین دو بار قرار دهیم، نیروی وارد بر آن چقدر و در چه جهتی است؟

۱) $\frac{9}{8}F$ و به طرف N ۲) $9F$ و به طرف N ۳) $\frac{9}{8}F$ و به طرف M ۴) $9F$ و به طرف M

پاسخ: طبق فرض سؤال نیروی $\frac{k\times 2Q\times 4Q}{d^2}$ برابر F درنظر گرفته شده است. اگر برای بار الکتریکی $q_3=Q$ نیروهای وارد از طرف $q_1=2Q$ و $q_2=4Q$ را مطابق شکل روبه‌رو نمایش دهیم، خواهیم داشت:



$$\frac{8kQ^2}{d^2}=F\Rightarrow\frac{kQ^2}{d^2}=\frac{F}{8}$$

$$F_1=\frac{kq_1q_3}{r_1^2}=\frac{k\times 2Q\times Q}{(\frac{d}{3})^2}=18\frac{kQ^2}{d^2}=\frac{18}{8}F=\frac{9}{4}F$$

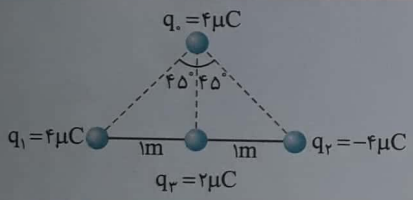
$$F_2=\frac{kq_2q_3}{r_2^2}=\frac{k\times 4Q\times Q}{(\frac{2d}{3})^2}=9\frac{kQ^2}{d^2}=\frac{9}{8}F$$

چون این دو نیرو هم‌راستا و در خلاف جهت یکدیگرند، بنابراین اندازه‌ی برآیند نیروهای وارد بر بار $q_3=Q$ برابر خواهد شد با: $F_{q_3}=F_1-F_2=\frac{9}{4}F-\frac{9}{8}F=\frac{9}{8}F$

جهت این نیرو هم‌جهت با نیروی بزرگ‌تر یعنی $\vec{F}_1$ و به طرف نقطه‌ی N خواهد بود.

بنابراین گزینه‌ی (۱) درست است.

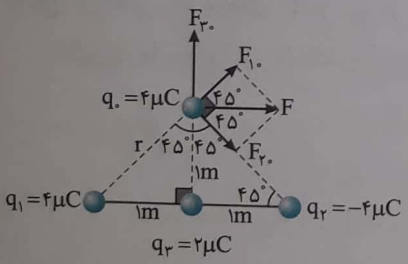
تست ۱۰: نیروی خالص وارد بر بار q_0 در شکل روبه‌رو چند نیوتون است؟



۱) صفر ۲) $7/2\sqrt{2}\times 10^{-2}$

۳) $7/2\times\sqrt{3}\times 10^{-2}$ ۴) $7/2(\sqrt{2}-1)\times 10^{-2}$

پاسخ: ابتدا به کمک رابطه‌ی فیثاغورس فاصله‌ی q_1 تا q_0 و q_2 تا q_0 را به‌دست می‌آوریم. دقت کنید که فاصله‌ی q_0 تا q_3 نیز ۱m است.



$$r=\sqrt{1^2+1^2}=\sqrt{2}m$$

$$F=k\frac{|q_1||q_2|}{r^2}\Rightarrow F_{10}=9\times 10^9\times\frac{4\times 10^{-6}\times 4\times 10^{-6}}{(\sqrt{2})^2}\Rightarrow F_{10}=72\times 10^{-3}N$$

نیرویی که بار q_2 بر q_0 وارد می‌کند نیز همین مقدار است.

$$F_{20}=F_{10}=72\times 10^{-3}N$$

برآیند دو نیروی F_{10} و F_{20} را F می‌نامیم که با توجه به تقارن روی محور افقی قرارمی‌گیرد و با توجه به شکل اندازه‌ی آن را از رابطه‌ی فیثاغورس به‌دست می‌آوریم.

$$F=\sqrt{F_{20}^2+F_{10}^2}=\sqrt{(72\times 10^{-3})^2+(72\times 10^{-3})^2}\Rightarrow F=72\sqrt{2}\times 10^{-3}N$$

حال نیروی F_{30} را به‌دست می‌آوریم.

$$F_{30}=9\times 10^9\times\frac{2\times 10^{-6}\times 4\times 10^{-6}}{1}=72\times 10^{-3}N$$

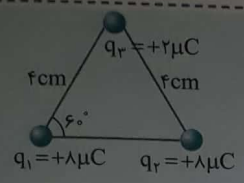
با توجه به شکل نیروهای F و F_{30} بر هم عمودند از این‌رو نیروی برآیند (نیروی خالص) وارد بر q_0 خواهد شد.

$$F_{T_0}=\sqrt{F_{30}^2+F^2}=\sqrt{(72\times 10^{-3})^2+(72\sqrt{2}\times 10^{-3})^2}\Rightarrow F_{T_0}=7/2\sqrt{3}\times 10^{-2}N$$

بنابراین گزینه‌ی (۳) درست است.

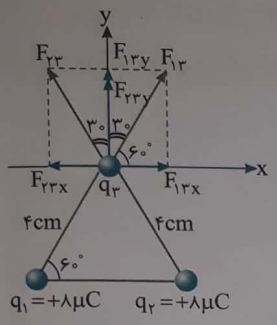
Scanned by CamScanner

تست ۱۱: سه بار ذره‌ای $q_1=q_2=+8\mu C$ و $q_3=+2\mu C$، در سه رأس یک مثلث متساوی‌الاضلاع به ضلع ۴cm ثابت شده‌اند. نیروی خالص وارد بر بار q_3 چند نیوتون است؟ ①



۱) ۹۰
۲) ۱۸۰
۳) $9\sqrt{3}$
۴) $90\sqrt{3}$

پاسخ: نیرویی که بار q_1 و بار q_2 بر بار q_3 وارد می‌کنند هم‌اندازه هستند. مقدار آن را به‌دست می‌آوریم.



$$F=k\frac{|q_1||q_2|}{r^2}\Rightarrow F_{13}=F_{23}=9\times10^9\times\frac{8\times10^{-6}\times2\times10^{-6}}{16\times10^{-4}}\Rightarrow F_{13}=F_{23}=F=90N$$

اکنون به کمک دانسته‌هایمان از ریاضی سال هشتم نیروهای F_{13} و F_{23} را بر محور x و y تجزیه می‌کنیم. دو مؤلفه‌ی F_{13x} و F_{23x} قرینه و هم‌اندازه هستند و یکدیگر را خنثی می‌کنند. بنابراین نیروی خالص وارد بر بار q_3 خواهد شد با:

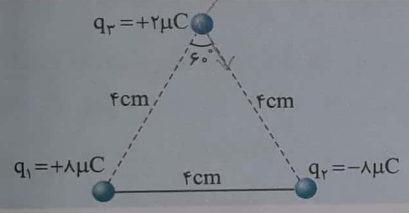
$$F_T=F_{13y}+F_{23y}=F\sin60^\circ+F\sin60^\circ=2F\sin60^\circ$$

$$F_T=2\times90\times\frac{\sqrt{3}}{2}=90\sqrt{3}$$

بنابراین گزینه‌ی (۴) درست است. * اگر زاویه بین ۲ بردار هم اندازه ۹۰° باشد اندازه بردار برآیند $\sqrt{2}$ برابر اندازه هر بردار است

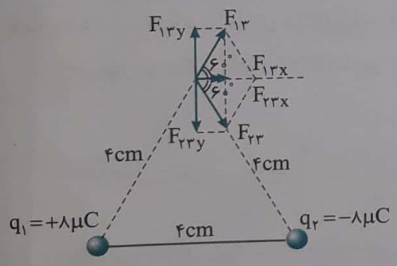
نتیجه‌ی ریاضی: هرگاه زاویه‌ی بین دو بردار هم‌اندازه ۶۰° باشد، اندازه‌ی بردار برایند $\sqrt{3}$ برابر اندازه‌ی هر بردار است. $(F_T=\sqrt{3}F)$

تست ۱۲: در شکل روبه‌رو نیروی وارد بر بار q_3 چند نیوتون است؟



۱) ۹۰
۲) ۱۸۰
۳) $9\sqrt{3}$
۴) ۹

پاسخ: نیروهایی که بارهای q_1 و q_2 بر بار q_3 وارد می‌کنند، هم‌اندازه هستند زیرا این بارها هم‌اندازه و فاصله‌ی آن‌ها از q_3 یکسان است.



$$F=k\frac{|q_1||q_2|}{r^2}$$

$$\Rightarrow F_{13}=F_{23}=9\times10^9\times\frac{8\times10^{-6}\times2\times10^{-6}}{16\times10^{-4}}\Rightarrow F_{13}=F_{23}=F=90N$$

اکنون بردار نیروهای F_{13} و F_{23} را بر محور x و y تجزیه می‌کنیم. F_{13y} و F_{23y} قرینه و هم‌اندازه هستند و یکدیگر را خنثی می‌کنند.

بنابراین نیروی خالص وارد بر بار q_3 خواهد شد:

$$F_T=F_{13x}+F_{23x}=F\cos60^\circ+F\cos60^\circ=2F\cos60^\circ$$

$$F_T=2\times90\times\frac{1}{2}\Rightarrow F_T=90N$$

بنابراین گزینه‌ی (۱) درست است.

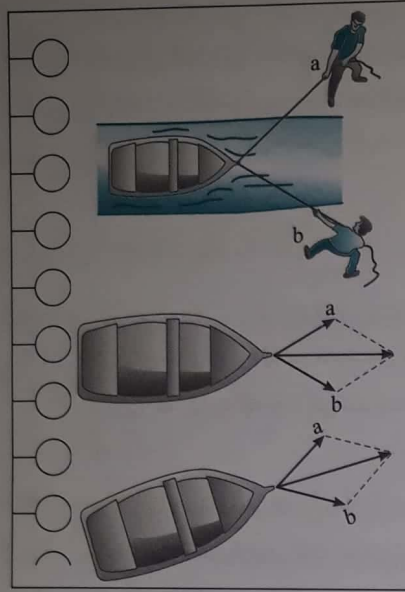
نتیجه‌ی ریاضی: هرگاه زاویه‌ی بین دو بردار هم‌اندازه ۱۲۰° باشد، اندازه‌ی بردار برآیند، هم‌اندازه‌ی هر بردار است. $F_T=F$ * خیلی مهم

۱- مسأله‌هایی شبیه این مسأله در برنامه‌ی رسمی کتاب درسی نیست اما شما به کمک ریاضی سال هشتم می‌توانید آن‌ها را حل کنید.

Scanned by CamScanner

به تمرین زیر که در کتاب ریاضی پایه هشتم آمده است دقت کنید (صفحه‌ی ۷۳ - تمرین ۱).

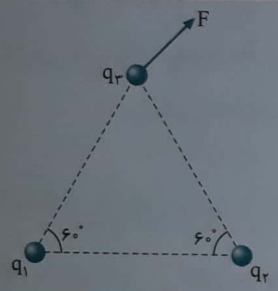
یادآوری



۱- دو نفر در کنار رودخانه با دو طناب قایقی را در خلاف جهت آب می‌کشند.
الف) قایق به کدام سمت حرکت می‌کند؟ ب) اگر نیروی a بیشتر باشد، قایق به کدام طرف متمایل می‌شود؟

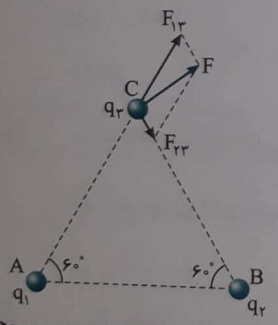
پاسخ: در حل این تمرین برای سادگی فرض می‌کنیم که آب دارای جریان نیست.
الف) اگر نیروهای a و b برابر باشند، قایق روی خط راست در امتداد نیمساز دو بردار و موازی ساحل رودخانه حرکت می‌کند.
ب) اگر نیروی a بیشتر باشد، قایق به طرف شخص a منحرف می‌شود.
نتیجه: هرگاه دو نیرو بر جسم وارد شود نیروی خالص به سمت نیروی بزرگ‌تر متمایل می‌شود.

اکنون به تست زیر دقت کنید:



تست۱۳: در شکل روبه‌رو جهت نیروی خالصی که بارهای q_1 و q_2 بر بار q_3 وارد می‌کنند نشان داده شده است. کدام گزینه درست است؟

۱) q_1 و q_3 همنام، $|q_1|<|q_2|$
۲) q_2 و q_3 ناهمنام و $|q_1|>|q_2|$
۳) q_1 و q_3 ناهمنام، $|q_1|>|q_2|$
۴) q_2 و q_1 ناهمنام و $|q_1|<|q_2|$



پاسخ: نیروی بین دو بار در امتداد خط مستقیم واصل دو بار است، یعنی نیرویی که q_1 بر q_3 وارد می‌کند در امتداد ضلع AC و نیرویی که q_2 بر q_3 وارد می‌کند در امتداد BC است. نیروی F را در امتداد خط مستقیم بین بارها تجزیه می‌کنیم. قطعاً نیرویی که بار q_1 بر بار q_3 وارد می‌کند بیشتر است زیرا نیروی خالص F به سمت نیروی بین q_1 و q_3 متمایل شده است. از این‌رو باید $|q_1|>|q_2|$ باشد و بارهای q_1 و q_3 همدیگر را برانند و بارهای q_2 و q_3 یکدیگر را بربایند پس q_1 و q_3 همنام و q_2 و q_3 ناهمنامند.
بنابراین گزینه (۲) درست است.

پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش دوم

(ازاد ریاضی - ۸٤)

۲۸- یکای k، ضریب قانون کولن، در SI کدام است؟

۱) $\frac{N.m^2}{C^2}$ ۲) $\frac{N.m}{C}$ ۳) $\frac{C^2}{N.m^2}$ ۴) $\frac{C^2}{N.m}$

(ازاد پزشکی - ۹۰)

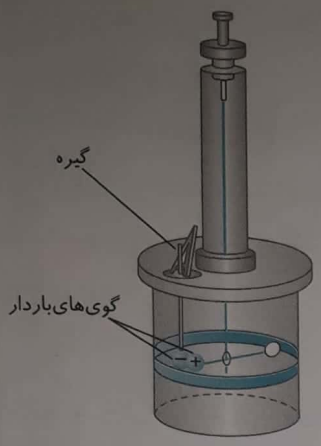
۲۹- یکای ضریب گذردهی خلأ (ε_0) در SI کدام است؟

۱) $\frac{C^2}{N.m^2}$ ۲) $\frac{C}{N.m^2}$ ۳) $\frac{C^2}{N.m}$ ۴) $\frac{C.m^2}{N}$

Scanned by CamScanner

۳۰- شکل روبه‌رو مربوط به آزمایشی برای به‌دست آوردن ..... است که با استفاده از ..... حساب می‌شود.

(برگرفته از کتاب درسی)



۱) نیروی الکتریکی - میزان چرخش گیره

۲) نیروی الکتریکی - مدرج کردن استوانه و اندازه‌گیری فاصله‌ی زاویه‌ای بین دو گوی

۳) مقدار بار الکتریکی - میزان چرخش گیره

۴) مقدار بار الکتریکی - مدرج کردن استوانه و اندازه‌گیری فاصله‌ی زاویه‌ای بین دو گوی

۳۱- بارهای q و $Q=2q$ در فاصله‌ی معینی از هم قرار دارند. اگر اندازه‌ی نیرویی که بار q بر بار Q وارد می‌کند، F باشد، اندازه‌ی نیرویی که Q بر q وارد می‌کند چند F است؟

(آزاد تجربی - ۷۱)

۱) $\sqrt{2}$ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۴

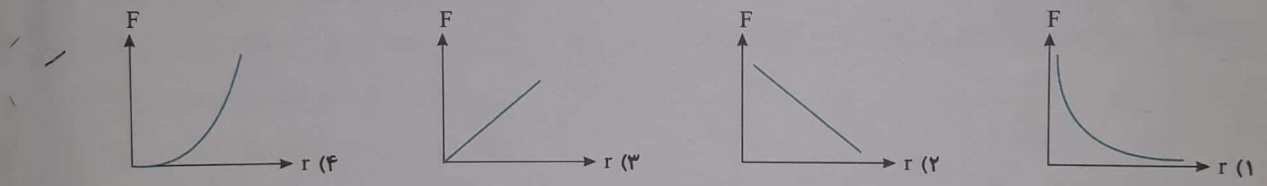
۳۲- در اتم هلیوم فاصله‌ی الکترون از پروتونی $1/4\times10^{-10}m$ و فاصله‌ی دو پروتون در هسته‌ی آن برابر $2\times10^{-15}m$ می‌باشد. نیرویی که پروتون‌ها به هم وارد می‌کنند چند برابر نیرویی است که الکترون به پروتون وارد می‌کند؟

(برگرفته از کتاب درسی)

۱) $1/6\times10^{9}$ ۲) $3/2\times10^{9}$

۳) $4/9\times10^{9}$ ۴) باید بار الکترون و پروتون داده شود.

۳۳- کدام یک از نمودارهای زیر تغییرات نیروی الکترواستاتیکی کولنی بین دو بار الکتریکی را برحسب فاصله‌ی آن‌ها درست نشان می‌دهد؟



۳۴- بار الکتریکی $8\mu C$ از فاصله‌ی r بر بار $2\mu C$ نیروی F را وارد می‌کند. بار $2\mu C$ در چه فاصله‌ای بر بار $8\mu C$ نیرویی با اندازه‌ی $2F$ وارد می‌کند؟

(سراسری تجربی - ۸۵)

۱) $2r$ ۲) $\sqrt{2}r$ ۳) $\frac{1}{2}r$ ۴) $\frac{\sqrt{2}}{2}r$

۳۵- دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و $q_2=5q_1$ در فاصله‌ی ۳ متری از هم قرار دارند و نیروی دافعه‌ی $0/02N$ را به یک‌دیگر وارد می‌کنند. q_1 چند میکروکولن است؟ $(k=9\times10^{9}\frac{N\cdot m^2}{C^2})$

(سراسری خارج از کشور تجربی - ۹۱)

۱) ۱۰ ۲) ۵ ۳) ۴ ۴) ۲

۳۶- دو بار نقطه‌ای q_1 و q_2 در فاصله‌ی ۴۰ سانتی‌متری به یک‌دیگر نیروی ۵۴ نیوتونی وارد می‌کنند. آن‌ها را چند سانتی‌متر دیگر از هم دور کنیم تا بر یک‌دیگر نیروی ۶ نیوتون وارد کنند؟

۱) ۸۰ ۲) ۴۰ ۳) ۲۰ ۴) ۱۲۰

۳۷- دو بار نقطه‌ای در فاصله‌ی d از یکدیگر بر هم نیروی الکتریکی وارد می‌کنند. اگر بخواهیم با ثابت ماندن اندازه‌ی دو بار، اندازه‌ی نیروی الکتریکی بین دو بار الکتریکی به اندازه‌ی ٪۶۹ زیاد شود، فاصله‌ی دو بار را باید چند برابر فاصله‌ی d و چگونه تغییر دهیم؟

۱) $\frac{3}{13}$، افزایش ۲) ۰/۳، افزایش

۳) $\frac{3}{13}$، کاهش ۴) ۰/۳، کاهش

Scanned by CamScanner

۳۸- دو بـار نقطـه‌ای q_1 و q_2 یک‌دیگر را در فاصله‌ی d با نیروی F می‌ربایند. بارهای $-6q_1$ و $+8q_2$ در فاصله‌ی $2d$ بر یک‌دیگر چه نیرویی وارد می‌کنند؟

۱) $12F$، ربایشی ۲) $24F$، ربایشی ۳) $24F$، رانشی ۴) $12F$، رانشی

۳۹- دو بار الکتریکی همنام $q_1 = 8\mu C$ و q_2 در فاصله‌ی r، نیروی F بر هم وارد می‌کنند. اگر ۲۵ درصد از بار q_1 را برداشته به q_2 اضافه کنیم، بدون تغییر فاصله‌ی بارها نیروی متقابل بین آن‌ها ۵۰ درصد افزایش می‌یابد. مقدار اولیه‌ی q_2 چند میکروکولن است؟

(سراسری ریاضی - ۸۹)

۱) ۲ ۲) ۱ ۳) ۳ ۴) ۴

۴۰- دو بـار الکتریکـی نقطه‌ای $q_1 = 2\mu C$ و $q_2 = -2\mu C$ به فاصله‌ی r از یک‌دیگر قرار دارند. اگر نصـف یکی از بارها را برداریم و به دیگری اضافه کنیم و دو بار را به فاصله‌ی $\frac{r}{2}$ از هم قرار دهیم، اندازه‌ی نیرویی که دو بار بر یک‌دیگر وارد می‌کنند، در مقایسه با حالت قبل چند برابر می‌شود؟

(سراسری خارج از کشور تجربی - ۸۷)

۱) ۱ ۲) ۳ ۳) $\frac{1}{4}$ ۴) $\frac{1}{16}$

۴۱- نیروی دافعه‌ی بین دو بار الکتریکی نقطه‌ای مشابه در فاصله‌ی r از هم برابر با $0/02\,N$ است. اگر به یکی از بارها $2\mu C$ اضافه کنیم، این نیروی دافعه در همین فاصله برابر $0/03\,N$ می‌شود. اندازه‌ی اولیه‌ی هر یک از این بارهای الکتریکی چند میکروکولن بوده است؟

(سراسری خارج از کشور تجربی - ۸۵)

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۶ ۴) ۸

۴۲- نیرویی که دو بار نقطه‌ای $+q$ در فاصله‌ی r به یک‌دیگر وارد می‌کنند، برابر $F = 640N$ است. اگر بار $2\mu C$ از یکی کم کرده و همان مقدار به دیگری اضافه کنیم نیروی جدید F'، در همان فاصله برابر $600N$ می‌شود. بار q چند میکروکولن بوده است؟

۱) ۱۲ ۲) ۸ ۳) ۶ ۴) ۴

۴۳- دو کره‌ی کوچک فلزی یکسـان که دارای بار الکتریکی $2q$ و $-3q$ می‌باشـند از فاصله‌ی d بر هم نیروی F_1 را وارد می‌کنند. دو کره را با هم تماس داده، سپس در همان فاصله قرار می‌دهیم. در این حالت دو کره بر هم نیروی F_2 وارد می‌کنند. $|\frac{F_2}{F_1}|$ برابر کدام است؟

۱) $\frac{1}{12}$ ۲) $\frac{1}{6}$ ۳) $\frac{1}{24}$ ۴) $\frac{1}{3}$

۴۴- دو گلوله‌ی فلزی کوچک و مشابه که دارای بار الکتریکی می‌باشند، از فاصله‌ی ۳۰ سانتی‌متری، نیروی جاذبه‌ی ۴ نیوتون بر یک‌دیگر وارد می‌کنند. اگر این دو گلوله را به هم تماس دهیم، بار الکتریکی هر کدام $+3\mu C$ خواهد شـد. بار اولیه‌ی گلوله‌ها بر حسـب میکروکولن کدام است؟ $(k = 9\times10^9 \frac{N.m^2}{C^2})$

(سراسری ریاضی - ۹٤)

۱) ۱۲ و ۶- ۲) ۱۰ و ۴- ۳) ۹ و ۳- ۴) ۸ و ۲-

۴۵- دو بـار الکتریکـی نقطه‌ای q_1 و $q_2 = 2q_1$ در فاصله‌ی r از هم قـرار دارند و به هم نیروی دافعه وارد می‌کنند. چند درصد از بار q_2 را به q_1 منتقل کنیم تا در همان فاصله نیروی دافعه‌ی بین بارهای الکتریکی بیشینه شود؟

(سراسری ریاضی - ۹۵)

۱) ۱۵ ۲) ۲۵ ۳) ۴۰ ۴) ۵۰

۴۶- دو کره‌ی فلزی که روی پایه‌های عایقی قرار دارند، دارای بار الکتریکی هسـتند. اندازه‌ی نیروی الکتریکی بین این دو کره با فاصله‌ی d برابر F است. اگر آن دو را به هم تماس داده و دوباره در همان فاصله قرار دهیم، اندازه‌ی نیروی الکتریکی بین دو کره برابر F' می‌شود. کدام رابطه بین F و F' برقرار است؟

(سراسری ریاضی - ۷٦)

۱) $F > F'$ ۲) $F < F'$

۳) $F = F'$ ۴) بسته به شرایط، هر سه حالت ممکن است.

Scanned by CamScanner

۴۷- دو کره‌ی رسانای کوچک و مشابه که دارای بارهای الکتریکی $0/2\,\mu C$ و $-6/2\,\mu C$ هستند، در فاصله‌ی d از یک‌دیگر به هم نیروی الکتریکی به بزرگی $2/48\,N$ وارد می‌کنند. دو کره را به هم تماس می‌دهیم و سپس در فاصله‌ی 3d از یک‌دیگر قرار می‌دهیم، هنگام تماس چه تعداد الکترون از یک کره به کره‌ی دیگر منتقل شده است و بزرگی نیروی الکتریکی که دو کره در حالت جدید به هم وارد می‌کنند، چند نیوتون است؟ $(e=1/6\times10^{-19}C)$

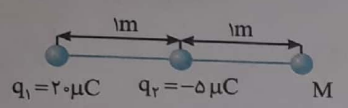
۱) $3,2\times10^{19}$ ۲) $2,2\times10^{19}$ ۳) $3,2\times10^{13}$ ۴) $2,2\times10^{13}$

برآیند نیروی الکتریکی چند بار واقع بر یک خط

۴۸- دو بار الکتریکی $q_1=+q$ و $q_2=+4q$ در دو نقطه‌ی A و B به فاصله‌ی $AB=30\,cm$ قرار دارند. بار سوم $+q'$ را بین دو بار در چه فاصله‌ای از بار q_2 قرار دهیم تا به حال تعادل قرار گیرد؟

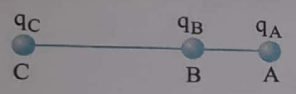
۱) 10 cm ۲) 15 cm ۳) 20 cm ۴) 25 cm

۴۹- در شکل روبه‌رو، در نقطه‌ی M بار الکتریکی نقطه‌ای چند میکروکولنی قرار دهیم تا برآیند نیروهای وارد بر آن از طرف بارهای دیگر صفر باشد؟



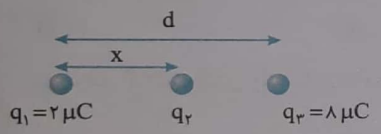
۱) −4 ۲) 1
۳) 5 ۴) هر مقدار دلخواه می‌تواند باشد.

۵۰- در نقاط A، B و C به‌ترتیب بارهای الکتریکی q_A و q_B و q_C مطابق شکل زیر قرار دارند. اگر نیروی خالص وارد بر بار q_C صفر باشد، کدام بارها الزاماً ناهمنام هستند؟ (آزاد تجربی - ۷۱)



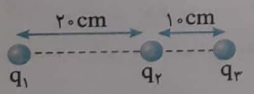
۱) q_A و q_C ۲) q_A و q_B ۳) q_B و q_C ۴) ممکن است هر سه بار همنام باشند.

۵۱- سه بار نقطه‌ای مطابق شکل قرار دارند. برآیند نیروهای الکترواستاتیکی وارد بر هر یک از بارها صفر است. بار q_2 چند میکروکولن است؟ (سراسری خارج از کشور تجربی - ۸۹)



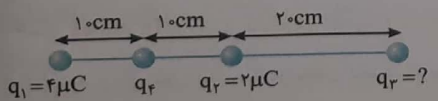
۱) $-\frac{2}{9}$ ۲) $+\frac{2}{9}$
۳) $-\frac{8}{9}$ ۴) $+\frac{8}{9}$

۵۲- در شکل روبه‌رو، برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر هریک از بارهای نقطه‌ای برابر صفر است. $\frac{q_3}{q_2}$ کدام است؟ (سراسری تجربی - ۹۳)



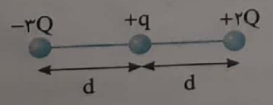
۱) −4 ۲) +4 ۳) $-\frac{9}{4}$ ۴) $+\frac{9}{4}$

۵۳- در شکل زیر، برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_4 برابر صفر است. بار q_3 چند میکروکولن است؟ (سراسری ریاضی - ۹۱)



۱) 18 ۲) 8
۳) −8 ۴) −18

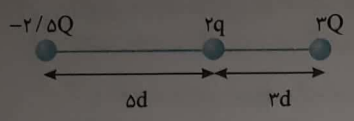
۵۴- اندازه‌ی نیروی کولنی بین دو بار +Q و +q در فاصله‌ی d برابر با F است. در شکل داده شده اندازه‌ی برآیند نیروها از طرف دو بار +2Q و −3Q بر بار +q چند برابر F است؟



۱) 6 ۲) 1 ۳) 5 ۴) 2

Scanned by CamScanner

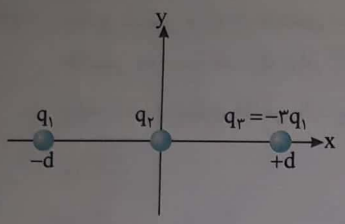
۵۵- اگـر اندازه‌ی نیرویی که بار نقطه‌ای Q از فاصله‌ی d بر بار نقطه‌ای q وارد می‌کند برابر F باشد، در شکل روبه‌رو برآیند نیروهای وارد بر بار نقطه‌ای ۲q چند برابر F است؟



۱) $\frac{۱۳}{۳}$ ۲) $\frac{۵}{۸}$

۳) $\frac{۸}{۳}$ ۴) $\frac{۱۳}{۱۵}$

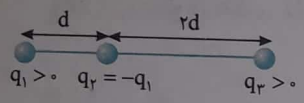
۵۶- مطابق شکل سه بار نقطه‌ای روی محور x قرار دارند. در این حالت اندازه‌ی نیروی خالص وارد بر بار $q_۲$ برابر F اسـت. اگر بـار $q_۲$ را به اندازه‌ی $\frac{d}{۲}$ روی محور افقی به بار $q_۱$ نزدیک کنیم، نیروی خالص وارد بر بار $q_۲$ چند برابر F خواهد شد؟



۱) $\frac{۳}{۴}$ ۲) $\frac{۴}{۳}$

۳) $\frac{۳}{۲}$ ۴) $\frac{۲}{۳}$

۵۷- سـه بار نقطه‌ای مطابق شـکل روبه‌رو ثابت شده‌اند. اگر برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار $q_۱$ هم‌اندازه‌ی برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار $q_۲$ باشد، $\frac{q_۳}{q_۱}$ کدام است؟

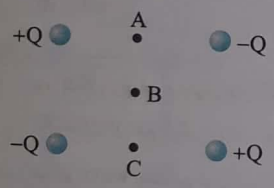


(سراسری خارج از کشور تجربی - ۹۵)

۱) $\frac{۸}{۱۳}$ ۲) $\frac{۱۳}{۸}$ ۳) $\frac{۱۳}{۷۲}$ ۴) $\frac{۷۲}{۱۳}$

برآیند نیروی الکتریکی حاصل از چند بار واقع بر یک صفحه

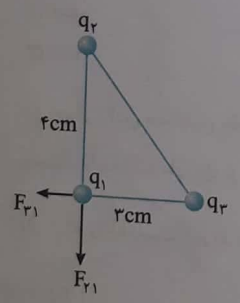
۵۸- در کدام‌یک از نقاط شکل روبه‌رو، نیروی وارد بر یک بار مثبت صفر است؟



۱) A ۲) B

۳) A یا C ۴) A، B یا C

۵۹- اگر در شکل روبه‌رو $\frac{q_۲}{q_۳}=\frac{۴}{۵}$ باشد، کدام گزینه در مورد نسبت $\frac{F_{۲۱}}{F_{۳۱}}$ درست است؟



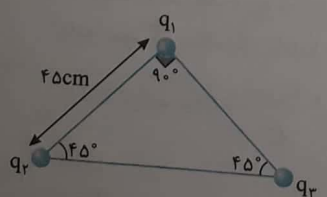
۱) $\frac{۹}{۲۰}$

۲) $\frac{۱۶}{۹}$

۳) $\frac{۲۰}{۹}$

۴) به اندازه‌ی بار $q_۱$ بستگی دارد.

۶۰- سه بار نقطه‌ای $q_۱=q_۲=q_۳=۹۰\mu C$ در سه رأس مثلث شکل زیر قرار دارند. نیروی وارد بر بار $q_۱$ چند نیوتون است؟ $(k=۹\times۱۰^۹\frac{N\cdot m^۲}{C^۲})$



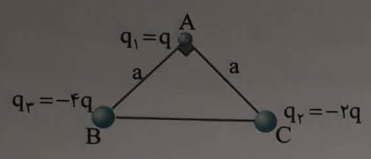
(برگرفته از کتاب درسی)

۱) $۳۶۰\sqrt{۲}$ ۲) $۹۰\sqrt{۲}$

۳) $۳۶\sqrt{۲}$ ۴) $۹\sqrt{۲}$

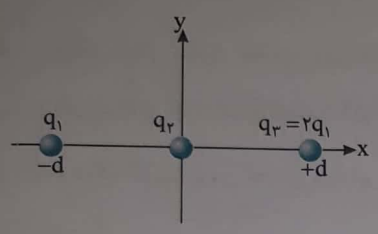
Scanned by CamScanner

۶۱- مطابق شکل روبه‌رو دو کره‌ی کوچک مشابه در رأس‌های B و C قرار دارند. نیروی خالص وارد بر بار q_1 برابر F است. اگر دو کره را به هم تماس داده و مجدداً در نقاط B و C قرار دهیم، نیروی وارد بر بار q_1 چند برابر F می‌شود؟



۱) $0/3\sqrt{5}$
۲) $0/3\sqrt{10}$
۳) $3\sqrt{5}$
۴) $3\sqrt{10}$

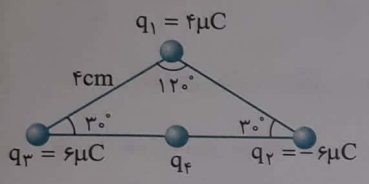
۶۲- مطابق شکل سه بار نقطه‌ای روی محور x قرار دارند. در این حالت اندازه‌ی نیروی خالص وارد بر بار q_2 برابر F است. اگر بار q_2 به اندازه‌ی d روی محور y ها جابه‌جا شود، نیروی خالص وارد بر بار q_2 چند F می‌شود؟



۱) $\frac{\sqrt{5}}{4}$
۲) $\frac{2}{3}$
۳) $\frac{\sqrt{5}}{2}$
۴) $\frac{3}{2}$

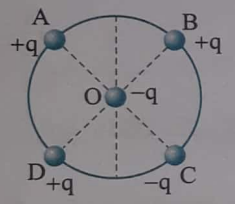
۶۳- سه بار نقطه‌ای مطابق شکل، در سه رأس یک مثلث ثابت شده‌اند. نیروی وارد بر بار $q_4=1\mu C$ واقع در نقطه‌ی O در وسط خط واصل دو بار q_2 و q_3 چند نیوتون است؟

(سراسری ریاضی - ۸۴)



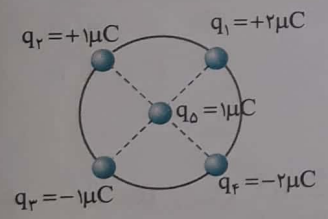
۱) ۴۵
۲) ۹۰
۳) $45\sqrt{3}$
۴) $90\sqrt{2}$

۶۴- مطابق شکل، در صفحه‌ی یک دایره، ۵ ذره‌ی باردار یکسان قرار دارند. نیروی خالص وارد بر بار موجود در مرکز دایره در کدام راستا است؟



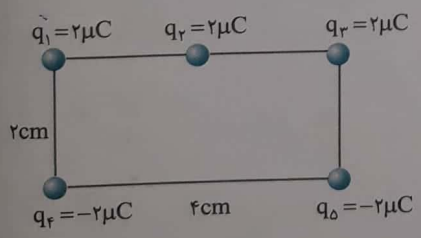
۱) $\overrightarrow{OA}$
۲) $\overrightarrow{OB}$
۳) $\overrightarrow{OC}$
۴) $\overrightarrow{OD}$

۶۵- در شکل روبه رو چهار بار الکتریکی روی محیط دایره‌ای به شعاع 10 cm در فاصله‌ی یکسان از هم قرار دارند. نیروی الکتریکی برآیند (نیروی خالص) وارد بر بار q_5 در مرکز دایره چند نیوتون است؟



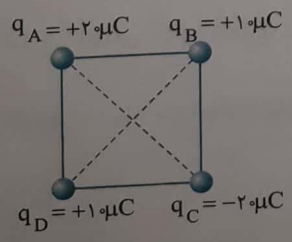
۱) صفر
۲) ۲/۷
۳) ۵/۴
۴) $2/7\sqrt{2}$

۶۶- در چهار رأس مستطیل مقابل بارهای q_1، q_3، q_4 و q_5 را قرار داده و بار q_2 را وسط فاصله دو بار q_1 و q_3 قرار می‌دهیم. اندازه‌ی نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_2 را به‌دست آورید $(k=9\times10^9\ \frac{N.m^2}{C^2})$.



۱) ۴۵
۲) ۵۰
۳) $45\sqrt{2}$
۴) $50\sqrt{2}$

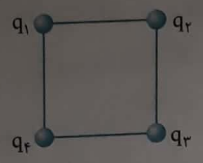
۶۷- در چهار رأس یک مربع به ضلع ۳۰ سانتی‌متر، مطابق شکل بارهای نقطه‌ای قرار داده‌ایم. اگر یک بار $-20\mu C$ در مرکز مربع قرار دهیم، نیروی وارد بر آن چند نیوتون خواهد بود؟ $(k=9\times10^9\ \frac{N.m^2}{C^2})$



۱) ۲۰
۲) ۴۰
۳) ۸۰
۴) ۱۶۰

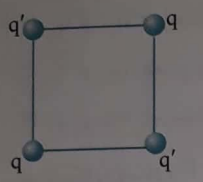
Scanned by CamScanner

۶۸- چهار ذره‌ی باردار مطابق شکل روبه‌رو در چهار رأس مربعی ثابت شده‌اند. اگر $q_1 = q_3 = -10\sqrt{2}\mu C$ باشد، بار q_2 چند میکروکولن باشد تا بار q_4 به حال تعادل باشد؟



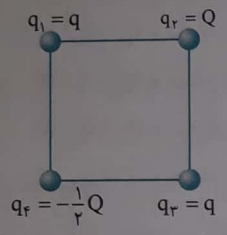
۱) $+40$
۲) -40
۳) $+20\sqrt{2}$
۴) $-20\sqrt{2}$

۶۹- بارهای q و q' در رأس‌های مربعی مطابق شکل مقابل قرار دارند. اگر برآیند نیروهای وارد بر بار q' صفر باشد، $\frac{q'}{q}$ کدام است؟



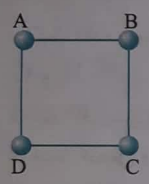
۱) $-\sqrt{2}$
۲) $-2\sqrt{2}$
۳) $\sqrt{2}$
۴) $2\sqrt{2}$

۷۰- چهار ذره‌ی باردار در رأس‌های یک مربع قرار دارند. برایند نیروهای الکتریکی وارد بر ذره‌ی باردار q_2 صفر است. $\frac{Q}{q}$ کدام است؟ (سراسری ریاضی - ۹۶)



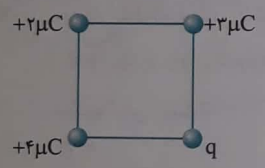
۱) $2\sqrt{2}$
۲) $4\sqrt{2}$
۳) $-2\sqrt{2}$
۴) $-4\sqrt{2}$

۷۱- چهار بار الکتریکی یکسان q در چهارگوشه‌ی یک مربع به ضلع a قرار دارند. اگر فقط بار A منفی باشد، نیروی وارد بر بار C از طرف بارهای دیگر برابر است با .....



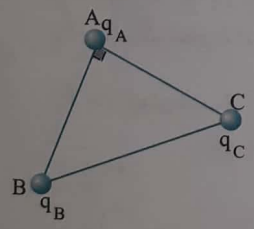
۱) $\frac{(2\sqrt{2}-1)}{2}\frac{kq^2}{a^2}$
۲) $\frac{kq^2}{2a^2}$
۳) $\frac{kq^2}{4a^2}$
۴) $\frac{3kq^2}{4a^2}$

۷۲- مطابق شکل در چهار رأس مربعی به ضلع a چهار بار نقطه‌ای قرار داده‌ایم. به ازای چه مقدار از q بر حسب میکروکولن برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار $+2\mu C$ می‌تواند صفر شود؟



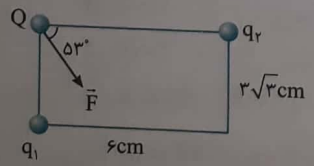
۱) -5
۲) -10
۳) -7
۴) مقدار q هر چه باشد، برآیند نیروهای وارد بر بار $+2\mu C$ صفر نخواهد شد.

۷۳- در شکل روبه‌رو، مثلث متساوی‌الساقین قائم الزاویه است و بارهای q_A، q_B و q_C به‌ترتیب q، $\sqrt{3}q$ و $-q$ است. زاویه‌ای که برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_A با امتداد پاره‌خط BA می‌سازد، چند درجه است؟ (سراسری تجربی - ۸۷)



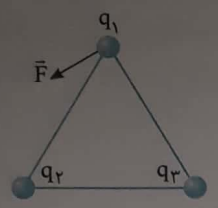
۱) ۳۰
۲) ۴۵
۳) ۵۳
۴) ۶۰

۷۴- مطابق شکل روبه‌رو، دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و q_2 و بار الکتریکی Q در سه رأس یک مستطیل ثابت شده‌اند و بردار برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار Q از طرف دو بار q_1 و q_2 برابر $\vec{F}$ است. نسبت q_1 به q_2 کدام است؟ $(\sin 37^\circ = 0/6)$



۱) $\frac{16}{9}$
۲) $\frac{4}{3}$
۳) ۱
۴) $\frac{3}{4}$

Scanned by CamScanner



* ۷۵- در سه رأس مثلث متساوی‌الاضلاعی به شکل روبه‌رو، سه بار نقطه‌ای q_1 ، q_2 و q_3 وجود دارد. اگر برآیند نیروهای وارد بر q_1 نیروی F باشد، کدام گزینه درست است؟ (۱)

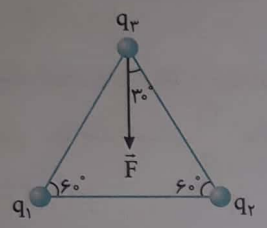
(آزاد ریاضی - ۸۵)

۱) q_1 و q_3 همنام و $|q_2|>|q_3|$

۲) q_1 و q_3 غیرهمنام و $|q_2|>|q_1|$

۳) q_1 و q_3 همنام و $|q_3|>|q_1|$

۴) q_1 و q_3 غیرهمنام و $|q_1|>|q_3|$



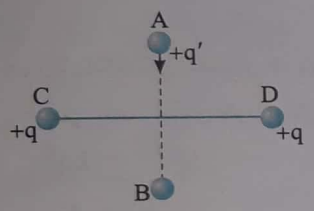
* ۷۶- در شکل روبه‌رو F برآیند نیروهای الکتریکی است که q_1 و q_2 بر q_3 وارد می‌کنند. کدام‌یک از گزینه‌های زیر در مورد این سه بار الکتریکی درست است؟

۱) $q_1=q_2$ و سه بار همنام هستند.

۲) $q_1=q_2$ و همنام و q_3 با آن‌ها ناهمنام است.

۳) $q_1\neq q_2$ و سه بار همنام هستند.

۴) $q_1\neq q_2$ و همنام و q_3 با آن‌ها ناهمنام است.



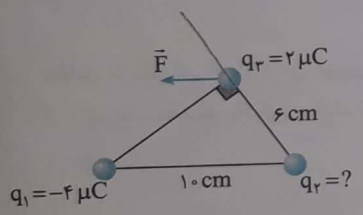
* ۷۷- در شکل روبه‌رو، هرگاه بار $+q'$ روی عمود منصف خط CD از A به طرف B حرکت داده شود، برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر آن از طرف بارهای مستقر در C و D ..... می‌یابد.

۱) ابتدا افزایش و سپس کاهش

۲) ابتدا کاهش و سپس افزایش

۳) همواره کاهش

۴) همواره افزایش

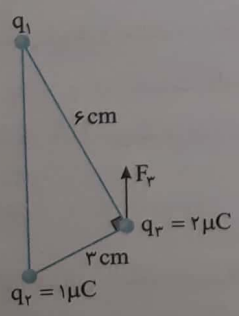


۷۸- سه بار نقطه‌ای مطابق شکل در جای خود ثابت شده‌اند. برآیند نیروهایی که بارهای q_1 و q_2 بر بار q_3 وارد می‌کنند $(\vec{F})$ موازی با قاعده‌ی مثلث است. بار q_2 چند میکروکولن است؟

(سراسری خارج از کشور ریاضی - ۸۸)

۱) ۳ ۲) ۴

۳) $\frac{9}{4}$ ۴) $\frac{27}{16}$



۷۹- در شکل زیر، سه بار نقطه‌ای در سه رأس مثلث قائم الزاویه‌ای ثابت شده‌اند. اگر F_3 برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_3 موازی خط واصل q_1 و q_2 باشد، F_3 چند نیوتن است؟ $(k=9\times10^9\ \frac{N.m^2}{C^2})$

(سراسری تجربی - ۹۶)

۱) $8\sqrt{5}$

۲) $12\sqrt{5}$

۳) $16\sqrt{5}$

۴) $20\sqrt{5}$

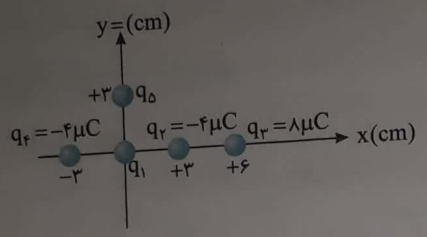
۸۰- دو بار نقطه‌ای $+4\mu C$ و $+16\mu C$ به‌ترتیب در نقاط $(-4cm, -1cm)$ و $(-8cm, 2cm)$ به‌صورت ثابت قرار دارند. بار q' را در بین این دو نقطه در چه فاصله‌ای برحسب سانتی‌متر از بار $16\mu C$ قرار دهیم تا برآیند نیروهای وارد بر آن صفر شود؟

۱) $\frac{5}{2}$ ۲) $\frac{10}{3}$ ۳) $\frac{5}{3}$ ۴) ۵

۱- تست‌های ستاره‌دار در برنامه رسمی کتاب درسی نیستند اما به کمک ریاضی پایه‌ی هشتم و مثلثاتی که خوانده‌اید قابل حل هستند.

Scanned by CamScanner

۸۱- مطابق شکل، پنج ذره‌ی باردار روی محورهای x و y قرار دارند. بردار نیروی الکتریکی وارد بر q_1 در SI برحسب بردارهای یکه $\vec{i}$ و $\vec{j}$ کدام است؟



$(k=9\times10^{9}\frac{N.m^2}{C^2},\ q_1=q_5=4\mu C, q_2=q_4=-4\mu C, q_3=8\mu C)$

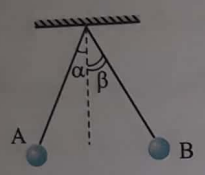
۱) $\vec{F}=-80\vec{i}+160\vec{j}$

۲) $\vec{F}=-80\vec{i}-160\vec{j}$

۳) $\vec{F}=80\vec{i}+160\vec{j}$

۴) $\vec{F}=80\vec{i}-160\vec{j}$

۸۲- در شکل روبه‌رو جرم گلوله‌ها و طول ریسمان‌ها برابر است. اگر $q_A>q_B$ باشد، کدام رابطه‌ی زیر درست است؟



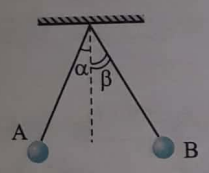
۱) $\alpha>\beta$

۲) $\alpha<\beta$

۳) $\alpha=\beta$

۴) هر سه حالت ممکن است.

۸۳- در شکل روبه‌رو گلوله‌های باردار از دو نخ با طول مساوی آویزانند و انحراف آن‌ها از راستای قائم α و β بوده و اندازه‌ی نیروی الکتریکی وارد بر آن‌ها F_A و F_B است. اگر $q_A>q_B$ و $m_A<m_B$ باشد، کدام گزینه درست است؟



۱) $\alpha=\beta$ و $F_A=F_B$

۲) $\alpha>\beta$ و $F_A=F_B$

۳) $\alpha>\beta$ و $F_A>F_B$

۴) $\alpha=\beta$ و $F_A<F_B$

۸۴- سه گلوله‌ی باردار پلاستیکی با بارهای q، ۲q و ۳q در رئوس مثلث متساوی‌الاضلاعی قرار گرفته و توسط میله‌های سبک و عایقی به طول L به هم متصل شده‌اند. دستگاهی را که به این ترتیب ساخته‌ایم، روی میز افقی بدون اصطکاکی قرار می‌دهیم. نیروی وارد بر دستگاه چقدر است؟ (المپیاد فیزیک ایران)

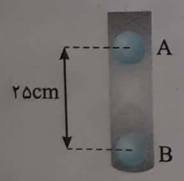
۱) $k\frac{22q^2}{L^2}$

۲) $k\frac{6q^2}{L^2}$

۳) $k\frac{11\sqrt{3}q^2}{L^2}$

۴) صفر

۸۵- مطابق شکل دو گلوله‌ی فلزی بسیار کوچک و مشابه با بارهای همنام و مساوی، هر کدام به جرم ۹۰g را در یک لوله‌ی شیشه‌ای قائم با بدنه‌ی نارسانا و بدون اصطکاک رها می‌کنیم. در حالت تعادل، مرکز گلوله‌ها در فاصله‌ی ۲۵ سانتی‌متری یک‌دیگر قرار می‌گیرد. اندازه‌ی بار الکتریکی هر گلوله چند میکروکولن است؟ $(k=9\times10^{9}\frac{N\cdot m^2}{C^2},\ g=10\frac{N}{kg})$



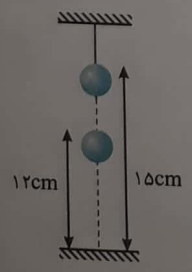
۱) ۵

۲) ۲/۵

۳) ۲۵

۴) ۰/۵

۸۶- مطابق شکل روبه‌رو، یک گوی کوچک فلزی که بدون بار الکتریکی است، در فاصله‌ی ۱۵ سانتی‌متری از سطح زمین آویزان و در جای خود ثابت می‌باشد. چند الکترون از گوی جدا کنیم تا گوی دیگری به جرم ۱۴۴mg که دارای بار الکتریکی −۳ nC است و دقیقاً در زیر گوی اول قرار دارد، توسط آن در فاصله‌ی ۱۲ سانتی‌متری سطح زمین معلق بماند؟ $(e=1/6\times10^{-19}C,\ k=9\times10^{9}\frac{N.m^2}{C^2},\ g=10\frac{N}{kg})$ (قلم‌چی)



۱) 10^{10}

۲) 10^{11}

۳) 3×10^{10}

۴) 3×10^{11}

Scanned by CamScanner

بخش سوم: میدان الکتریکی

میدان الکتریکی

تعریف **در فضای اطراف هر بار الکتریکی خاصیتی وجود دارد که در آن بر اجسام دیگر نیرو وارد می‌شود. این خاصیت فضا را میدان الکتریکی می‌گویند.**

- میدان الکتریکی، کمیتی برداری است و یکای آن در SI نیوتون بر کولن $(\frac{N}{C})$ است.

- میدان الکتریکی، برابر نیروی وارد بر یکای بار مثبت در هر نقطه از میدان است.

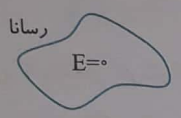
$$\vec{E}=\frac{\vec{F}}{q_0}$$

- q_0، بار آزمون نامیده می‌شود. بار آزمون، بار مثبت و بسیار کوچکی است که اگر در میدان الکتریکی قرار گیرد، آرایش میدان تغییر نمی‌کند.

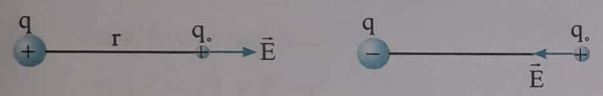
- میدان الکتریکی بار نقطه‌ای q در فاصله‌ی r از آن برابر است با:

$$E=k\frac{|q|}{r^2}$$

- در بخش‌های بعد خواهید دید که درون یک جسم رسانا میدان الکتریکی صفر است.



- جهت میدان الکتریکی در یک نقطه از فضا، هم‌جهت با نیروی وارد بر بار مثبت (بار آزمون) واقع در آن نقطه است.



مثال: بر یک الکترون در یک میدان الکتریکی نیروی $۱۰^{-۱۶}N$ وارد می‌شود. بزرگی میدان الکتریکی در محل الکترون چند نیوتون بر کولن است؟ $(e=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C)$

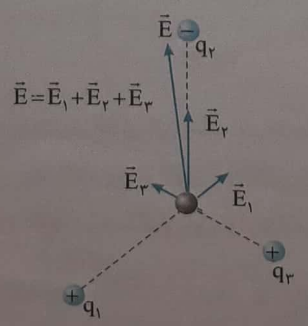
پاسخ: با توجه به تعریف میدان الکتریکی خواهیم داشت:

$$E=\frac{F}{q}\Rightarrow E=\frac{۱۰^{-۱۶}}{۱/۶\times۱۰^{-۱۹}}=\frac{۱۰^{۳}}{۱/۶}\Rightarrow E=۶۲۵\frac{N}{C}$$

برآیند میدان‌های الکتریکی

تعریف **میدان الکتریکی ناشی از چند بار الکتریکی در نقطه‌ای از فضا، برابر مجموع میدان‌هایی است که هر بار در نبود سایر بارها در آن نقطه از فضا ایجاد می‌کند.**

$$\vec{E}=\vec{E}_۱+\vec{E}_۲+\vec{E}_۳$$



میدان الکتریکی $\vec{E}$ در محل بار آزمون، جمع برداری میدان‌های $\vec{E}_۱$، $\vec{E}_۲$ و $\vec{E}_۳$ در محل این بار است.

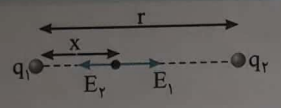
Scanned by CamScanner

تست۱۴: دو بار نقطه‌ای $q_1=2\mu C$ و $q_2=8\mu C$ در فاصله‌ی $60cm$ از هم قرار دارند. در چه نقطه‌ای میدان الکتریکی صفر می‌شود؟

۱) در فاصله $20cm$ از بار q_2 و خارج دو بار
۲) در فاصله $20cm$ از بار q_1 و خارج دو بار
۳) در فاصله $40cm$ از بار q_2 و بین دو بار
۴) در فاصله $40cm$ از بار q_1 و بین دو بار

$E_1=E_2$

پاسخ: میدان‌ها را در نقطه‌ای بین دو بار و نزدیک بار کوچک‌تر رسم می‌کنیم. برآیند میدان‌ها باید صفر باشد، از این‌رو میدان‌ها باید در خلاف جهت هم و هم‌اندازه باشند.



$$E_1=E_2 \Rightarrow k\frac{q_1}{x^2}=k\frac{q_2}{(r-x)^2} \Rightarrow \frac{2}{x^2}=\frac{8}{(60-x)^2} \Rightarrow 60-x=2x \Rightarrow x=20cm$$

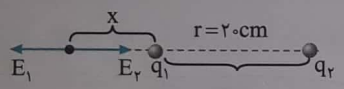
فاکتورگیری

بنابراین گزینه‌ی (۳) درست است.

تست۱۵: دو بار نقطه‌ای $q_1=1\mu C$ و $q_2=-9\mu C$ در فاصله‌ی $20cm$ از هم قرار دارند. در چه نقطه‌ای میدان الکتریکی صفر می‌شود؟

۱) در فاصله $10cm$ از بار q_2 و بین دو بار
۲) در فاصله $10cm$ از بار q_1 و خارج دو بار
۳) در فاصله $40cm$ از بار q_2 و خارج از دو بار
۴) درفاصله $30cm$ از بار q_1 و خارج دو بار

پاسخ: بردارهای میدان‌ها را در نقطه‌ای خارج از خط واصل دو بار و نزدیک بار کوچک‌تر رسم می‌کنیم، سپس اندازه‌ی میدان‌ها را برابر قرار می‌دهیم.



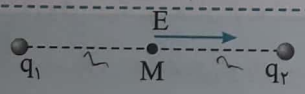
$$E_1=E_2 \Rightarrow k\frac{q_1}{x^2}=k\frac{q_2}{(r+x)^2} \Rightarrow \frac{1}{x^2}=\frac{9}{(20+x)^2}$$

$$\frac{1}{x}=\frac{3}{20+x} \Rightarrow 3x=20+x \Rightarrow x=10cm$$

بنابراین گزینه‌ی (۲) درست است.

نتیجه

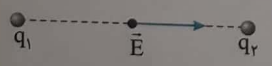
- جهت میدان الکتریکی دوبار همنام بین دو بار در خلاف جهت هم و خارج از دو بار هم‌جهت است.
- میدان دو بار همنام و نامساوی بین دو بار و نزدیک بار کوچک‌تر می‌تواند صفر باشد.
- جهت میدان الکتریکی دو بار ناهمنام بین دو بار هم‌جهت و خارج از دو بار در خلاف جهت هم است.
- میدان دو بار ناهمنام و نامساوی خارج از خط واصل دو بار و نزدیک بار کوچک‌تر می‌تواند صفر باشد.



تست۱۶: میدان الکتریکی دو بار الکتریکی q_1 و q_2 در نقطه‌ی M وسط خط واصل دو بار برابر E است. اگر بار q_1 را حذف کنیم. میدان الکتریکی در نقطه‌ی M برابر $-\frac{\vec{E}}{3}$ می‌شود. حاصل $\frac{q_2}{q_1}$ را بیابید.

۱) $\frac{1}{4}$
۲) $\frac{1}{3}$
۳) $-\frac{1}{3}$
۴) $-\frac{1}{4}$

پاسخ: با توجه به این‌که با حذف بار q_1، میدان بار q_2 در خلاف جهت میدان برآیند شده است، نتیجه می‌گیریم که میدان q_1 در جهت میدان برآیند بوده است، بنابراین دو بار q_1 و q_2 میدان‌های خلاف جهت هم دارند، پس همنام بوده‌اند.



$\vec{E}=\vec{E}_1+\vec{E}_2$

$\vec{E}'=-\frac{\vec{E}}{3}$

میدان حاصل از q_1 برابر است با $\vec{E}-(-\frac{\vec{E}}{3})=\frac{4\vec{E}}{3}$، بنابراین خواهیم داشت:

$$\frac{q_2}{q_1}=\frac{E_2}{E_1} \Rightarrow \frac{q_2}{q_1}=\frac{\frac{1}{3}}{\frac{4}{3}}=\frac{1}{4}$$

بنابراین گزینه‌ی (۱) درست است.

Scanned by CamScanner

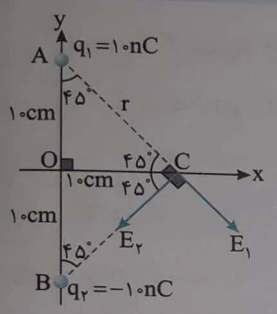
تست۱۷: دو بـار الکتریکـی $q_1=10nC$ در نقطه‌ی $A(0,10cm)$ و $q_2=-10nC$ در نقطه‌ی $B(0,-10cm)$ قرار دارند، بزرگی میدان در نقطه‌ی $C(10cm,0)$ چند نیوتون بر کولن و جهت میدان کدام است؟

۱) صفر

۲) 18×10^3، سوی منفی محور yها

۳) $\frac{9\sqrt{2}}{2}\times10^3$، سوی مثبت محور yها

۴) $\frac{9\sqrt{2}}{2}\times10^3$، سوی منفی محور yها



پاسخ: شکل مسـأله را رسـم می‌کنیم. مثلث‌های OAC و OBC متساوی‌الساقین و قائم‌الزاویه هستند. بنابراین میدان‌های E_1 و E_2 در نقطه C بر هم عمودند. از طرفی اندازه این دو میدان در نقطه C با هم برابر است.

$$r=\sqrt{(10^{-1})^2+(10^{-1})^2}=\sqrt{2}\times10^{-1}cm$$

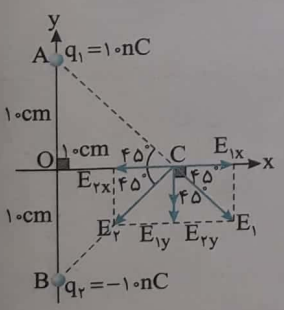
$$E_1=E_2=E=k\frac{q}{r^2}$$

$$\Rightarrow E=9\times10^9\times\frac{10\times10^{-9}}{2\times10^{-2}}\Rightarrow E=\frac{9}{2}\times10^3\ \frac{N}{C}$$

بزرگی میدان خالص در نقطه‌ی C خواهد شد:

$$E_C=\sqrt{E_1^2+E_2^2}=\sqrt{2E_1^2}=\sqrt{2}E_1\Rightarrow E_C=\frac{9\sqrt{2}}{2}\times10^3\ \frac{N}{C}$$

از تقارن شـکل پیداسـت که جهت میدان $\vec{E}_C$ در سـوی منفی محور yها اسـت یعنی $\vec{E}_C=\frac{-9\sqrt{2}}{2}\times10^{+3}\vec{j}$. بنابراین گزینه‌ی (۴) درست است.



روش دیگـر: همان‌گونه کـه در ریاضی پایه‌ی هشـتم خوانده‌اید می‌تـوان یک بردار را به‌صورت مختصاتی و یا برحسب بردارهای واحد $\vec{i}$ و $\vec{j}$ نوشت. پس هر میدان را تجزیه کرده و برحسـب بردارهای $\vec{i}$ و $\vec{j}$ می‌نویسـیم، سـپس بردار برآیند یا حاصل‌جمع را به‌دسـت می‌آوریم. با توجه به شکل E_{1x} و E_{2x} یکسـان و خلاف جهت هم هستند و $E_x=0$ می‌شود. بنابراین $E_C=E_{1y}+E_{2y}$ خواهد شد:

$$E_C=E_1\sin45^\circ+E_2\sin45^\circ$$

$$\Rightarrow E_C=\frac{9}{2}\times10^3\times(\frac{\sqrt{2}}{2})+\frac{9}{2}\times10^3\times(\frac{\sqrt{2}}{2})$$

$$\Rightarrow E_C=\frac{9\sqrt{2}}{2}\times10^3\ \frac{N}{C}\Rightarrow\vec{E}_C=-\frac{9\sqrt{2}}{2}\times10^3\vec{j}$$

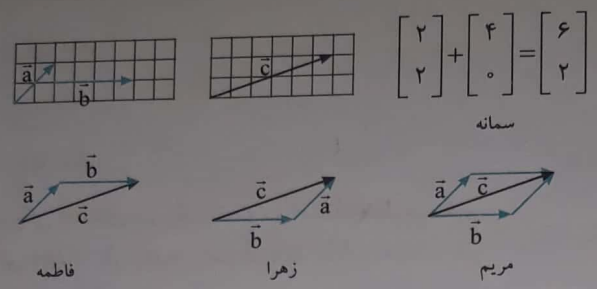
خوب اسـت بدانید که به دو بار الکتریکی نقطه‌ای یکسـان $+q$ و $-q$ که در فاصله‌ی معین از هم قرار دارند، **دوقطبی الکتریکی** گویند.

Scanned by CamScanner

در این‌جا مسأله‌ای را که قبلاً در کتاب ریاضی هشتم داشته‌اید، به منظور یادآوری، بررسی می‌کنیم (صفحه‌ی ۷۲ - فعالیت ۴):

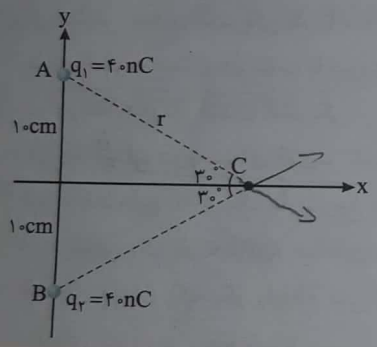
یادآوری

۴- راه‌حل‌های دانش‌آموزان برای پیدا کردن جمع دو بردار a و b را مشاهده و مقایسه کنید.



روش سمانه را جمع مختصاتی دو بردار گویند. در روش زهرا و فاطمه یک بردار از انتهای بردار دیگر رسم شده است سپس برای به‌دست آوردن بردار برآیند یا حاصل‌جمع (بردار c) از ابتدای بردار اول به انتهای بردار دوم، رسم شده است. در سال‌های آینده خواهید خواند که به این روش روش مثلث یا چندضلعی گویند.

در روش مریم که برای ما مهم است، دو بردار $\vec{a}$ و $\vec{b}$ از یک نقطه رسم شده‌اند. سپس روی این دو بردار یک متوازی‌الاضلاع رسم شده است. سرانجام قطر متوازی‌الاضلاع یعنی بردار $\vec{c}$ رسم شده است، بنابراین برای به‌دست آوردن برآیند دو بردار با توجه به ریاضی پایه‌ی هشتم می‌توان از قطر متوازی‌الاضلاع استفاده کرد. برای به‌دست آوردن جهت بردار برآیند در مسأله قبل کافی است از قطر متوازی‌الاضلاع کمک گرفت.



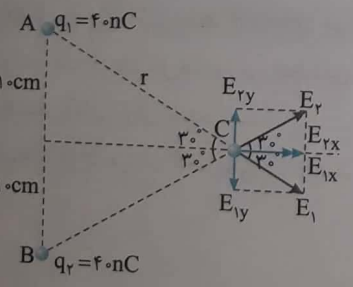
تست۱۸: در شکل روبه‌رو بردار میدان الکتریکی برحسب واحد SI در نقطه‌ی C کدام است؟ ①

۱) $\vec{E}=۹\times۱۰^{۳}\vec{j}$

۲) $\vec{E}=-۹\times۱۰^{-۳}\vec{j}$

۳) $\vec{E}=۹\sqrt{۳}\times۱۰^{۳}\vec{i}$

۴) $\vec{E}=-۹\sqrt{۳}\times۱۰^{۳}\vec{i}$



پاسخ: ضلع روبه‌رو به زاویه‌ی °۳۰ نصف وتر است، بنابراین $r=۲۰cm$ می‌شود. میدان‌های الکتریکی $E_۱$ و $E_۲$ باهم برابرند.

$$E=k\frac{q}{r^۲}\Rightarrow E=۹\times۱۰^{۹}\times\frac{۴۰\times۱۰^{-۹}}{۴\times۱۰^{-۲}}\Rightarrow E=۹\times۱۰^{۳}\frac{N}{C}\Rightarrow E_۱=E_۲=۹\times۱۰^{۳}\frac{N}{C}$$

اکنون بردارهای $E_۱$ و $E_۲$ را تجزیه می‌کنیم. $E_{۱y}$ و $E_{۲y}$ برابر و خلاف جهت هم بوده و همدیگر را خنثی می‌کنند بنابراین میدان الکتریکی خالص در نقطه‌ی C خواهد شد:

$$E_C=E_{۱x}+E_{۲x}=E_۱\cos۳۰^\circ+E_۲\cos۳۰^\circ=۲E\cos۳۰^\circ$$

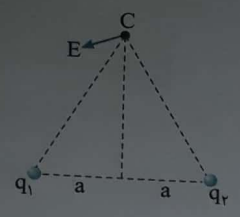
$$\Rightarrow E_C=۲\times۹\times۱۰^{۳}\times\frac{\sqrt{۳}}{۲}\Rightarrow E=۹\sqrt{۳}\times۱۰^{۳}\frac{N}{C}$$

و با توجه به شکل: $\vec{E}=۹\sqrt{۳}\times۱۰^{۳}\vec{i}$، بنابراین گزینه‌ی (۳) درست است.

۱- این‌گونه مسائل که با علامت * مشخص کرده‌ایم در برنامه رسمی کتاب درسی نیست اما به دلیل آن که شما در سال بعد ریاضیات بردار را در سطح وسیع‌تری یاد می‌گیرید ممکن است در کنکور از این گونه مسأله‌ها مطرح گردد.

Scanned by CamScanner

تست ۱۹: در شکل روبه‌رو میدان الکتریکی خالص (برآیند) دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و q_2 در نقطه‌ی C رسم شده است. کدام گزینه درباره‌ی q_1 و q_2 درست است؟



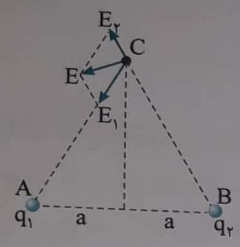
۱) $|q_1|>|q_2|$، q_1 منفی، q_2 مثبت

۲) $|q_1|>|q_2|$، q_1 مثبت، q_2 منفی

۳) $|q_1|<|q_2|$، q_1 منفی، q_2 مثبت

۴) $|q_1|<|q_2|$، q_1 مثبت، q_2 منفی

پاسخ: میدان الکتریکی یک بار الکتریکی نقطه‌ای در یک نقطه در امتداد خط مستقیم بین آن نقطه و بار است. یعنی میدان بار q_1 در امتداد خط AC و میدان بار q_2 در امتداد خط BC است و E برآیند (حاصل جمع) این دو بردار است، بنابراین E را با توجه به آن‌چه در ریاضیات هشتم درباره‌ی تجزیه بردار خوانده‌ایم در امتداد AC و BC تجزیه می‌کنیم. از شکل مشخص است که میدان E_1 بزرگ‌تر است. بنابراین بار q_1 از بار q_2 بزرگ‌تر است $|q_1|>|q_2|$. دقت کنید که فاصله‌ی بارهای q_1 و q_2 از نقطه C با هم برابر است. با توجه به جهت میدان E_1 و E_2 بار q_1 منفی و بار q_2 مثبت است، بنابراین گزینه‌ی (۱) درست است.



خطوط میدان الکتریکی

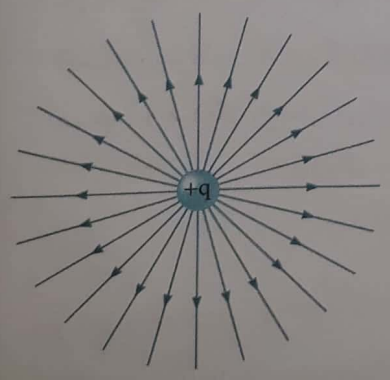
برای نمایش میدان الکتریکی در ناحیه‌ای از فضا، از خط‌هایی به نام خطوط میدان استفاده می‌شود.

- سوی خطوط میدان هم‌جهت با نیروی وارد بر بار آزمون است و از بار مثبت خارج و به بار منفی وارد می‌شود.
- در هر نقطه، بردار میدان الکتریکی بر خط میدان مماس بوده و جهت بردار میدان الکتریکی هم‌سو با خط‌های میدان الکتریکی است.
- هر چه میدان در ناحیه‌ای قوی‌تر باشد، تراکم خط‌ها در آن ناحیه از فضا بیش‌تر است.
- تعداد خط‌هایی که از یک بار شروع می‌شوند یا به یک بار ختم می‌شوند، متناسب با اندازه‌ی بار است.
- در نزدیکی یک بار نقطه‌ای، خط‌های میدان به صورت شعاعی (در امتداد شعاع دایره‌ای به مرکز بار نقطه‌ای) هستند.
- خط‌های میدان یک‌دیگر را قطع نمی‌کنند، در واقع بردار میدان الکتریکی در هر نقطه از فضا منحصر به‌فرد است.
- خط‌های میدان بر سطح رسانا عمود است.

مثال‌هایی از رسم خط‌های میدان الکتریکی

در هر یک از شکل‌های زیر، خط‌های میدان در ناحیه‌ای از فضا در اطراف یک توزیع بار رسم شده و در مورد تغییر میدان، به طور مختصر نکاتی بیان شده است.

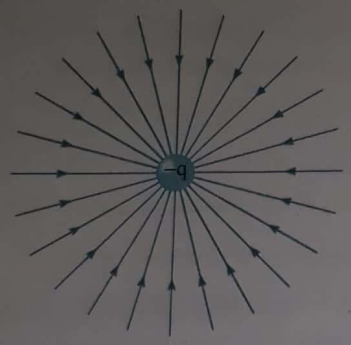
الف) خطوط میدان الکتریکی در جهت دور شدن از ذره‌ی باردار $+q$ است.



شکل (الف)

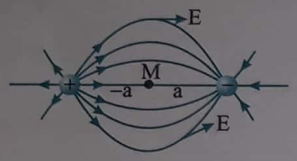
Scanned by CamScanner

ب) خطوط میدان الکتریکی به سمت ذره‌ی باردار q− است.



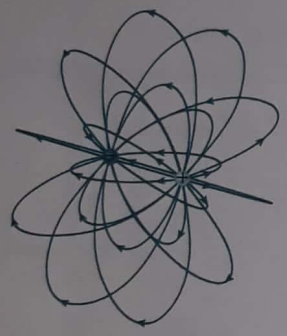
شکل (ب)

پ) خط‌های میدان الکتریکی دو قطبی الکتریکی



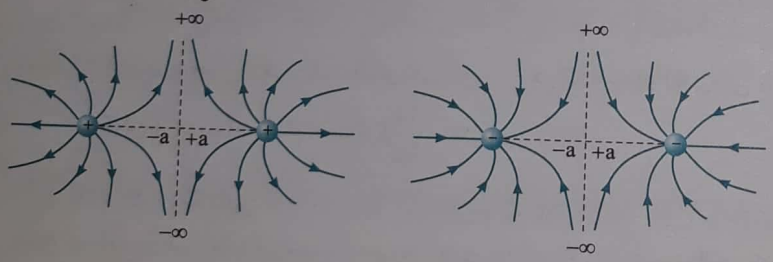
شکل (پ)

ت) نمایش سه بعدی خطوط میدان برای یک دو قطبی الکتریکی



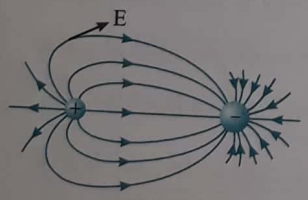
شکل (ت)

ث) خط‌های میدان الکتریکی دو بار همنام یکسان



- اگر دو بار منفی باشند، شکل خطوط شبیه شکل (ث) است با این تفاوت که سوی خطوط وارونه می‌شود.

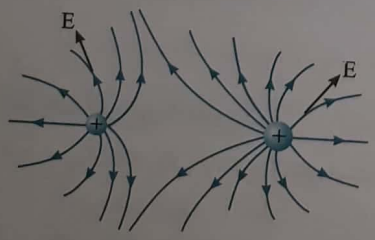
شکل‌های (ج) و (چ): خطوط میدان بارهای نامساوی



شکل (ج)

- در شکل (ج) بار سمت راست منفی و بار سمت چپ مثبت است، زیرا خطوط از بار سمت چپ خارج شده و به بار سمت راست وارد شده‌اند.

- بار سمت راست از نظر مقدار از بار سمت چپ بزرگ‌تر است، زیرا خط‌های میدان آن بیش‌تر است.

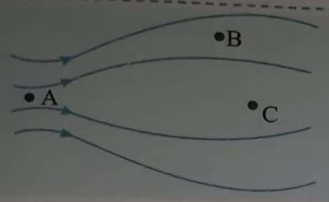


شکل (چ)

- در شکل (چ) بار سمت چپ از بار سمت راست کوچک‌تر است، زیرا خط‌های میدان آن کم‌تر و تراکم خطوط در اطراف آن کم‌تر است.

Scanned by CamScanner

تست ۲۰: در شکل روبه‌رو تعدادی از خط‌های یک میدان الکتریکی در ناحیه‌ای از فضا رسم شده است. کدام گزینه درباره‌ی میدان الکتریکی در نقاط A، B و C درست است؟

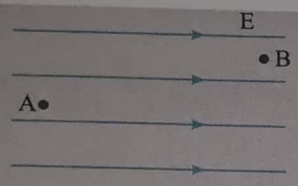


۱) $E_A < E_B = E_C$
۲) $E_A > E_C > E_B$
۳) $E_A > E_B > E_C$
۴) $E_A > E_B = E_C$

پاسخ: به‌ترتیب در نقطه‌های A، B و C تراکم خط‌های میدان در حال کاهش است، بنابراین $E_A > E_B > E_C$ است. بنابراین گزینه‌ی (۳) درست است.

میدان الکتریکی یکنواخت

تعریف هرگاه در ناحیه‌ای از فضا جهت و اندازه میدان ثابت باشد، میدان الکتریکی یکنواخت است.



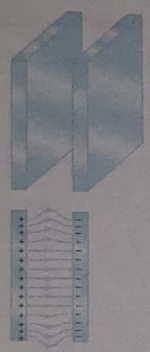
- خط‌های میدان الکتریکی یکنواخت را موازی و با فاصله‌های یکسان از هم رسم می‌کنند.

$$\vec{E}_A = \vec{E}_B = \vec{E}$$

- برای ایجاد میدان الکتریکی یکنواخت از دو صفحه‌ی رسانای موازی با بارهای ناهمنام و یکسان استفاده می‌شود.

- در تمام نقاط میدان الکتریکی یکنواخت، نیرویی که به بار q وارد می‌شود یکسان است.

$$E = \frac{F}{q} \Rightarrow F_{\text{ثابت}} = E_{\text{ثابت}} q_{\text{ثابت}}$$



طرحی از خطوط میدان یکنواخت بین دو صفحه رسانا موازی با بارهای هم‌اندازه و ناهم‌نام

تست ۲۱: ذره‌ای به جرم ۲ گرم با بار الکتریکی $-10\mu C$ در یک میدان الکتریکی معلق و در تعادل است، اندازه‌ی میدان چند نیوتون بر کولن و جهت آن کدام است؟ $(g = 10 \frac{N}{kg})$

۱) 10^3، رو به پایین
۲) 2×10^3، رو به بالا
۳) 2×10^3، رو به پایین
۴) 10^3، رو به بالا

پاسخ: بر ذره دو نیرو وارد می‌شود: ۱- نیروی وزن $W = mg$، ۲- نیروی الکتریکی $F = |q|E$. این دو نیرو باید برابر و در خلاف جهت هم باشند تا نیروی خالص (برآیند) صفر شود و ذره در تعادل باشد.

$$mg = |q|E \Rightarrow 2\times10^{-3}\times10 = 10\times10^{-6}\times E \Rightarrow E = 2\times10^3 \frac{N}{C}$$

اما بر بار منفی خلاف جهت میدان نیرو وارد می‌شود. از این‌رو میدان الکتریکی باید رو به پایین باشد و گزینه‌ی (۳) درست است.

پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش سوم

تعریف میدان الکتریکی

۸۷- میدان الکتریکی چه نوع کمیتی است و یکای آن در SI کدام می‌باشد؟ (آزاد ریاضی عصر - ۸۷)

۱) نرده‌ای، نیوتون بر کولن
۲) برداری، نیوتون بر آمپر
۳) برداری، نیوتون بر کولن
۴) نرده‌ای، نیوتون بر آمپر

Scanned by CamScanner

۸۸- **کدام گزینه در مورد میدان الکتریکی صحیح می‌باشد؟**

۱) همواره به طرف بار الکتریکی ایجاد کننده‌ی میدان است.

۲) خاصیت فضای اطراف بار الکتریکی است.

۳) در هر نقطه برابر نیروی وارد بر بار الکتریکی منفی واقع در آن نقطه است.

۴) در هر نقطه برابر نیروی وارد بر بار الکتریکی مثبت واقع در آن نقطه است.

۸۹- **بر یک الکترون در میدان الکتریکی یکنواخت E، نیرویی .....**

۱) وارد نمی‌شود.

۲) متناسب با میدان و هم‌جهت با آن اثر می‌کند.

۳) در خلاف جهت میدان وارد می‌شود.

۴) عمود بر امتداد میدان اثر می‌کند به شرط آن‌که الکترون متحرک باشد.

۹۰- **دو بار نقطه‌ای q_1 و $q_2 = 6\times10^{-7}C$ از فاصله‌ی d بر هم نیروی ۳۰۰ نیوتون وارد می‌کنند. اگر بار q_2 خنثی شود، بزرگی میدان الکتریکی در محل این بار چند نیوتون بر کولن خواهد بود؟**

۱) 2×10^{-9} ۲) 2×10^{-5} ۳) 5×10^{8} ۴) $1/8\times10^{-4}$

۹۱- **در یک نقطه از فضا بر بار $-10C$، نیروی $\vec{F} = -300\vec{i} + 200\vec{j}$ برحسب نیوتون وارد می‌شود. میدان الکتریکی در این نقطه برحسب نیوتون بر کولن به کدام صورت است؟**

۱) $\vec{E} = -30\vec{i} + 20\vec{j}$ ۲) $\vec{E} = 30\vec{i} - 20\vec{j}$ ۳) $\vec{E} = 3000\vec{i} - 2000\vec{j}$ ۴) $\vec{E} = -3000\vec{i} + 2000\vec{j}$

۹۲- **میدان الکتریکی در فاصله‌ی ۲۰ سانتی‌متری از بار q برابر $18\frac{N}{C}$ است. چند سانتی‌متر دیگر از بار فوق دور شویم تا میدان الکتریکی برابر $8\frac{N}{C}$ شود؟**

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۴۰

۹۳- **اندازه‌ی میدان الکتریکی در فاصله‌ی ۲ متری یک بار الکتریکی نقطه‌ای، ۲۵۰ نیوتون بر کولن بیش‌تر از اندازه‌ی میدان در فاصله‌ی ۳ متری آن بار الکتریکی است. میدان الکتریکی در فاصله‌ی ۲ متری چند نیوتون بر کولن است؟**

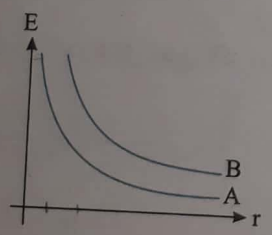
۱) ۴۵۰ ۲) ۲۵۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۶۵۰

۹۴- **بزرگی میدان الکتریکی ذره‌ای با بار الکتریکی q در فاصله‌ی d از آن برابر E است. اگر بار $-3q$ را به ذره اضافه کنیم، اندازه‌ی میدان الکتریکی آن در فاصله‌ی $3d$ از ذره چند برابر E خواهد شد؟** (آزمایشی آموزش و پرورش تهران - ۹۰)

۱) $\frac{2}{9}$ ۲) $\frac{1}{2}$ ۳) $\frac{2}{3}$ ۴) ۱

۹۵- **بار الکتریکی نقطه‌ای $6nC$ در نقطه‌ی $A(-3cm, -4cm)$ واقع شده است. اندازه‌ی میدان الکتریکی این بار در نقطه‌ی $B(-6cm, 2cm)$ چند $\frac{N}{C}$ است؟** $(k = 9\times10^{9}\frac{N.m^2}{C^2})$

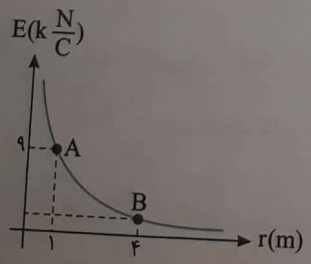
۱) 10^5 ۲) 2×10^3 ۳) 3×10^4 ۴) $1/2\times10^4$



۹۶- **نمودار $E-r$ دو ذره‌ی باردار A و B در فواصل مختلف رسم شده است. کدام گزینه درست است؟** (برگرفته از کتاب درسی)

۱) $|q_A| > |q_B|$ ۲) $|q_A| = |q_B|$

۳) $|q_A| < |q_B|$ ۴) نمی‌توان اظهارنظر قطعی کرد.



۹۷- **نمودار $E-r$ بار q رسم شده است. میدان در نقطه‌ی B در SI برابر کدام گزینه است؟** (برگرفته از کتاب درسی)

۱) $\frac{9}{8}\times10^3$ ۲) $\frac{9}{16}\times10^3$

۳) $0/9\times10^3$ ۴) 9×10^4

Scanned by CamScanner

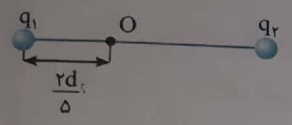
۹۸- دو بار نقطه‌ای و مثبت q و $9q$ به فاصله‌ی d از یک‌دیگر قرار دارند. در چه فاصله‌ای از بار q میدان الکتریکی حاصل از این دو بار صفر است؟

۱) $\frac{d}{4}$ ۲) $\frac{d}{3}$ ۳) $\frac{2d}{3}$ ۴) $\frac{d}{2}$

۹۹- دو بار نقطه‌ای $-q$ و $+9q$ در فاصله‌ی $180cm$ از هم قرار دارند، در فاصله‌ی چند سانتی‌متری از بار $-q$ میدان الکتریکی خالص صفر می‌شود؟

۱) ۴۵ ۲) ۲۷۰ ۳) ۹۰ ۴) ۱۳۵

۱۰۰- دو بار نقطه‌ای q_1 و q_2 به فاصله‌ی d از یک‌دیگر قرار دارند. اگر میدان الکتریکی در نقطه‌ی O به فاصله‌ی $\frac{2}{5}d$ از بار q_1، صفر باشد، $\frac{q_2}{q_1}$ کدام است؟

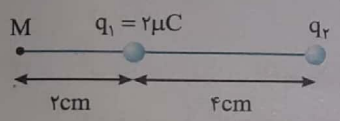


۱) $-\frac{3}{2}$ ۲) $-\frac{9}{4}$ ۳) $\frac{3}{2}$ ۴) $\frac{9}{4}$

۱۰۱- دو بار الکتریکی نقطه‌ای $-Q_1$ و $+Q_2$ در فاصله‌ی یک متری از هم قرار دارند. اگر در نقطه‌ای بین دو بار و به فاصله‌ی $40\ cm$ از بار $-Q_1$، اندازه‌ی میدان الکتریکی هر یک از بارها برابر باشد، نسبت اندازه‌ی دو بار الکتریکی $(\frac{Q_2}{Q_1})$ کدام است؟ (سراسری خارج از کشور تجربی - ۸۶)

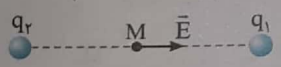
۱) ۱/۲۵ ۲) ۱/۵۰ ۳) ۲/۲۵ ۴) ۲/۵۰

۱۰۲- در شکل زیر میدان الکتریکی برآیند حاصل از دو بار q_1 و q_2 در نقطه‌ی M برابر صفر است. اگر جای این دو بار با یک‌دیگر عوض شود، میدان الکتریکی در نقطه‌ی M چند نیوتون بر کولن خواهد شد؟



۱) $18/5\times10^8$ ۲) $17/5\times10^8$ ۳) $4/1\times10^8$ ۴) 4×10^8

۱۰۳- میدان الکتریکی حاصل از بارهای الکتریکی q_1 و q_2 در نقطه‌ی M روی خط واصل بارها مطابق شکل است. نوع بار الکتریکی آن‌ها به‌ترتیب کدام است؟ (سراسری ریاضی - ۸۳)

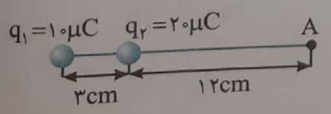


۱) منفی- منفی
۲) منفی- مثبت
۳) مثبت- مثبت
۴) بسته به شرایط هر کدام از گزینه‌های دیگر می‌تواند درست باشد.

۱۰۴- بار الکتریکی نقطه‌ای یک میکروکولنی، در فاصله‌ی ۳ متری بار همنام نقطه‌ای چهار میکروکولنی قرار دارد. میدان الکتریکی روی پاره‌خط واصل دو بار الکتریکی و در نقطه‌ای به فاصله‌ی ۲ متر از بار بزرگ‌تر چند نیوتون بر کولن است؟

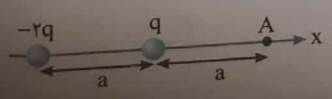
۱) صفر ۲) ۴۵۰۰ ۳) ۹۰۰۰ ۴) ۱۸۰۰۰

۱۰۵- در شکل مقابل، اگر میدان حاصل از بارهای الکتریکی q_1 و q_2 در نقطه‌ی A به‌ترتیب E_1 و E_2 باشد، $\frac{E_2}{E_1}$ کدام است؟



۱) $\frac{2}{25}$ ۲) $\frac{25}{2}$ ۳) $\frac{25}{8}$ ۴) $\frac{8}{25}$

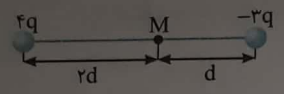
۱۰۶- میدان الکتریکی حاصل از بارهای شکل مقابل در نقطه‌ی A کدام است؟



۱) $\frac{3kq}{2a^2}$، در جهت مثبت x ۲) $\frac{kq}{2a^2}$، در جهت منفی x
۳) $\frac{kq}{2a^2}$، در جهت مثبت x ۴) $\frac{3kq}{2a^2}$، در جهت منفی x

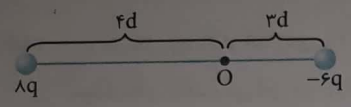
Scanned by CamScanner

۱۰۷- میدان الکتریکی حاصل از بار نقطه‌ای q در فاصله‌ی d از آن، برابر E است. اندازه‌ی میدان الکتریکی برآیند در نقطه‌ی M در شکل زیر کدام است؟



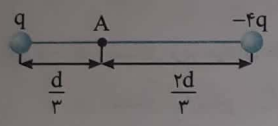
۱) ۴E
۲) ۲E
۳) ۵E
۴) E

۱۰۸- اگر اندازه‌ی میدان الکتریکی حاصل از بار نقطه‌ای q در فاصله‌ی d از آن برابر E باشد، اندازه‌ی میدان برآیند در نقطه‌ی O در شکل زیر چند برابر E خواهد بود؟



۱) $\frac{۷}{۶}$
۲) $\frac{۱}{۶}$
۳) ۲
۴) ۱۴

۱۰۹- در شکل زیر، دو بار الکتریکی نقطه‌ای q و −۴q به فاصله‌ی d از یک‌دیگر قرار دارند و میدان الکتریکی در نقطه‌ی A برابر $\vec{E}$ می‌باشد. اگر بار q را خنثی کنیم، میدان الکتریکی در نقطه‌ی A برابر کدام خواهد شد؟ (آزاد ریاضی - ۸۴)



۱) $\frac{\vec{E}}{۲}$
۲) $-\frac{\vec{E}}{۲}$
۳) $\frac{\vec{E}}{۴}$
۴) $-\frac{\vec{E}}{۴}$

۱۱۰- اندازه‌ی میدان الکتریکی حاصل از دو بار الکتریکی در وسط خط واصل دو بار، برابر با $۱۰۰۰\frac{N}{C}$ است. اگر هر یک از بارهای فوق را دو برابر کنیم، میدان چند نیوتون بر کولن می‌شود؟ (سراسری تجربی - ۷۲)

۱) ۱۰۰۰
۲) ۲۰۰۰
۳) ۴۰۰۰
۴) ۵۰۰۰

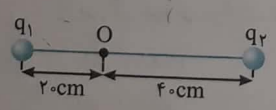
۱۱۱- دو بار الکتریکی ناهمنام با اندازه‌های مساوی به فاصله‌ی d از یک‌دیگر قرار دارند و بزرگی میدان الکتریکی حاصل از هر یک از بارها در وسط دو بار E است. هرگاه یکی از بارها را به اندازه‌ی $\frac{d}{۴}$ به دیگری نزدیک کنیم، بزرگی میدان در آن نقطه چند برابر حالت قبل خواهد شد؟ (سراسری ریاضی - ۷۳)

۱) ۱/۵
۲) ۲
۳) ۲/۵
۴) ۳

۱۱۲- دو بار نقطه‌ای همنام که اندازه‌ی یکی ۴ برابر دیگری است به فاصله‌ی d از یک‌دیگر قرار دارند و بزرگی برآیند میدان الکتریکی در وسط دو بار $۳۰۰\frac{N}{C}$ است. اگر بار بزرگ‌تر را خنثی کنیم، اندازه‌ی بزرگی میدان در نقطه‌ی مذکور چند نیوتون بر کولن خواهد بود؟ (سراسری ریاضی - ۷۲)

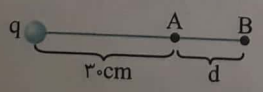
۱) ۳۷/۵
۲) ۵۰
۳) ۷۵
۴) ۱۰۰

۱۱۳- در شکل زیر، میدان حاصل از دو بار نقطه‌ای $q_۱$ و $q_۲$ در نقطه‌ی O برابر $\vec{E}$ می‌باشد. اگر بار $q_۱$ را خنثی کنیم، میدان در نقطه‌ی O برابر $-\vec{E}$ می‌شود، $\frac{q_۱}{q_۲}$ کدام است؟



۱) $-\frac{۱}{۲}$
۲) $\frac{۱}{۴}$
۳) $-\frac{۱}{۴}$
۴) $\frac{۱}{۲}$

۱۱۴- در شکل زیر، اگر اندازه‌ی میدان الکتریکی حاصل از بار نقطه‌ای q در نقاط A و B به‌ترتیب E_A و E_B و $\frac{E_A}{E_B}=۲/۲۵$ باشد، d چند سانتی‌متر است؟

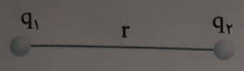


نکته دار

۱) ۳۷/۵
۲) ۲۴
۳) ۱۵
۴) ۲۰

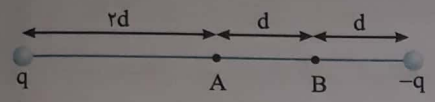
Scanned by CamScanner

۱۱۵- مطابق شکل، بارهای الکتریکی نقطه‌ای هم‌اندازه و ناهمنام q_1 و q_2 در فاصله‌ی r از هم قرار دارند. در صورتی که مقداری از بار q_1 را برداشته و به بار q_2 اضافه کنیم، میدان الکتریکی در محل بار q_1 نسبت به حالت اول چگونه تغییر می‌کند؟ (قلم‌چی)



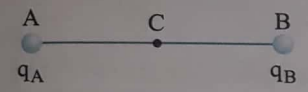
۱) ثابت می‌ماند.
۲) کاهش می‌یابد.
۳) افزایش می‌یابد.
۴) با توجه به اندازه‌ی بارها هر حالتی امکان‌پذیر است.

۱۱۶- در شکل زیر، اگر اندازه‌ی برآیند میدان‌های الکتریکی ناشی از بارهای نقطه‌ای q و −q در نقطه‌ی A برابر با E باشد، اندازه‌ی برآیند میدان‌های الکتریکی این دو بار در نقطه‌ی B چند برابر E است؟ $(q>0)$



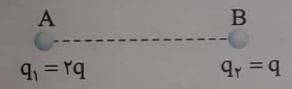
۱) $\frac{۴}{۹}$
۲) $\frac{۱۰}{۹}$
۳) $\frac{۲۰}{۹}$
۴) $\frac{۴۰}{۹}$

۱۱۷- در شکل زیر میدان حاصل از دو بار q_A و q_B در نقطه‌ی C وسط AB برابر $۳\vec{E}_1$ است. اگر بار q_B را خنثی کنیم، بزرگی میدان در نقطه‌ی C برابر $-۲\vec{E}_1$ می‌شود. در این صورت q_A و q_B، چه رابطه‌ای دارند؟



۱) ناهمنام و $|q_A|=\frac{۵}{۲}|q_B|$
۲) ناهمنام و $|q_B|=\frac{۵}{۲}|q_A|$
۳) همنام و $|q_A|=\frac{۵}{۲}|q_B|$
۴) همنام و $|q_B|=\frac{۵}{۲}|q_A|$

۱۱۸- با توجه به شکل زیر، اگر از نقطه‌ی A به نقطه‌ی B برویم، در مورد بزرگی میدان کدام گزینه درست است؟



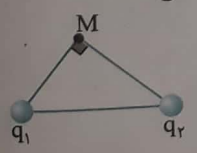
۱) کاهش می‌یابد.
۲) افزایش می‌یابد.
۳) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.
۴) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

۱۱۹- دو بار نقطه‌ای q_1 و $q_2=۴q_1$ در فاصله‌ی r از هم واقع‌اند. میدان الکتریکی ناشی از دو بار در فاصله‌ی d_1 از بار q_1 برابر صفر است. اگر فاصله‌ی دو بار از هم ۲ برابر شود، میدان الکتریکی برآیند در فاصله‌ی d_2 از بار q_2 برابر صفر می‌شود. d_2 چند برابر d_1 است؟ (سراسری تجربی - ۹۴)

۱) $\frac{۴}{۳}$
۲) $\frac{۳}{۲}$
۳) ۲
۴) ۴

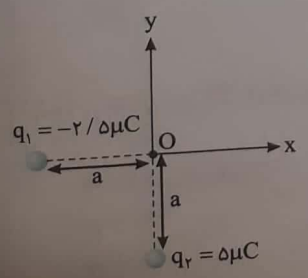
میدان خارج از راستای خط مستقیم بین دو بار

۱۲۰- اگر در شکل زیر، بزرگی میدان حاصل از بارهای الکتریکی q_1 و q_2 در نقطه‌ی M به‌ترتیب برابر $۴\times۱۰^۵\ \frac{N}{C}$ و $۳\times۱۰^۵\ \frac{N}{C}$ باشد، بزرگی میدان برآیند در این نقطه چند نیوتون بر کولن خواهد بود؟



۱) ۱۲×۱۰^۵
۲) ۷×۱۰^۵
۳) ۵×۱۰^۵
۴) $۱۰^۵$

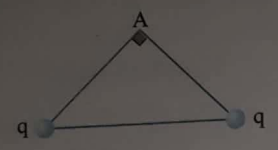
۱۲۱- در شکل روبه‌رو میدان الکتریکی ناشی از بار q_2 در نقطه‌ی O برابر $۳\times۱۰^۴\ \frac{N}{C}$ است. حاصل میدان الکتریکی کل در نقطه‌ی O چند نیوتون بر کولن است؟



۱) $(-\vec{i}+۳\vec{j})\times۱۰^۴$
۲) $(۳\vec{i}-\frac{۳}{۲}\vec{j})\times۱۰^۴$
۳) $(\vec{i}-۳\vec{j})\times۱۰^۴$
۴) $(-\frac{۳\vec{i}}{۲}+۳\vec{j})\times۱۰^۴$

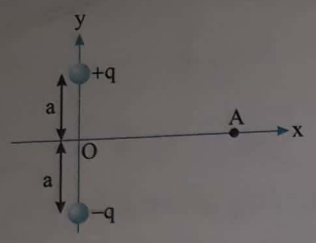
Scanned by CamScanner

۱۲۲- در شکل مقابل، بزرگی برآیند میدان‌های الکتریکی حاصل از دو بار q در رأس قائم مثلث قائم‌الزاویه‌ی متساوی‌الساقین (نقطه‌ی A) برابر E است. اگر یکی از بارهای q را حذف کنیم، بزرگی میدان الکتریکی در رأس A چند برابر E خواهد شد؟ (قلم‌چی)



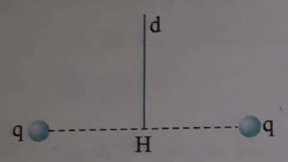
۱) $\frac{\sqrt{2}}{2}$
۲) ۱
۳) ۲
۴) $\sqrt{2}$

۱۲۳- در شکل روبه‌رو، میدان الکتریکی حاصل از دو بار نقطه‌ای $-q$ و $+q$ در نقطه‌ی A در چه راستا و جهتی است؟



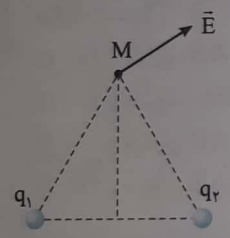
۱) منطبق بر محور ox و هم‌جهت با آن
۲) منطبق بر محور ox و در خلاف جهت با آن
۳) عمود بر محور ox و به سمت بالا
۴) عمود بر محور ox و به سمت پایین

۱۲۴- در شکل روبه‌رو، بارهای الکتریکی همنام و هم‌اندازه، در فضای اطراف خود میدان الکتریکی ایجاد کرده‌اند. تغییرات این میدان روی خط d (عمود منصف پاره‌خط واصل دو بار) از فاصله‌ی خیلی دور تا نقطه‌ی H (وسط دو بار الکتریکی) چگونه است؟



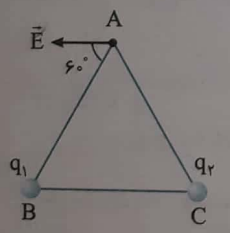
۱) پیوسته کاهش
۲) پیوسته افزایش
۳) کاهش- افزایش
۴) افزایش- کاهش

* ۱۲۵- در شکل مقابل میدان الکتریکی برآیند حاصل از بارهای الکتریکی q_1 و q_2 در نقطه‌ی M نشان داده شده و نقطه‌ی M روی عمود منصف خط واصل بارها است. اگر نسبت $\frac{q_2}{q_1}$ برابر k باشد، کدام رابطه درست است؟ (سراسری خارج از کشور تجربی - ۸۴)



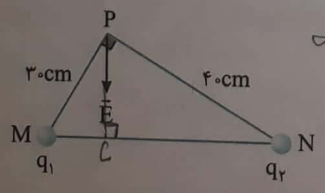
۱) $1<k$
۲) $k<-1$
۳) $-1<k<0$
۴) $-\frac{1}{2}<k<\frac{1}{2}$

* ۱۲۶- در شکل مقابل، برآیند میدان‌های الکتریکی حاصل از بارهای الکتریکی نقطه‌ای q_1 و q_2 در نقطه‌ی A از مثلث متساوی‌الاضلاع ABC نشان داده شده است. کدام گزینه در مورد بارهای q_1 و q_2 صحیح است؟ (قلم‌چی)



۱) $q_1<0$ ، $q_2>0$ ، $|q_1|>|q_2|$
۲) $q_1<0$ ، $q_2>0$ ، $|q_1|=|q_2|$
۳) $q_1>0$ ، $q_2>0$ ، $|q_1|<|q_2|$
۴) $q_1<0$ ، $q_2<0$ ، $|q_1|>|q_2|$

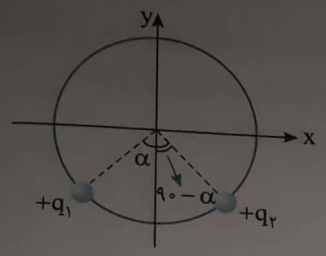
۱۲۷- مطابق شکل روبه‌رو، دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_1=-9\mu C$ و q_2 روی رأس‌های M و N از مثلث قائم‌الزاویه‌ی MNP ثابت شده‌اند. اگر راستای بردار برآیند میدان‌های الکتریکی حاصل از دو بار q_1 و q_2 در نقطه‌ی P $(\vec{E})$ بر ضلع MN عمود باشد، بار q_2 چند میکروکولن است؟



۱) ۴
۲) −۴
۳) ۱۲
۴) −۱۲

۱- تست‌های ستاره‌دار در برنامه رسمی کتاب درسی نیستند اما به کمک ریاضی پایه‌ی هشتم و مثلثاتی که خوانده‌اید قابل حل هستند.

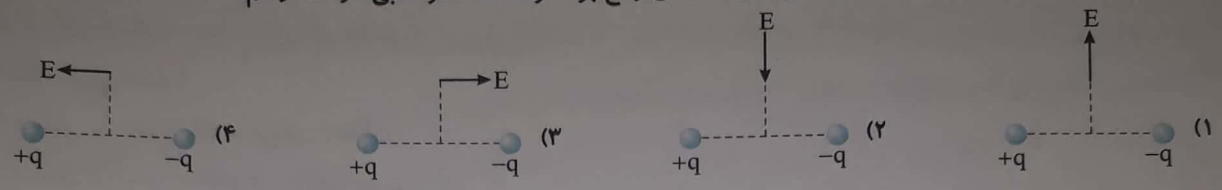
Scanned by CamScanner



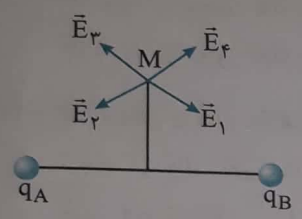
* ۱۲۸- در شکل روبه‌رو میدان الکتریکی در مرکز دایره، هم‌جهت با محور yها است. نسبت $\frac{q_1}{q_2}$، برابر کدام گزینه است؟

۱) $\sin\alpha$
۲) $\cos\alpha$
۳) $\tan\alpha$
۴) $\cot\alpha$

۱۲۹- در کدام شکل میدان الکتریکی یک دو قطبی روی نقطه‌ای واقع بر عمودمنصف دو قطبی درست رسم شده است؟

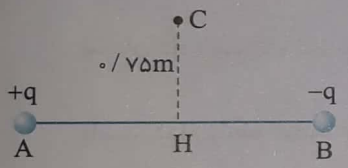


۱۳۰- دو بار نقطه‌ای q_A و q_B، در دو نقطه‌ی A و B قرار دارند. q_A مثبت، q_B منفی و $|q_B|>q_A$ است. کدام بردار میدان الکتریکی را در نقطه‌ی M واقع بر عمود منصف AB درست نشان می‌دهد؟ (آزاد ریاضی - ۷۱)



۱) E_1
۲) E_2
۳) E_3
۴) E_4

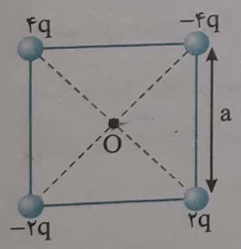
* ۱۳۱- دو بار الکتریکی در یک دو قطبی الکتریکی به فاصله‌ی ۲ متر از یک‌دیگر قرار دارند. اگر اندازه‌ی میدان حاصل از یکی از بارها در نقطه‌ی C (روی عمود منصف AB) $150\frac{N}{C}$ باشد، اندازه‌ی میدان حاصل از دو قطبی $(-q,+q)$ در نقطه‌ی C چند نیوتون بر کولن و جهت آن چگونه است؟ ۱



۱) ۱۸۰ و موازی AB از A به B
۲) ۱۸۰ و عمود بر AB از C به H
۳) ۲۴۰ و موازی AB از B به A
۴) ۲۴۰ و موازی AB از A به B

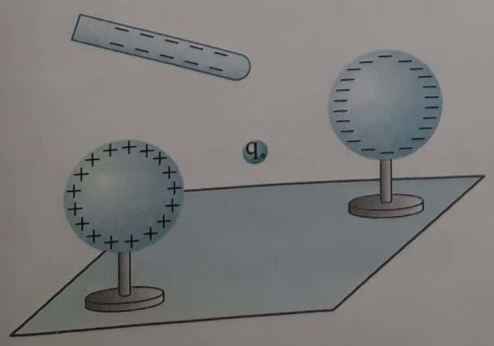
میدان الکتریکی ناشی از چند بار نقطه‌ای

۱۳۲- اگر بار نقطه‌ای q در یکی از گوشه‌های مربعی به ضلع a قرار گیرد، بزرگی میدان حاصل از آن در مرکز مربع، E_1 می‌شود. میدان در مرکز مربع کدام است؟



۱) $2E_1$
۲) $2\sqrt{2}E_1$
۳) $\sqrt{2}E_1$
۴) $4E_1$

۱۳۳- بار نشان داده شده در شکل $q_0=3\times10^{-8}C$ و نیروی خالص وارد بر آن $F=6\times10^{-5}N$ است. کدام گزینه اندازه میدان الکتریکی و جهت آن را درست نشان می‌دهد؟ (برگرفته از کتاب درسی)

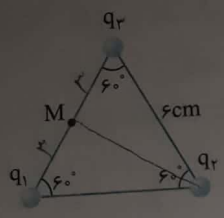


۱) $\uparrow, 2\times10^{+3}$
۲) $\nearrow, 2\times10^{+3}$
۳) $\uparrow, 1\times10^{+3}$
۴) $\nearrow, 1\times10^{+3}$

۱- تست‌هایی که با علامت ستاره مشخص شده‌اند در برنامه‌ی درسی کتاب درسی نیست اما به‌دلیل آن که شما در سال بعد ریاضیات بیش‌تری یاد می‌گیرید و امکان پرسش این نوع مسایل در کنکور وجود دارد، یادگیری آن را پیشنهاد می‌کنیم.

Scanned by CamScanner

۱۳۴- در شکل روبه‌رو $q_2 = 12\,\mu C$ و $q_1 = -q_3 = 2\mu C$ است. میدان الکتریکی در نقطه‌ی M (وسط ضلع مثلث) چند نیوتون بر کولن است؟

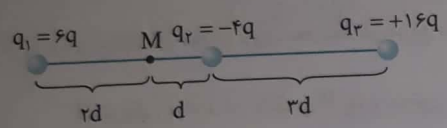


۱) 2×10^7
۲) $2\sqrt{2}\times10^7$
۳) 4×10^7
۴) $4\sqrt{2}\times10^7$

۱۳۵- دو بار الکتریکی نقطه‌ای $+2\,\mu C$ و $+8\,\mu C$ در فاصله‌ی $30\,cm$ از هم قرار دارند. بار الکتریکی q را در نقطه‌ای قرار داده‌ایم که میدان الکتریکی در محل هر سه بار صفر شود. بار الکتریکی q چند میکروکولن است؟ (سراسری خارج از کشور تجربی - ۸۸)

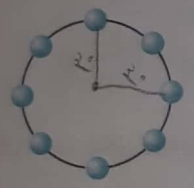
۱) $-\frac{8}{9}$
۲) $\frac{8}{9}$
۳) $-\frac{16}{9}$
۴) $\frac{16}{9}$

۱۳۶- اگر اندازه‌ی میدان الکتریکی حاصل از بار الکتریکی نقطه‌ای مثبت q در فاصله‌ی d از آن برابر E باشد، در شکل زیر اندازه‌ی برآیند میدان‌های الکتریکی حاصل از سه بار الکتریکی نقطه‌ای q_1، q_2 و q_3 در نقطه‌ی M چند برابر E است؟



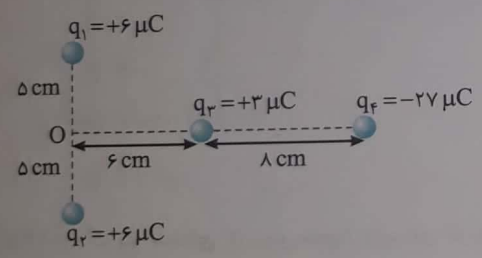
۱) ۳
۲) ۴/۵
۳) صفر
۴) ۱/۵

۱۳۷- هشت بار الکتریکی نقطه‌ای هر یک 5×10^{-9} کولن با فواصل مساوی روی محیط دایره‌ای به شعاع ۳۰ سانتی‌متر توزیع شده‌اند. هرگاه فقط یکی از بارها منفی باشد، میدان کل در مرکز نیم‌دایره چند نیوتون بر کولن است؟ (سراسری ریاضی - ۷۰)



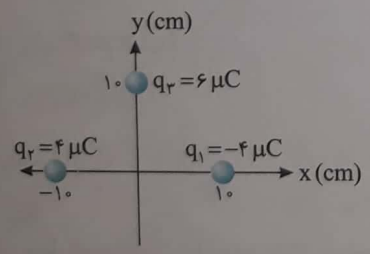
۱) 10^3
۲) 5×10^2
۳) 3×10^3
۴) 15×10^2

۱۳۸- بارهای الکتریکی q_1، q_2، q_3 و q_4 مطابق شکل روبه‌رو قرار گرفته‌اند. بار الکتریکی q_4 را چند سانتی‌متر و در کدام جهت جابه‌جا کنیم تا میدان حاصل از بارها در نقطه‌ی O برابر صفر شود؟ (سراسری خارج از کشور ریاضی - ۸۹)



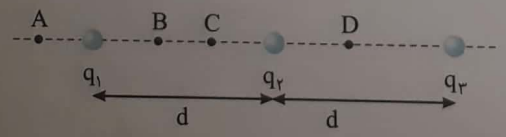
۱) ۴ سانتی‌متر به راست
۲) ۴ سانتی‌متر به چپ
۳) ۱۰ سانتی‌متر به راست
۴) ۱۰ سانتی‌متر به چپ

۱۳۹- در شکل روبه‌رو، سه بار الکتریکی در نقاط مشخص شده قرار دارند. بردار میدان الکتریکی در مبدأ مختصات در SI کدام است؟ $(k = 9\times10^9\ \frac{N\cdot m^2}{C^2})$ (سراسری خارج از کشور ریاضی - ۹۱)



۱) $9\times10^6\,\vec{i}$
۲) $-5/4\times10^6\,\vec{j}$
۳) $10^6\times(7/2\,\vec{i} - 5/4\,\vec{j})$
۴) $(5/4\,\vec{i} - 7/2\,\vec{j})\times10^6$

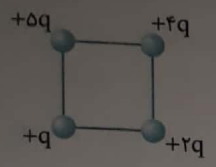
۱۴۰- مطابق شکل سه بار الکتریکی نقطه‌ای مشابه q_1، q_2 و q_3 روی یک خط ثابت شده‌اند. برآیند میدان‌های الکتریکی حاصل از این بارها در کدام نقطه یا نقطه‌ها می‌تواند صفر باشد؟ (قلم‌چی)



۱) A
۲) B
۳) C
۴) C و D

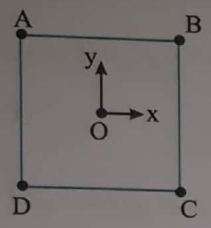
Scanned by CamScanner

۱۴۱- اگـر در یک رأس مربعی بار q قرار گیرد، اندازه‌ی میدان الکتریکی حاصل از این بار در مرکز مربع E می‌شود. حال اگر در چهار رأس همان مربع بارهای الکتریکی مطابق شکل قرار گیرند، اندازه‌ی میدان الکتریکی در مرکز آن چند E می‌شود؟



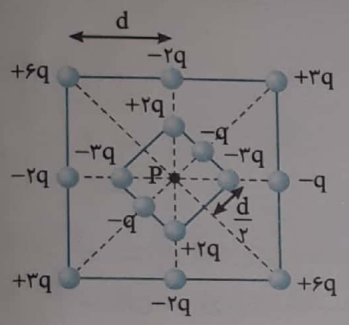
۱) $\sqrt{۲}$
۲) $۲\sqrt{۲}$
۳) $\frac{۳}{۲}\sqrt{۲}$
۴) $۳\sqrt{۲}$

۱۴۲- در نقاط A، B، C و D واقع در چهار گوشه‌ی مربعی به‌ترتیب بارهای مثبت q، ۲q، ۳q و ۴q قرار دارند. میدان الکتریکی کل در نقطه‌ی O (مرکز مربع)، در کدام جهت است؟



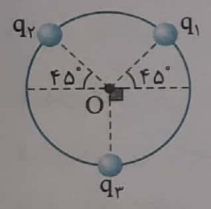
۱) $-y$
۲) $-x$
۳) $+x$
۴) $+y$

۱۴۳- شکل مقابل دو آرایه‌ی مربعی از ذرات باردار را نشان می‌دهد. مربع‌ها در نقطه‌ی P هم‌مرکز هستند و ذره‌هـای مجاور روی محیـط هر مربع به فاصله‌ی d یا $\frac{d}{۲}$ از هم قـرار گرفته‌اند. بزرگی میدان الکتریکی برایند در نقطه‌ی P چند نیوتون بر کولن و در کدام جهت است؟ (برگرفته از کتاب درسی)



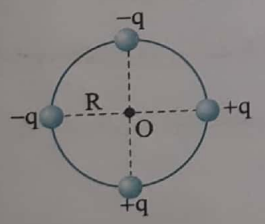
۱) $\frac{kq}{d^۲}$ و راست
۲) $\frac{۲kq}{d^۲}$ و راست
۳) $\frac{kq}{d^۲}$ و چپ
۴) $\frac{۲kq}{d^۲}$ و چپ

۱۴۴- در شکل روبه‌رو، اگر $q_۱ = q_۲ = ۲\mu C$ باشد، $q_۳$ چند میکروکولن باید باشد تا اندازه‌ی میدان الکتریکی در نقطه‌ی O (مرکز دایره) برابر صفر شود؟



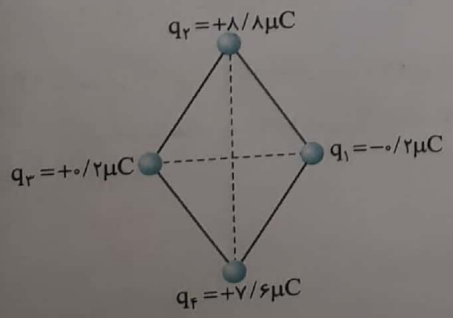
۱) ۴
۲) -۴
۳) $۲\sqrt{۲}$
۴) $-۲\sqrt{۲}$

۱۴۵- اگر بار نقطه‌ای q روی محیط دایره‌ای به شعاع R قرار گیرد، بزرگی میدان الکتریکی حاصل از آن در مرکز دایره، برابر $E_۱$ می‌شـود. در شکل مقابل اندازه‌ی بزرگی میدان در مرکز دایره برابر کدام است؟



۱) $۲\sqrt{۲}E_۱$
۲) $۴E_۱$
۳) $\frac{۳}{۲}E_۱$
۴) صفر

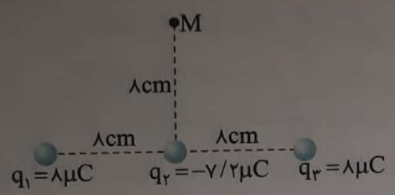
۱۴۶- چهار ذره‌ی باردار را مطابق شکل در چهار رأس یک لوزی با قطرهای ۶cm و ۴cm قرار داده‌ایم. اندازه‌ی میدان الکتریکی خالص در مرکز لوزی چند $\frac{N}{C}$ است؟



۱) ۲۰×۱۰^{۴}
۲) ۱۵×۱۰^{۷}
۳) ۱۵×۱۰^{۶}
۴) ۲۴×۱۰^{۱۴}

Scanned by CamScanner

۱۴۷- سه بار نقطه‌ای مطابق شکل روبه‌رو قرار دارند. بزرگی میدان الکتریکی خالص در نقطه‌ی M چند نیوتون بر کولن است؟ $(\sqrt{۲}\simeq ۱/۴, k=۹\times ۱۰^{۹}\ \frac{N.m^{۲}}{C^{۲}})$ (سراسری ریاضی ۹۲- با تغییر)

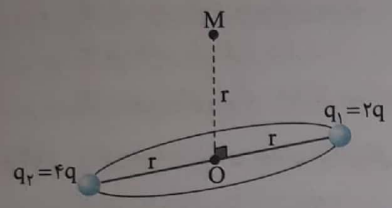


۱) $\frac{۸}{۹}\times ۱۰^{۷}$
۲) $\frac{۹}{۸}\times ۱۰^{۷}$
۳) $\frac{۹}{۱۶}\times ۱۰^{۷}$
۴) $\frac{۹}{۴}\times ۱۰^{۷}$

۱۴۸- بارهای الکتریکی نقطه‌ای $۴\mu C$ و $-۸\mu C$ روی محور x به ترتیب در مکان‌های $x=۶cm$ و $x=۱۲cm$ قرار دارند. بار نقطه‌ای چند میکروکولن را باید در مکان $x=۱۸cm$ قرار داد، تا میدان الکتریکی در مبدأ محور x برابر صفر شود؟(سراسری خارج از کشور تجربی - ۹۴)

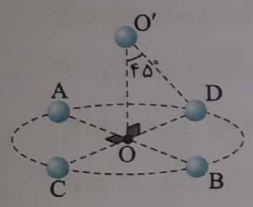
۱) -۵۴
۲) -۱۸
۳) ۱۸
۴) ۵۴

۱۴۹- دو بار $q_۱$ و $q_۲$ مطابق شکل روی محیط یک دایره به شعاع r قرار دارند. اگر میدان الکتریکی بار q در مرکز دایره E باشد، میدان الکتریکی خالص (برآیند) در نقطه‌ی M روی محور گذرنده از مرکز دایره که در فاصله r از مرکز قرار دارد چند برابر E است؟



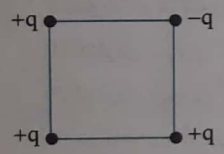
۱) ۲
۲) ۴
۳) $\sqrt{۵}$
۴) ۱

۱۵۰- دو قطر عمود بر هم AB و CD از یک دایره افقی را درنظر گرفته و چهار بار الکتریکی نقطه‌ای مشابه در نقاط A، B، C و D قرار می‌دهیم. اگر میدان الکتریکی هریک از بارها در نقطه‌ی O' برابر $۵\times ۱۰^{+۴}$ باشد میدان الکتریکی خالص در نقطه‌ی O' چند نیوتون بر کولن است؟ (سراسری ریاضی ۸۸ - با تغییر)



۱) $\sqrt{۲}\times ۱۰^{۵}$
۲) $\sqrt{۲}\times ۱۰^{۴}$
۳) ۵×۱۰^{۵}
۴) صفر

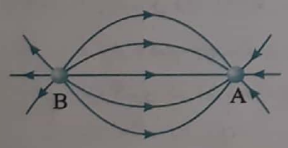
۱۵۱- چهار بار نقطه‌ای مطابق شکل روبه‌رو در رأس‌های یک مربع به ضلع $a\sqrt{۲}$ قرار دارند. بزرگی میدان الکتریکی در نقطه‌ای روی محوری که از مرکز مربع می‌گذرد و بر سطح آن عمود است و در فاصله‌ی a از مرکز مربع قرار دارد، کدام است؟ (ثابت کولن = k) (سراسری تجربی - ۹۵)



۱) $\frac{kq}{a^{۲}}$
۲) $\frac{۲kq}{a^{۲}}$
۳) $\frac{۲\sqrt{۲}kq}{a^{۲}}$
۴) $\frac{\sqrt{۲}kq}{۲a^{۲}}$

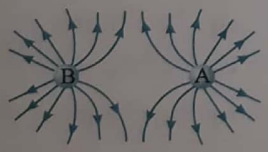
خط‌های میدان الکتریکی

۱۵۲- در شکل روبه‌رو، بار الکتریکی موجود در نقاط A و B به‌ترتیب از راست به چپ چگونه هستند؟



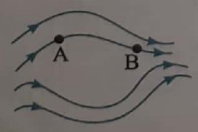
۱) مثبت- مثبت
۲) مثبت- منفی
۳) منفی- مثبت
۴) منفی- منفی

۱۵۳- در شکل روبه‌رو، میدان الکتریکی حاصل از دو بار الکتریکی نقطه‌ای نشان داده شده است. نوع بار الکتریکی A و B (به‌ترتیب از راست به چپ) کدام است؟ (سراسری ریاضی - ۸۲)



۱) منفی - مثبت
۲) مثبت- مثبت
۳) منفی- منفی
۴) مثبت- منفی

۱۵۴- در شکل روبه‌رو خط‌های میدان در ناحیه‌ای از فضا رسم شده است. در جابه‌جایی از A تا B میدان الکتریکی .....



۱) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.
۲) همواره افزایش می‌یابد.
۳) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.
۴) چون روی خط میدان جابه‌جایی صورت گرفته میدان تغییر نمی‌کند.

Scanned by CamScanner

۱۵۵- در هر نقطه اطراف یک جسم ساکن باردار، .....

۱) فقط یک خط میدان الکتریکی می‌گذرد و بردار میدان الکتریکی در آن نقطه بر آن خط عمود است.

۲) فقط یک خط میدان الکتریکی می‌گذرد و بردار میدان الکتریکی در آن نقطه بر آن خط مماس است.

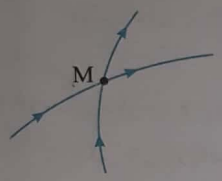
۳) خطوط میدان الکتریکی زیادی می‌گذرد و اندازه‌ی میدان الکتریکی متغیر است.

۴) خطوط میدان الکتریکی زیادی می‌گذرد و اندازه‌ی میدان الکتریکی ثابت است.

۱۵۶- هرگاه در جهت میدان الکتریکی و در امتداد خطوط میدان جابه‌جا شویم، بزرگی میدان الکتریکی چگونه تغییر می‌کند؟

۱) کاهش می‌یابد. ۲) افزایش می‌یابد. ۳) ثابت می‌ماند. ۴) هر سه حالت امکان دارد.

۱۵۷- شکل روبه‌رو بیان‌گر خطوط میدان الکتریکی است. با توجه به شکل، در نقطه‌ی M کدام گزینه صدق می‌کند؟



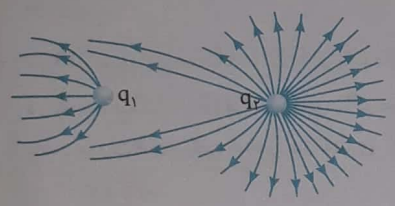
۱) بار مثبت الکتریکی قرار دارد.

۲) بار منفی الکتریکی قرار دارد.

۳) بار الکتریکی قرار ندارد.

۴) چنین شکلی برای خطوط میدان امکان‌پذیر نیست.

۱۵۸- با توجه به خط‌های میدان الکتریکی حاصل از دو بار q_1 و q_2 در شکل زیر، کدام گزینه درست است؟



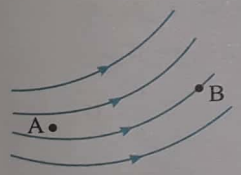
۱) هر دو منفی و $|q_2|>|q_1|$

۲) q_1 مثبت و q_2 منفی و $|q_1|>|q_2|$

۳) q_1 منفی و q_2 مثبت و $|q_1|>|q_2|$

۴) هر دو مثبت و $|q_2|>|q_1|$

۱۵۹- شکل روبه‌رو خطوط میدان الکتریکی را در فضای معینی نشان می‌دهد. بار الکتریکی q را یک مرتبه در نقطه‌ی A و مرتبه‌ی دیگر در نقطه‌ی B قرار می‌دهیم. کدام گزینه درست است؟



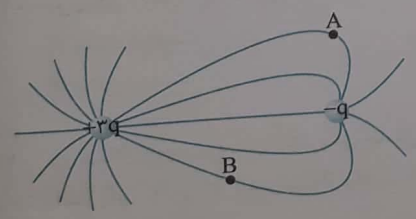
۱) اندازه‌ی نیرویی که در نقطه‌ی A بر بار وارد می‌شود، از اندازه‌ی آن در نقطه‌ی B کوچک‌تر است.

۲) اندازه‌ی نیرویی که در نقطه‌ی A بر بار وارد می‌شود، از اندازه‌ی آن در نقطه‌ی B بزرگ‌تر است.

۳) در نقطه‌ی A نیرویی بر بار الکتریکی وارد نمی‌شود، زیرا میدان در نقطه‌ی A صفر است، ولی بر بار در نقطه‌ی B نیرو وارد می‌شود.

۴) اطلاعات مسأله برای مقایسه‌ی نیروی وارد بر بار q در نقطه‌ی A و B کافی نیست.

۱۶۰- در شکل روبه‌رو اگر بارهای $-q$ و $+q$ را به‌ترتیب در نقطه‌های A و B قرار دهیم، جهت نیروی وارد بر هر بار کدام است و بر کدام بار نیروی بزرگتری در آن لحظه وارد می‌شود؟



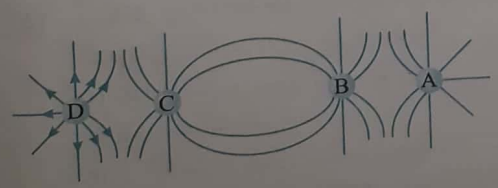
۱) ↖ ، ↘ ، $-q$

۲) ↖ ، ↘ ، $+q$

۳) ↘ ، ↘ ، $+q$

۴) ↖ ، ↖ ، $-q$

۱۶۱- با توجه به خطوط میدان الکتریکی نشان داده شده در شکل زیر کدام گزینه علامت بارهای نقطه‌ای A، B و C را به‌ترتیب از راست به چپ درست نشان می‌دهد؟



۱) مثبت - منفی - مثبت

۲) منفی - مثبت - منفی

۳) منفی - منفی - مثبت

۴) مثبت - مثبت - منفی

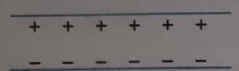
Scanned by CamScanner

میدان الکتریکی یکنواخت

۱۶۲- **دو صفحه‌ی A و B موازی با هم و به فاصله‌ی کمی از هم قرار می‌گیرند. اگر صفحه‌ی A را با بار مثبت باردار کرده و صفحه‌ی B را به همان اندازه با بار منفی باردار کنیم، کدام گزینه درست است؟** (برگرفته از کتاب درسی)

۱) به دور از لبه‌های دو صفحه‌ی A و B، بین دو صفحه شدت میدان الکتریکی ثابت است.
۲) به دور از لبه‌های دو صفحه‌ی A و B، شدت میدان الکتریکی در نزدیکی صفحه A بیش‌تر است.
۳) به دور از لبه‌های دو صفحه‌ی A و B، شدت میدان الکتریکی در نزدیکی صفحه‌ی B بیش‌تر است.
۴) به دور از لبه‌های دو صفحه‌ی A و B، شدت میدان خالص در فاصله‌ی مساوی از صفحه‌ی A و B برابر صفر است.

۱۶۳- **دو صفحه‌ی رسانای موازی، مطابق شکل در فاصله‌ی d از یک‌دیگر واقع‌اند. بار یک صفحه +Q و بار صفحه‌ی دیگر −Q است. بار الکتریکی مثبت q از مجاور صفحه‌ی مثبت به طرف صفحه‌ی منفی حرکت می‌کند. اندازه‌ی نیروی الکتریکی وارد بر بار q با دور شدن از صفحه‌ی مثبت، .....**

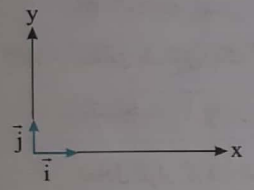


۱) افزایش می‌یابد.
۲) کاهش می‌یابد.
۳) ثابت می‌ماند.
۴) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

۱۶۴- **بین دو صفحه‌ی موازی که به فاصله‌ی ۲cm از هم قرار دارند، اختلاف پتانسیل الکتریکی ۵۰۰ ولت ایجاد کرده‌ایم. اگر یک ذره‌ی آلفا بین این دو صفحه قرار گیرد، نیروی الکتریکی وارد بر آن چند نیوتون خواهد شد؟** $(e=1/6\times10^{-19}C)$ (سراسری خارج از کشور ریاضی - ۹۵)

۱) 8×10^{-13} ۲) 8×10^{-15} ۳) 4×10^{-13} ۴) 4×10^{-15}

۱۶۵- **یک ذره‌ی باردار که بار الکتریکی آن، $+20\mu C$ است وارد یک میدان الکتریکی یکنواخت $E=2000\vec{i}-1500\vec{j}$ (برحسب $\frac{N}{C}$) می‌شود. جهت و اندازه‌ی نیروی الکتروستاتیکی وارد بر جسم برحسب نیوتون کدام است؟**



۱) ۰/۵, ↖
۲) ۰/۰۵, ↗
۳) ۰/۵, ↘
۴) ۰/۰۵, ↘

۱۶۶- **بار الکتریکی $-3/2\mu C$ در میدان الکتریکی $2/5\times10^{5}\frac{N}{C}$ قرار دارد. نیرویی که از طرف میدان بر این بار الکتریکی وارد می‌شود، چند نیوتون است؟**

۱) 8×10^{5} ۲) $3/2\times10^{-10}$ ۳) $3/2\times10^{-11}$ ۴) 8×10^{-1}

۱۶۷- **میدان الکتریکی که در یک صفحه برقرار است به صورت $\vec{E}=3\times10^{4}\vec{i}+4\times10^{4}\vec{j}$ بیان شده است (در سیستم SI). اندازه‌ی نیروی وارد بر بار الکتریکی نقطه‌ای $q=2mC$ از طرف این میدان چند نیوتون است؟**

۱) ۱۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۵۰ ۴) ۵

جرم باردار در میدان الکتریکی یکنواخت

۱۶۸- **ذره‌ای به جرم ۱۰ گرم و بار الکتریکی ۵− میکروکولن در یک میدان الکتریکی یکنواخت بدون تکیه‌گاه به حالت سکون قرار دارد. اگر $g=10\frac{m}{s^2}$ باشد، میدان الکتریکی چند نیوتون بر کولن و جهت آن به کدام سمت است؟** (سراسری خارج از کشور ریاضی - ۸۵)

۱) 2×10^{4}، بالا ۲) 2×10^{4}، پایین ۳) 5×10^{5}، بالا ۴) 5×10^{5}، پایین

۱۶۹- **گلوله‌ای به وزن ۰/۶ N و بار الکتریکی $10\mu C$ را به انتهای نخی به جرم ناچیز می‌بندیم و آن را در یک میدان الکتریکی یکنواخت و افقی آویزان می‌کنیم. در نتیجه‌ی میدان، گلوله منحرف شده و راستای نخ با افق زاویه‌ی 45° می‌سازد. اندازه‌ی میدان الکتریکی چند نیوتون بر کولن است؟**

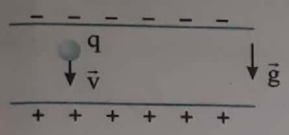
۱) 3×10^{5} ۲) 6×10^{4} ۳) 5×10^{6} ۴) 3×10^{6}

Scanned by CamScanner

۱۷۰- در محلی که میدان الکتریکی یکنواخت E وجود دارد، وقتی ذره‌ای با بار ۱۰− نانوکولن و جرم ۲۰g را رها می‌کنیم، با شتاب $6\frac{m}{s^2}$ پایین می‌آید. جهت میدان الکتریکی به کدام طرف و اندازه‌ی آن چند $\frac{N}{C}$ است؟ ($g \simeq 10\frac{m}{s^2}$ و از نیروی اصطکاک چشم‌پوشی کنید.)

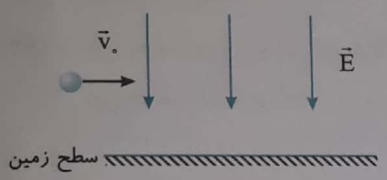
۱) پایین، 8×10^6 ۲) بالا، 8×10^6 ۳) بالا، $3/2\times10^6$ ۴) پایین، $3/2\times10^6$

۱۷۱- مطابق شکل، ذره‌ای با بار الکتریکی $q=0/02\mu C$ و جرم $m=4\times10^{-3}kg$ در راستای میدان الکتریکی یکنواخت قائم به بزرگی $7\times10^6\frac{N}{C}$ با تندی اولیه‌ی $2\frac{m}{s}$ و به سمت صفحه‌ی مثبت پرتاب می‌شود. بزرگی برآیند نیروهای وارد بر این ذره چند نیوتون است؟ $(g=10\frac{N}{kg})$



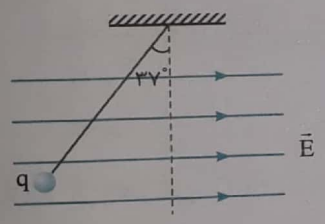
۱) ۰/۱۸ ۲) ۰/۱ ۳) ۱/۸ ۴) ۱

۱۷۲- مطابق شکل، ذره‌ای باردار به جرم ۲۰g با اندازه بار الکتریکی $0/4\mu C$ را با سرعت اولیه‌ی $\vec{v}_0$ در فضای میدان الکتریکی یکنواخت $\vec{E}$ که راستای آن عمود بر سطح زمین است، پرتاب می‌کنیم. اگر این ذره بدون انحراف به مسیر خود ادامه دهد، اندازه‌ی میدان الکتریکی چند نیوتون بر کولن و علامت بار ذره کدام است؟ $(g=10\frac{N}{kg})$ (قلم‌چی)



۱) 5×10^8 , مثبت ۲) 5×10^8 , منفی
۳) 5×10^5 , منفی ۴) 5×10^5 , مثبت

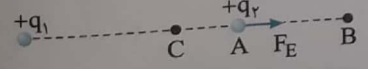
۱۷۳- مطابق شکل، یک گلوله‌ی فلزی کوچک دارای بار الکتریکی q در میدان الکتریکی افقی و یکنواخت $\vec{E}$ به بزرگی $6\times10^3\frac{N}{C}$ توسط یک نخ سبک و عایق آویزان شده و در حالت تعادل قرار گرفته است. اگر زاویه‌ی نخ با امتداد قائم 37° و جرم گلوله ۲/۴g باشد، بار الکتریکی q چند میکروکولن است؟ $(\tan 37^\circ=\frac{3}{4}\ ,\ g=10\frac{m}{s^2})$



۱) ۸ ۲) −۸
۳) ۳ ۴) −۳

بخش چهارم: انرژی پتانسیل الکتریکی - پتانسیل الکتریکی

انرژی پتانسیل الکتریکی



- هرگاه دو بار مثبت q_1 و q_2 را به هم نزدیک کنیم، سپس رها کنیم شاهد دور شدن دو بار از هم می‌شویم و دو بار دارای انرژی جنبشی می‌شوند. یعنی با نزدیک کردن دو بار q_1 و q_2 مقداری انرژی در مجموعه‌ی این دو بار ذخیره می‌شود که به آن انرژی پتانسیل الکتریکی گویند.

- اگر بار $+q_1$ ثابت باشد و بار $+q_2$ از نقطه‌ی A به نقطه‌ی B برود، انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش می‌یابد و تبدیل به انرژی جنبشی بار $+q_2$ می‌شود. در این جابه‌جایی نیروی وارد بر بار $+q_2$ و جابه‌جایی هم‌جهت است و کار نیروی الکتریکی میدان بار $+q_1$ وارد بر بار $+q_2$، مثبت $(W_E>0)$ اما تغییر انرژی پتانسیل بار $+q_2$ منفی است. $(\Delta U_E<0$ و $U_B<U_A)$

- اگر بار $+q_2$ را از A به C ببریم یعنی به بار $+q_1$ نزدیک کنیم، نیروی F_E و جابه‌جایی AC در خلاف جهت هم بوده و کار نیروی F_E منفی است $(W_E<0)$ اما انرژی پتانسیل الکتریکی مجموعه به دلیل نزدیک شدن دو بار همنام به هم، افزایش می‌یابد. $(\Delta U_E>0$ و $U_C>U_A)$

در اینجا می‌توان گفت کار نیروی الکتریکی وارد بر یک ذره‌ی باردار در میدان الکتریکی $\vec{E}$ در جابه‌جایی بین دو نقطه برابر منفی تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی در همان جابه‌جایی است. $\boxed{(W_E=-\Delta U_E)}$

Scanned by CamScanner

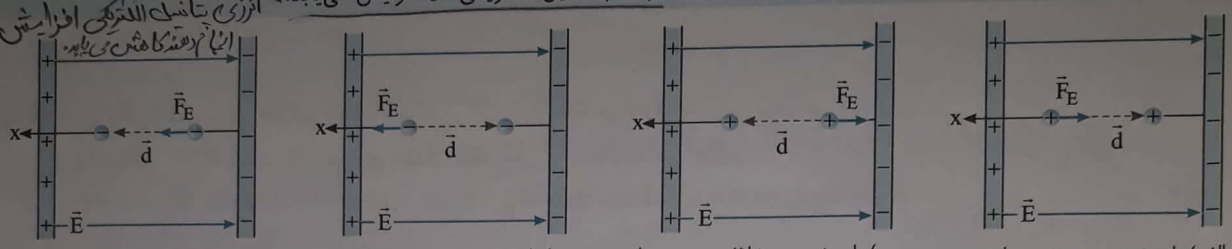
- در شکل صفحه‌ی قبل اگر بار q_2 منفی باشد و در نقطه‌ی A رها شود به سوی نقطه‌ی C می‌رود و انرژی پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد و به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود.

کار منفی می‌شود

نتیجه اگر بار مثبت در جهت خطوط میدان جابه‌جا شود، انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش می‌یابد.

اگر بار منفی در جهت خطوط میدان جابه‌جا شود، انرژی پتانسیل الکتریکی آن افزایش می‌یابد.

اگر ما (عامل خارجی) کار را انجام دهیم انرژی پتانسیل الکتریکی افزایش ولی اگر خود بارها انجام دهند کاهش می‌یابد.



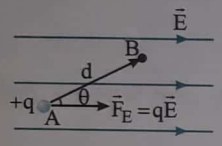
الف) بار مثبت در جهت میدان الکتریکی $\vec{E}$ حرکت می‌کند: میدان الکتریکی کار مثبت W_E را روی بار انجام می‌دهد. انرژی پتانسیل الکتریکی U_E کاهش می‌یابد.

ب) بار مثبت در خلاف جهت میدان الکتریکی $\vec{E}$ حرکت می‌کند: میدان الکتریکی کار منفی W_E را روی بار انجام می‌دهد. انرژی پتانسیل الکتریکی U_E افزایش می‌یابد.

پ) بار منفی در جهت میدان الکتریکی $\vec{E}$ حرکت می‌کند: میدان الکتریکی کار منفی W_E را روی بار انجام می‌دهد. انرژی پتانسیل الکتریکی U_E افزایش می‌یابد.

ت) بار منفی در خلاف جهت میدان الکتریکی $\vec{E}$ حرکت می‌کند: میدان الکتریکی کار مثبت W_E را روی بار انجام می‌دهد. انرژی پتانسیل الکتریکی U_E کاهش می‌یابد.

تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی یک بار ذره‌ای در میدان الکتریکی یکنواخت

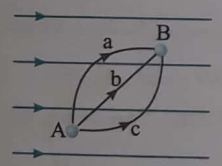


- در شکل روبه‌رو در میدان الکتریکی یکنواخت $\vec{E}$ بار $+q$ از نقطه‌ی A به نقطه‌ی B برده شده است. نیروی میدان الکتریکی مطابق شکل در جهت میدان است و با جابه‌جایی d زاویه‌ی θ می‌سازد، بنابراین کار نیروی میدان الکتریکی خواهد شد:

$$W_E = F_E d\cos\theta \Rightarrow W_E = |q|Ed\cos\theta$$

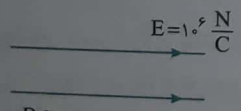
تذکر: علامت قدر مطلق برای q به این دلیل است که بنا به آنچه در فیزیک دهم خوانده‌اید در رابطه‌ی کار اندازه‌ی نیرو و اندازه‌ی جابه‌جایی در هم ضرب می‌شوند.

تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی خواهد شد: $\Delta U_E = -W_E \Rightarrow \Delta U_E = -|q|Ed\cos\theta$



- خوب است بدانید که کار نیروی میدان الکتریکی و تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی در تمام مسیرهای بین دو نقطه یکسان بوده و به مسیر بستگی ندارد. در واقع کار میدان به بردار جابه‌جایی بار بین دو نقطه‌ی A و B بستگی دارد.

$$\Delta U_{E_a} = \Delta U_{E_b} = \Delta U_{E_c}\ ,\ W_{E_a} = W_{E_b} = W_{E_c}$$



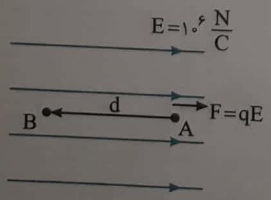
تست ۲۲: در شکل روبه‌رو بار $q = +2\mu C$ روی مسیر نشان داده شده از نقطه‌ی A تا نقطه‌ی B $(AB = 60cm)$ جابه‌جا شده است. کار نیروی میدان الکتریکی و تغییر انرژی پتانسیل از A تا B به ترتیب از راست به چپ چند ژول است؟

۱) $+1/2$ ، $-1/2$

۲) $+0/6$ ، $-0/6$

۳) $-1/2$ ، $+1/2$

۴) $-0/6$ ، $+0/6$



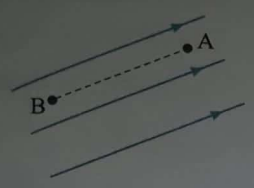
پاسخ: کار نیروی میدان الکتریکی برابر است با:

$$W_E = F_E d\cos\theta = qEd\cos 180^\circ \Rightarrow W_E = 2\times10^{-6}\times10^6\times0/6\times(-1) \Rightarrow W_E = -1/2J$$

تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی برابر است با: $\Delta U_E = -W_E = 1/2J$

بنابراین گزینه‌ی (۱) درست است.

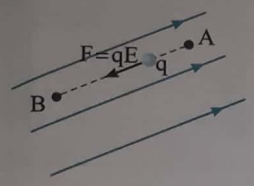
Scanned by CamScanner



تست۲۳: بار نقطه‌ای $q=-۳\mu C$ در میدان الکتریکی یکنواخت $E=۲\times۱۰^{۵}\frac{N}{C}$ شکل روبه‌رو از نقطه A به نقطه B جابه‌جا شده است، تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی در این جابه‌جایی چند ژول است؟ $(AB=۵۰cm)$

۱) ۰/۳ ۲) ۳

۳) −۰/۳ ۴) −۳



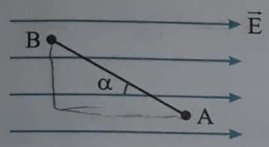
پاسخ: بار q منفی است و در خلاف جهت میدان بر آن نیرو وارد می‌شود. بنابراین زاویه‌ی بین نیرو و جابه‌جایی $\theta=۰$ است. کار نیروی میدان الکتریکی را به‌دست می‌آوریم.

$$W_E=F_E d\cos\theta=|q|Ed\cos\theta\Rightarrow W_E=۳\times۱۰^{-۶}\times۲\times۱۰^{۵}\times۰/۵\times۱\Rightarrow W_E=۰/۳J$$

تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی خواهد شد:

$$\Delta U_E=-W_E\Rightarrow\Delta U_E=-۰/۳J$$

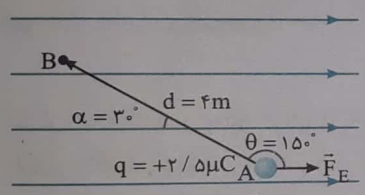
بنابراین گزینه‌ی (۳) درست است.



تست۲۴: مطابق شکل بار الکتریکی نقطه‌ای $q=+۲/۵\mu C$ را با سرعت ثابت در میدان الکتریکی یکنواخت $۴\times۱۰^{۵}\frac{N}{C}$ از نقطه‌ی A تا نقطه‌ی B جابه‌جا می‌کنیم. اگر $\overline{AB}=۴m$ و $\alpha=۳۰^\circ$ باشد، قدر مطلق کار نیروی میدان الکتریکی در این جابه‌جایی چند ژول است؟ (۱)

$(\cos ۳۰^\circ\simeq۰/۸۶)$

۱) ۶/۸۸ ۲) ۸/۶۶ ۳) ۴/۳۳ ۴) ۳/۴۴

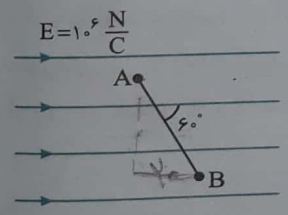


پاسخ: با توجه به شکل روبه‌رو داریم:

$$F_E=|q|E=(۲/۵)\times۱۰^{-۶}\times(۴\times۱۰^{۵})=۱N$$

$$W_E=F_E d\cos\theta\Rightarrow W_E=۱\times۴\times\underbrace{\cos۱۵۰^\circ}_{-\cos۳۰^\circ}=۴\times(-۰/۸۶)=-۳/۴۴J$$

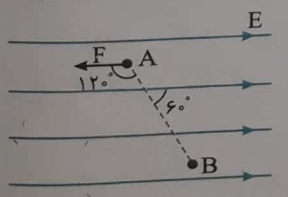
بنابراین گزینه‌ی (۴) درست است.



تست۲۵: در شکل روبه‌رو بار $q=-۳\mu C$ از نقطه‌ی A تا B جابه‌جا شده است. اگر انرژی پتانسیل الکتریکی آن در نقطه‌ی A برابر ۲J باشد، انرژی پتانسیل الکتریکی آن در نقطه‌ی B چند ژول خواهد بود؟ $(AB=۴۰cm)$

۱) ۰/۶ ۲) ۱/۴

۳) ۲/۶ ۴) صفر



پاسخ: تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی برابر منفی کار نیروی میدان الکتریکی است. از طرفی نیروی وارد بر بار منفی در میدان الکتریکی در خلاف جهت میدان است و با توجه به شکل زاویه‌ی بین نیروی $F=qE$ وارد بر بار و خطوط میدان برابر ۱۲۰° است، بنابراین:

$$\Delta U_E=-W_E\Rightarrow\Delta U_E=-(Fd\cos\theta)\Rightarrow\Delta U_E=-(qEd\cos\theta)$$

$$\Rightarrow\Delta U_E=-(۳\times۱۰^{-۶}\times۱۰^{۶}\times۰/۴\times-\frac{۱}{۲})\Rightarrow\Delta U_E=۰/۶J$$

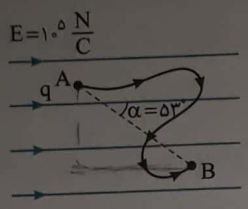
$$\Rightarrow U_B-U_A=۰/۶\Rightarrow U_B-۲=۰/۶\Rightarrow U_B=۲/۶J$$

بنابراین گزینه‌ی (۳) درست است.

۱- مسائل ستاره‌دار در برنامه‌ی رسمی کتاب درسی نیست اما همان گونه که می‌بینید حل آن‌ها ساده است و پیچیدگی خاصی ندارد، به‌ویژه آن که شما در فیزیک (۱) پایه دهم، رابطه $W=Fd\cos\theta$ را برای زاویه‌های مختلف خوانده‌اید.

Scanned by CamScanner

مثال: در شکل مقابل بار $q=+4\mu C$ روی مسیر نشان داده شده از نقطه‌ی A تا B جابه‌جا شده است. $(AB=40cm)$



الف) کار میدان الکتریکی از A تا B چند ژول است؟

ب) تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی از A تا B چند ژول است؟

پاسخ: الف) نیروی وارد بر بار q در امتداد خطوط میدان و در جهت میدان است. جهت بردار جابه‌جایی با خطوط میدان زاویه‌ی °۵۳ می‌سازد، از این‌رو:

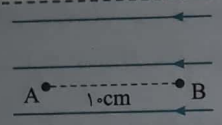
$$W_E = Fd\cos\alpha \xrightarrow{F=qE} W_E = qEd\cos 53^\circ \Rightarrow W_E = 4\times10^{-6}\times10^{5}\times0/4\times0/6 \Rightarrow W_E = 0/096J$$

ب) تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی برابر منفی کار نیروی میدان است.

$$\Delta U_E = -W_E \Rightarrow \Delta U_E = -0/096J$$

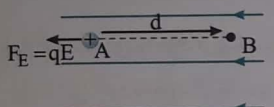
علامت منفی بیانگر کاهش انرژی پتانسیل الکتریکی بار $q=+4\mu C$ هنگام جابه‌جایی در جهت میدان الکتریکی است.

تست ۲۶: در میدان الکتریکی یکنواخت $E=3/34\times10^{4}\ \frac{N}{C}$ شکل روبه‌رو پروتونی از نقطه‌ی A با تندی اولیه‌ی v_0 پرتاب می‌شود. پروتون در نقطه‌ی B به طور لحظه‌ای متوقف می‌شود. تندی اولیه پروتون چند متر بر ثانیه بوده است؟ (بار و جرم پروتون به ترتیب $1/6\times10^{-19}C$ و $1/67\times10^{-27}kg$ است.)



۱) 8×10^{4} ۲) 4×10^{5} ۳) 4×10^{4} ۴) 8×10^{5}

پاسخ: بنا به قضیه‌ی کار و انرژی تغییر انرژی جنبشی جسم برابر کار نیروی وارد بر جسم است.



$$\Delta K = W_E \Rightarrow 0-\frac{1}{2}mv_0^2 = |q|Ed\cos\theta \Rightarrow$$

$$-\frac{1}{2}(1/67\times10^{-27})v_0^2 = 1/6\times10^{-19}\times3/34\times10^{4}\times0/1\times(-1) \Rightarrow v_0 = 8\times10^{5}\ \frac{m}{s}$$

بنابراین گزینه‌ی (۴) درست است.

پرسش: چرا در مسأله قبلی از نیروی وزن صرف نظر شد؟

پاسخ: علت آن جرم ناچیز پروتون است. نیروی وزن پروتون و نیروی الکتریکی وارد بر پروتون را مقایسه کنید.

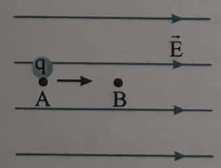
$$\begin{cases} W = mg = 1/67\times10^{-27}\times10 = 1/67\times10^{-26}N \\ F_e = qE = 1/6\times10^{-19}\times3/34\times10^{+4} \approx 5/3\times10^{-15}N \end{cases} \Rightarrow \frac{F}{W} \approx \frac{5/3\times10^{-15}}{1/6\times10^{-26}} \approx 3/3\times10^{11}$$

همان طور که می‌بینید نسبت $\frac{F_e}{W}$ از مرتبه‌ی صد میلیارد (10^{11}) است.

پتانسیل الکتریکی

- تعریف اختلاف پتانسیل الکتریکی: به نسبت تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی به بار ذره، که مستقل از نوع و اندازه‌ی بار الکتریکی است، اختلاف پتانسیل الکتریکی گویند. $\Delta V = \frac{\Delta U_E}{q}$

- می‌دانیم $\Delta U_E = -W_E$ است از این رو می‌توان گفت اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه‌ی A و B برابر نسبت منفی کار میدان الکتریکی از A تا B به بار ذره است.



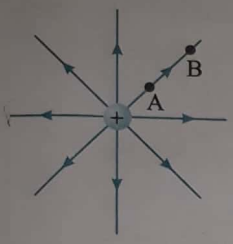
$$\Delta V = V_B - V_A = -\frac{W_{A\to B}}{q}$$

- V_A و V_B را پتانسیل الکتریکی نقاط A و B گویند.
- پتانسیل الکتریکی، نسبت انرژی پتانسیل الکتریکی به بار ذره در هر نقطه از میدان الکتریکی است.
- در بررسی انرژی پتانسیل الکتریکی و همچنین پتانسیل الکتریکی یک مرجع در نظر گرفته می‌شود که در آن انرژی پتانسیل الکتریکی صفر و در همان مرجع پتانسیل الکتریکی نیز صفر است و پتانسیل الکتریکی در هر نقطه از میدان خواهد شد: $V = \frac{U_E}{q}$

Scanned by CamScanner

- دقت شود پتانسیل الکتریکی از ویژگی‌های نقطه‌های فضا در حضور میدان الکتریکی است.
- پتانسیل الکتریکی کمیت نرده‌ای است و یکای آن ولت است.

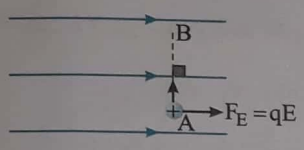
$$V=\frac{U_E}{q}\Rightarrow \text{ولت}=\frac{\text{ژول}}{\text{کولن}}$$



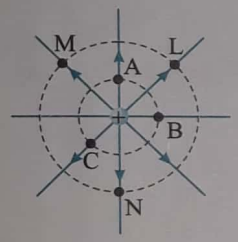
- تعریف دیگر پتانسیل الکتریکی: انرژی پتانسیل الکتریکی واحد بار مثبت در هر نقطه از میدان را پتانسیل الکتریکی گویند. در این صورت اگر واحد بار مثبت در شکل زیر از A به B برود انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش می‌یابد. از این‌رو پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد $V_B<V_A$.

در این صورت نتیجه می‌گیریم:

- هر گاه در جهت خط‌های میدان الکتریکی پیش رویم (از A به B) پتانسیل الکتریکی نقاط فضا کاهش می‌یابد و اگر در خلاف جهت خط‌های میدان (از B به A) پیش رویم، پتانسیل الکتریکی نقاط فضا افزایش می‌یابد.



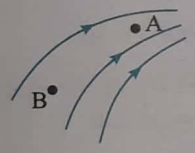
- اگر جابه‌جایی بین دو نقطه از میدان الکتریکی بر خط‌های میدان عمود باشد، حرکت بار مطابق شکل از A تا B به گونه‌ای است که نیروی میدان الکتریکی $F_E=qE$ بر جابه‌جایی d عمود بوده $(\theta=\frac{\pi}{2})$ و کار نیروی میدان الکتریکی صفر است. در این صورت تمام نقاط روی خط AB دارای پتانسیل الکتریکی یکسان هستند.



- در اطراف هر بار نقطه‌ای تمام نقاط واقع بر هر دایره‌ای به مرکز بار هم‌پتانسیل هستند.

$$(V_A=V_B=V_C)>(V_M=V_L=V_N)$$

- بار مثبت خودبه‌خود از پتانسیل الکتریکی بالاتر (مثبت‌تر) به پتانسیل الکتریکی پایین‌تر (منفی‌تر) شارش می‌کند.
- بار منفی خودبه‌خود از پتانسیل الکتریکی پایین‌تر (منفی‌تر) به پتانسیل الکتریکی بالاتر (مثبت‌تر) شارش می‌کند.



پرسش: در شکل مقابل پتانسیل و میدان در نقطه‌های A و B در مقایسه با هم چگونه‌اند؟

پاسخ: در نقطه‌ی A تراکم خط‌های میدان بیش‌تر است پس $E_A>E_B$، از B به A در جهت خطوط میدان جابه‌جایی صورت می‌گیرد پس: $V_A<V_B$ میدان در A بیشتر است ولی پتانسیل در B بیشتر است

تذکر مهم: در روابط اختلاف پتانسیل الکتریکی و پتانسیل الکتریکی، باید علامت بار قرار گیرد.

مثال: بار الکتریکی $q=-10\mu C$ از نقطه‌ای با پتانسیل الکتریکی $V_1=-20V$ تا نقطه‌ای با پتانسیل الکتریکی $V_2=+10V$ جابه‌جا می‌شود. انرژی پتانسیل الکتریکی بار چند ژول و چگونه تغییر می‌کند؟

پاسخ: با توجه به تعریف اختلاف پتانسیل الکتریکی:

$$V_2-V_1=\frac{\Delta U_E}{q_1}\Rightarrow\frac{\Delta U_E}{-10\times10^{-6}}=10-(-20)\Rightarrow\Delta U=-3\times10^{-4}J$$

انرژی پتانسیل بار کاهش می‌یابد.

تست۲۷: اختلاف پتانسیل الکتریکی پایانه‌های باتری خودرویی ۱۲V است. اگر در مدت ۵s بار الکتریکی ۴۰- کولن از پایانه‌ی منفی به پایانه‌ی مثبت جابه‌جا شود، انرژی پتانسیل الکتریکی چگونه تغییر می‌کند؟
(برگرفته از کتاب درسی)

۱) $4/8\times10^2J$ کاهش می‌یابد.
۲) $4/8\times10^2J$ افزایش می‌یابد.
۳) $2/4\times10^2J$ کاهش می‌یابد.
۴) $2/4\times10^2J$ افزایش می‌یابد.

پاسخ: با توجه به تعریف اختلاف پتانسیل می‌توان نوشت:

$$\Delta V=\frac{\Delta U_E}{q}\Rightarrow\Delta U_E=q\Delta V\Rightarrow\Delta U_E=q(V_+-V_-)\Rightarrow\Delta U_E=(-40)(12)=-4/8\times10^2J$$

بنابراین، انرژی پتانسیل الکتریکی این بار الکتریکی به اندازه $4/8\times10^2J$ کاهش یافته است.
بنابراین گزینه‌ی (۱) درست است.

Scanned by CamScanner

تست۲۸: در یک میدان الکتریکی، بار الکتریکی $۳/۵\times۱۰^{-۲}$ میکروکولن از نقطه‌ی A به نقطه‌ی B می‌رود. اگر کار انجام شده توسط میدان ۷×۱۰^{-۶} ژول باشد، از A به B پتانسیل الکتریکی چند ولت و چگونه تغییر کرده است؟

۱) ۵۰۰، کاهش ۲) ۱۰۰، کاهش ۳) ۵۰۰، افزایش ۴) ۲۰۰، کاهش

پاسخ: با توجه به توضیح مسأله داریم: $W_E=+۷\times۱۰^{-۶}J$، با استفاده از رابطه‌ی اختلاف پتانسیل الکتریکی، اختلاف پتانسیل بین این دو نقطه را محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta V=V_۲-V_۱=\frac{\Delta U_E}{q}=\frac{-W_E}{q}\Rightarrow V_B-V_A=-\frac{۷\times۱۰^{-۶}}{۳/۵\times۱۰^{-۲}\times۱۰^{-۶}}=-\frac{۷۰۰}{۳/۵}=-۲۰۰V$$

پس پتانسیل الکتریکی به اندازه‌ی ۲۰۰ ولت در جابه‌جایی از A به B، کاهش یافته است.
بنابراین گزینه‌ی (۴) درست است.

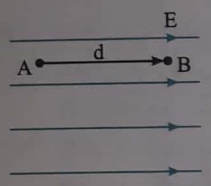
رابطه‌ی اختلاف پتانسیل دو نقطه و اندازه‌ی میدان الکتریکی یکنواخت

- بار الکتریکی q در میدان E به اندازه‌ی d جابه‌جا شده است (مطابق شکل). در این صورت کار انجام شده توسط میدان الکتریکی خواهد شد:

$$W_E=F_E d\cos\theta\Rightarrow W_E=|q|Ed\cos\theta$$

تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار برابر است با:

$$\Delta U_E=-W_E=-|q|Ed\cos\theta$$



اختلاف پتانسیل بین A و B خواهد شد:

$$\Delta V=\frac{\Delta U_E}{q}\Rightarrow\Delta V=-\frac{qEd\cos\theta}{q}$$

$$\Delta V=-Ed\cos\theta$$

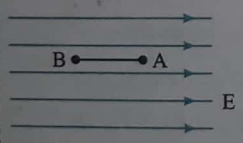
با صفر بودن زاویه‌ی θ اختلاف پتانسیل خواهد شد:

$$\Delta V=-Ed$$

در حالت کلی می‌توان نوشت:

$$|\Delta V|=Ed$$

- دقت کنید که $E=\frac{\Delta V}{d}$ است بنابراین یکای دیگر میدان الکتریکی $\frac{\text{ولت}}{\text{متر}}$ است.



تست۲۹: بار الکتریکی $q=-۴\mu C$ مطابق شکل، در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $۵\times۱۰^{۵}\frac{V}{m}$ رها می‌شود. در جابه‌جایی بار q از A تا B انرژی جنبشی بار، ۸ میلی‌ژول افزایش می‌یابد. مقدار V_B-V_A چند کیلوولت است؟ (سراسری ریاضی - ۸۹)

۱) ۲- ۲) ۲ ۳) ۲۰۰ ۴) ۲۰۰-

پاسخ: افزایش انرژی جنبشی بار، برابر کاهش انرژی پتانسیل الکتریکی آن است، پس $U_B-U_A=-۸mJ$. بنابر تعریف اختلاف پتانسیل بین دو نقطه داریم:

$$V_B-V_A=\frac{U_B-U_A}{q}=\frac{-۸\times۱۰^{-۳}}{-۴\times۱۰^{-۶}}=۲۰۰۰V=۲kV$$

بنابراین گزینه‌ی (۲) درست است.

مسأله ۲ در تست قبل فاصله‌ی A تا B چند سانتی‌متر است؟

راه‌حل: به سادگی می‌توان نوشت:

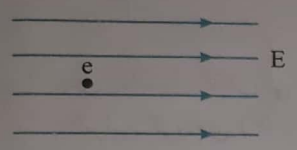
$$|\Delta V|=Ed\Rightarrow ۲\times۱۰^{۳}=۵\times۱۰^{۵}\times(AB)\Rightarrow AB=\frac{۲}{۵}\times۱۰^{-۲}m\Rightarrow AB=۰/۴cm$$

Scanned by CamScanner

۱۷۴- ذره‌ای با بار الکتریکی مثبت q را با سرعت ثابت در میدان الکتریکی یکنواخت $\vec{E}$، در خلاف جهت میدان و به موازات خط‌های میدان به اندازه‌ی d جابه‌جا می‌کنیم. در این صورت انرژی ..... بار q به اندازه‌ی Eqd ..... می‌یابد. (سراسری خارج از کشور ریاضی - ۸۶)

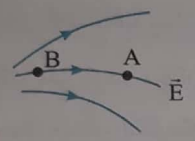
۱) جنبشی - افزایش ۲) جنبشی - کاهش ۳) پتانسیل الکتریکی - افزایش ۴) پتانسیل الکتریکی - کاهش

۱۷۵- مطابق شکل، یک الکترون را در یک میدان الکتریکی یکنواخت رها می‌کنیم. در این صورت الکترون به سمت ..... حرکت می‌کند و انرژی پتانسیل الکتریکی آن به تدریج ..... می‌یابد.



۱) راست - افزایش ۲) چپ - کاهش
۳) راست - کاهش ۴) چپ - افزایش

۱۷۶- مطابق شکل، اگر در میدان الکتریکی E بار مثبت آزمون را از A به B حرکت دهیم، انرژی پتانسیل آن چگونه تغییر می‌کند؟



۱) افزایش می‌یابد. ۲) کاهش می‌یابد.
۳) ثابت می‌ماند. ۴) پیوسته صفر باقی می‌ماند.

۱۷۷- ذره‌ای را که دارای بار مثبت است در یک نقطه درون میدان الکتریکی یکنواخت به حال سکون قرار می‌دهیم. کدام‌یک از گزینه‌های زیر با فرض چشم‌پوشی از اصطکاک‌ها، درست است؟

۱) ذره در جهت میدان حرکت می‌کند و انرژی پتانسیل الکتریکی آن افزایش می‌یابد.
۲) ذره در جهت میدان حرکت می‌کند و کاهش انرژی پتانسیل آن برابر افزایش انرژی جنبشی آن می‌شود.
۳) ذره در خلاف جهت میدان حرکت می‌کند و انرژی پتانسیل الکتریکی آن افزایش می‌یابد.
۴) ذره در خلاف جهت میدان حرکت می‌کند و کاهش انرژی پتانسیل آن برابر افزایش انرژی جنبشی آن می‌شود.

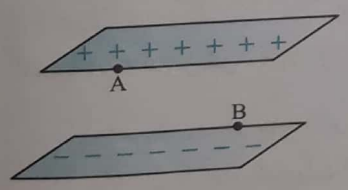
۱۷۸- بار q در یک میدان الکتریکی از نقطه‌ی A تا B جابه‌جا می‌شود. اگر انرژی پتانسیل بار در نقطه‌ی A، $4J$ و کار میدان برابر $+2/7J$ باشد. انرژی پتانسیل الکتریکی بار در نقطه‌ی B چند ژول است؟

۱) ۶/۷ ۲) ۱/۳ ۳) ۴ ۴) ۲/۷

۱۷۹- اگر بار الکتریکی منفی در جهت خطوط میدان الکتریکی حرکت کند و کار میدان الکتریکی W باشد، کدام گزینه درست است؟

۱) $W>0$ ۲) $W\le 0$ ۳) $W\ge 0$ ۴) $W<0$

۱۸۰- در شکل روبه‌رو، اگر نیروی وارد بر بار نقطه‌ای $(-q)$ و انرژی پتانسیل این بار را در نقطه‌ی A به‌ترتیب با F_A و U_A و همین کمیت‌ها را در نقطه‌ی B با F_B و U_B نشان دهیم، کدام رابطه درست است؟ (آزاد ریاضی - ۷۸)

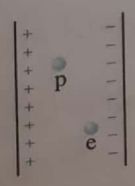


۱) $U_A>U_B$ و $F_A=F_B$ ۲) $U_A\le U_B$ و $F_A>F_B$
۳) $U_A\ge U_B$ و $F_A<F_B$ ۴) $U_A<U_B$ و $F_A=F_B$

۱۸۱- ذره‌ای با بار الکتریکی $0/5mC$ در یک میدان الکتریکی افقی یکنواخت به بزرگی $10^3\frac{N}{C}$ رها می‌کنیم. زمانی که انرژی جنبشی ذره $0/15$ ژول تغییر کند، ذره در راستای خط‌های میدان چند سانتی‌متر جابه‌جا می‌شود؟ (قلم‌چی)

۱) ۱۵ ۲) ۲۰ ۳) ۲۵ ۴) ۳۰

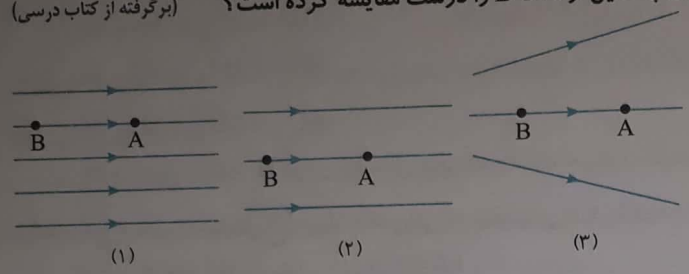
۱۸۲- با بارهای نشان داده شده در شکل، یک میدان الکتریکی یکنواخت درست کرده‌ایم. یک الکترون و یک پروتون در این میدان الکتریکی از حالت سکون رها می‌شوند. کدام گزینه درباره‌ی انرژی جنبشی زمان رسیدن به صفحه‌ی روبه‌رو برای این دو ذره درست است؟



۱) انرژی جنبشی الکترون بیش‌تر و زمان حرکت آن کم‌تر است.
۲) انرژی جنبشی الکترون کم‌تر و زمان حرکت آن نیز کم‌تر است.
۳) انرژی جنبشی هر دو برابر و زمان رسیدن الکترون به صفحه‌ی روبه‌رو کم‌تر است.
۴) انرژی جنبشی و زمان رسیدن به صفحه‌ی روبه‌رو برای هر دو یکسان است.

Scanned by CamScanner

۱۸۳- در شکل زیر سه آرایش خطوط میدان الکتریکی را نشان می‌دهد. در هر آرایش یک الکترون از حالت سکون در نقطه‌ی A رها می‌شود و سپس توسط میدان الکتریکی تا نقطه‌ی B شتاب می‌گیرد. نقطه‌های A و B در هر سه آرایش در فاصله‌های یکسانی از هم قرار دارند. کدام گزینه سرعت الکترون‌ها در نقطه B و قدرمطلق تغییرات انرژی پتانسیل از A تا B را درست مقایسه کرده است؟ (برگرفته از کتاب درسی)



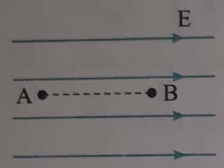
۱) $|\Delta U_1|<|\Delta U_2|<|\Delta U_3|$ ، $v_3<v_2<v_1$

۲) $|\Delta U_3|<|\Delta U_2|<|\Delta U_1|$ ، $v_1<v_2<v_3$

۳) $|\Delta U_2|<|\Delta U_3|<|\Delta U_1|$ ، $v_2<v_3<v_1$

۴) $|\Delta U_1|<|\Delta U_3|<|\Delta U_2|$ ، $v_1<v_3<v_2$

۱۸۴- در شکل روبه‌رو، در میدان الکتریکی یکنواخت $10^5\ \frac{N}{C}$، ذره‌ای با بار الکتریکی $-5\mu C$ در نقطه‌ی B بدون سرعت اولیه رها می‌شود. وقتی این ذره در مسیر مستقیم، ۲۰ سانتی‌متر جابه‌جا شده و به نقطه‌ی A می‌رسد، انرژی جنبشی آن چند ژول می‌شود؟ (از اثر گرانش و نیروهای مقاوم در مقابل حرکت ذره صرف‌نظر شود.) (سراسری ریاضی - ۹۴)



۱) ۰/۱

۲) ۰/۵

۳) ۰/۰۱

۴) ۰/۰۵

۱۸۵- دو صفحه‌ی رسانا که یکی دارای بار الکتریکی مثبت و دیگری دارای بار الکتریکی منفی است، روبه‌روی هم قرار دارند. بار الکتریکی $+45\ \mu C$ از مجاورت صفحه‌ی مثبت به طرف صفحه‌ی منفی حرکت می‌کند. در اثر این حرکت، انرژی پتانسیل الکتریکی آن $9\times10^{-4}\ J$ کاهش می‌یابد. اندازه‌ی اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو صفحه‌ی رسانا چند ولت است؟ (قلم‌چی)

$\Delta V = \frac{\Delta U}{q}$

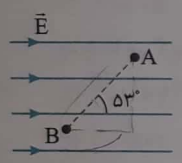
۱) 2×10^{-5}

۲) ۲۰

۳) 2×10^{-3}

۴) ۲۰۰

* ۱۸۶- بار الکتریکی $q=5\mu C$، مطابق شکل در میدان الکتریکی یکنواخت $2\times10^5\ \frac{N}{C}$ از A تا B جابه‌جا شده است، در اثر این جابه‌جایی، انرژی پتانسیل الکتریکی بار q ، ..... می‌یابد. $(AB=40cm)$ ①



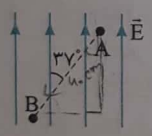
۱) ۰/۳۲J افزایش

۲) ۰/۳۲J کاهش

۳) ۰/۲۴J افزایش

۴) ۰/۲۴J کاهش

* ۱۸۷- بار الکتریکی $q=-100\mu C$ در میدان الکتریکی $4\times10^5\ \frac{N}{C}$ مطابق شکل از نقطه‌ی A تا B جابه‌جا شده است. در اثر این جابه‌جایی، انرژی پتانسیل الکتریکی بار q چگونه تغییر می‌کند؟ $(AB=60cm)$



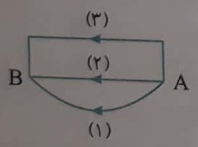
۱) ۱۹/۲ J، افزایش

۲) ۷/۲ J، افزایش

۳) ۱۹/۲ J، کاهش

۴) ۷/۲ J، کاهش

* ۱۸۸- بار نقطه‌ای q را در میدان الکتریکی بار Q از نقطه‌ی A به نقطه‌ی B از سه مسیر (۱)، (۲) و (۳) مطابق شکل انتقال می‌دهیم. اگر کار انجام شده توسط میدان الکتریکی به ترتیب W_1 ، W_2 و W_3 باشد، کدام رابطه‌ی زیر درست است؟ (آزاد تجربی - ۷۷)



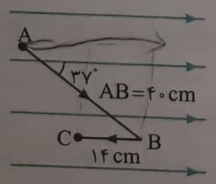
۱) $W_1=W_2=W_3$

۲) $W_1<W_2<W_3$

۳) $W_2<W_1<W_3$

۴) $W_1=W_3>W_2$

* ۱۸۹- در شکل روبه‌رو، بار الکتریکی $q=-2\mu C$ در میدان الکتریکی یکنواخت $5\times10^5\ \frac{N}{C}$ مسیر ABC را می‌پیماید. انرژی پتانسیل الکتریکی بار در کل مسیر چند ژول و چگونه تغییر کرده است؟ (BC موازی خط‌های میدان و $\sin 37^\circ = 0/6$ است.)



۱) ۰/۱۸ افزایش می‌یابد.

۲) ۰/۱۸ کاهش می‌یابد.

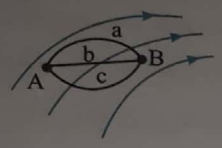
۳) ۰/۳۶ افزایش می‌یابد.

۴) ۰/۳۶ کاهش می‌یابد.

۱- تست‌های ستاره‌دار در برنامه‌ی رسمی کتاب درسی نیست هر چند که با تعریف کار در پایه‌ی دهم (فیزیک ۱) $W=Fd\cos\theta$ قابل بررسی و حل هستند.

Scanned by CamScanner

۱۹۰- در شکل روبه‌رو، بار q در میدان الکتریکی از سه مسیر از نقطه‌ی A به B می‌رود. اگر تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی در مسیر a، b و c به ترتیب ΔU_a، ΔU_b و ΔU_c باشد، کدام گزینه درست است؟



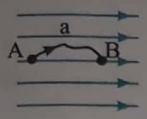
۱) $\Delta U_c > \Delta U_a > \Delta U_b$

۲) $\Delta U_c = \Delta U_b = \Delta U_a$

۳) $\Delta U_a < \Delta U_b = \Delta U_c$

۴) چون در نقطه‌ی B انرژی پتانسیل صفر شده است نمی‌توان اظهارنظر کرد.

۱۹۱- در شکل روبه‌رو، میدان الکتریکی در جابه‌جایی بار $q=+6\mu C$ از نقطه‌ی A تا B از مسیر a چند ژول است؟ ($AB=50cm$)



$|\vec{E}|=6\times10^{6}\ \frac{N}{C}$

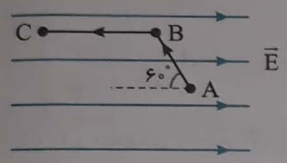
۱) ۱۸

۲) ۱۸-

۳) بیش‌تر از ۱۸

۴) قابل محاسبه نیست.

۱۹۲- مطابق شکل، بار الکتریکی $q=+8\mu C$ را در یک میدان الکتریکی یکنواخت $\vec{E}$ به بزرگی $5\times10^{5}\ \frac{N}{C}$ در مسیر ABC از نقطه‌ی A تا نقطه‌ی C جابه‌جا می‌کنیم. در این جابه‌جایی تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار چند ژول است؟ $(AB=\frac{BC}{2}=20\ cm\ ,\ \cos 60^\circ=\frac{1}{2})$ (قلم‌چی)



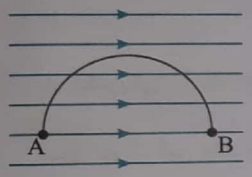
۱) ۲-

۲) ۰/۴-

۳) ۲

۴) ۰/۴

۱۹۳- مطابق شکل روبه‌رو، بار الکتریکی نقطه‌ای $q=2\mu C$ را در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $1000\ \frac{N}{C}$ بر روی نیم‌دایره‌ای به محیط 6π متر با تندی ثابت از نقطه‌ی A تا نقطه‌ی B جابه‌جا می‌کنیم، تغییرات انرژی پتانسیل بار الکتریکی چند ژول و چگونه است؟ (قلم‌چی)



۱) 24×10^{-3}، کاهش

۲) 24×10^{-3}، افزایش

۳) 12×10^{-3}، افزایش

۴) 12×10^{-3}، کاهش

اختلاف پتانسیل الکتریکی - پتانسیل الکتریکی

۱۹۴- اگر اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه مخالف صفر باشد، .....

۱) الزاماً هر دو نقطه دارای بار الکتریکی هستند ولی ممکن است همنام باشند.

۲) الزاماً یکی از نقاط دارای بار مثبت و دیگری دارای بار منفی است.

۳) حداقل در یکی از آن نقاط بار الکتریکی وجود دارد.

۴) ممکن است هر دو نقطه بدون بار الکتریکی باشند.

۱۹۵- اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه درون یک میدان الکتریکی کمیت ..... است که عامل شارش بار الکتریکی ..... از پتانسیل ..... به پتانسیل ..... است.

۱) نرده‌ای - مثبت - بیش‌تر - کم‌تر

۲) برداری - مثبت - بیش‌تر - کم‌تر

۳) نرده‌ای - منفی - بیش‌تر - کم‌تر

۴) برداری - منفی - کم‌تر - بیش‌تر

۱۹۶- اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه برابر تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی ..... در جابه‌جایی از نقطه‌ی اول تا نقطه‌ی دوم است.

۱) بار مثبت ۲) بار منفی ۳) یکای بار مثبت ۴) یکای بار منفی

۱۹۷- با حرکت بار الکتریکی مثبت در جهت میدان الکتریکی، پتانسیل الکتریکی ..... می‌یابد و کار انجام شده توسط میدان بر روی آن ..... است.

۱) افزایش- مثبت ۲) افزایش- منفی ۳) کاهش- مثبت ۴) کاهش- منفی

۱۹۸- اختلاف پتانسیل بین دو نقطه، مقدار ثابت $400V$ است. با صرف $0/02J$ انرژی، چند کولن الکتریسیته را می‌توان از یک نقطه به نقطه‌ی دیگر منتقل کرد؟

۱) ۰/۵ ۲) 2×10^{4} ۳) 5×10^{-5} ۴) ۰/۲

Scanned by CamScanner

۱۹۹- اگر اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه برابر ۵ ولت باشد، چند ژول انرژی مصرف می‌شود تا 10^{8} الکترون بین این دو نقطه جابه‌جا شود؟ (بار الکتریکی هر الکترون $1/6\times10^{-19}$ کولن است.)

۱) 8×10^{-12} ۲) 8×10^{-11} ۳) $3/2\times10^{-11}$ ۴) $3/2\times10^{-12}$

۲۰۰- بار الکتریکی $q=-2\mu C$ از نقطه‌ای با پتانسیل الکتریکی $V_1=-40V$ تا نقطه‌ای با پتانسیل الکتریکی $V_2=-10V$ جابه‌جا می‌شود. انرژی پتانسیل بار چند ژول و چگونه تغییر می‌کند؟ (سراسری ریاضی- ۸۷)

۱) 10^{-4}، کاهش ۲) 10^{-4}، افزایش ۳) 6×10^{-5}، افزایش ۴) 6×10^{-5}، کاهش

۲۰۱- یک الکترون را در یک میدان الکتریکی رها می‌کنیم تا از نقطه‌ی A به نقطه‌ی B برود. در نتیجه‌ی این جابه‌جایی، انرژی جنبشی الکترون $12/8\times10^{-19}$ ژول افزایش می‌یابد. اختلاف پتانسیل بین دو نقطه‌ی A و B چند ولت است؟ $(e=1/6\times10^{-19}C)$

۱) ۰/۲۵ ۲) ۰/۵ ۳) ۴ ۴) ۸

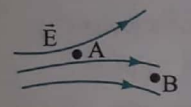
۲۰۲- در انتقال بار نقطه‌ای $-30\mu C$ از نقطه‌ی A به نقطه‌ی B، کار میدان الکتریکی $-6mJ$ است. اگر $V_A=400V$ باشد، پتانسیل نقطه‌ی B چند ولت است؟

۱) ۲۰۰ ۲) ۳۰۰ ۳) ۴۰۰ ۴) ۶۰۰

۲۰۳- بار الکتریکی ۵- میلی کولنی، از نقطه‌ی A به پتانسیل الکتریکی ۲ ولت به نقطه‌ی B منتقل می‌شود. اگر در این جابه‌جایی کار نیروی میدان الکتریکی ۵ میلی‌ژول باشد، پتانسیل نقطه‌ی B چند ولت است؟ (سراسری تجربی- ۹۰)

۱) ۱ ۲) ۳ ۳) ۱۰ ۴) ۳۰

۲۰۴- شکل روبه‌رو خطوط میدان الکتریکی را در قسمتی از فضا نشان می‌دهد. پتانسیل الکتریکی نقطه‌ی A نسبت به پتانسیل الکتریکی نقطه‌ی B ..... و در انتقال بار مثبت q از B تا A، انرژی پتانسیل آن ..... می‌یابد.



۱) بزرگ‌تر- افزایش ۲) بزرگ‌تر- کاهش

۳) کوچک‌تر- کاهش ۴) کوچک‌تر- افزایش

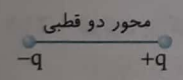
۲۰۵- ذره‌ای به جرم $5\times10^{-9}kg$ و بار الکتریکی $-1/6\times10^{-8}C$ را بدون سرعت اولیه در نقطه‌ای به پتانسیل الکتریکی $-140V$ قرار می‌دهیم. وقتی این ذره به نقطه‌ای به پتانسیل الکتریکی $20V$ می‌رسد، تندی‌اش چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۳۲۰ ۲) ۳/۲ ۳) ۳۲ ۴) ۳۲۰۰

۲۰۶- پتانسیل یک نقطه در میدان الکتریکی برابر ..... در آن نقطه است.

۱) انرژی یکای بار ۲) نیروی وارد بر یکای بار ۳) انرژی بار آزمون ۴) نیروی وارد بر بار آزمون

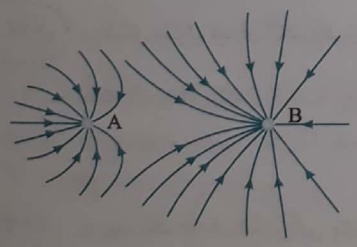
۲۰۷- مطابق شکل هرگاه بار منفی q_0 روی محور دو قطبی الکتریکی از بار $-q$ به سوی بار $+q$ برود، انرژی پتانسیل آن چگونه تغییر می‌کند؟



۱) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد. ۲) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

۳) همواره افزایش می‌یابد. ۴) همواره کاهش می‌یابد.

۲۰۸- در شکل روبه‌رو خطوط میدان الکتریکی دو بار نقطه‌ای A و B رسم شده است. اگر از نقطه‌ی A به نقطه‌ی B برویم، پتانسیل الکتریکی چگونه تغییر می‌کند؟



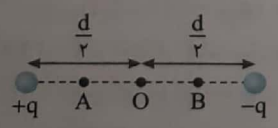
۱) کاهش می‌یابد.

۲) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

۳) افزایش می‌یابد.

۴) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

۲۰۹- در دو قطبی الکتریکی زیر، با حرکت یک ذره‌ی باردار منفی از نقطه‌ی A به سمت نقطه‌ی B با سرعت ثابت، پتانسیل الکتریکی نقاط، اندازه‌ی میدان الکتریکی و انرژی پتانسیل الکتریکی ذره به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟ (قلم‌چی)



۱) کاهش - ابتدا کاهش، سپس افزایش - افزایش

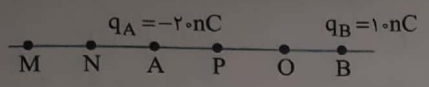
۲) کاهش - ابتدا افزایش، سپس کاهش - افزایش

۳) افزایش - کاهش - کاهش

۴) کاهش - افزایش - افزایش

Scanned by CamScanner

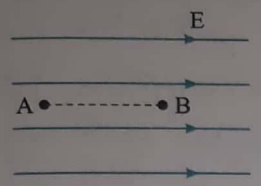
۲۱۰- بارهای نقطه‌ای q_1 و q_2 به ترتیب در نقاط A و B قرار دارند. کدام گزینه در مورد مقایسه الکتریکی در نقاط O، P، N و M درست است؟ (گزینه دو)



۱) $V_P > V_O$ ، $V_M > V_N$ ۲) $V_P > V_O$ ، $V_M < V_N$

۳) $V_P < V_O$ ، $V_M > V_N$ ۴) $V_P < V_O$ ، $V_M < V_N$

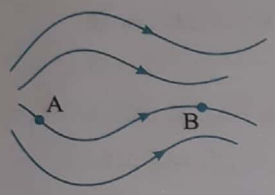
۲۱۱- در شکل روبه‌رو، در میدان الکتریکی یکنواخت $10^5 \frac{N}{C}$، ذره‌ای با بار الکتریکی $q = -5\mu C$ در نقطه‌ی B بدون سرعت اولیه رها می‌شود. وقتی این ذره در مسیر مستقیم، ۲۰ سانتی‌متر جابه‌جا شده و به نقطه‌ی A می‌رسد، انرژی جنبشی آن چند ژول می‌شود؟ (از اثر گرانش و نیروهای مقاوم در مقابل حرکت ذره صرف‌نظر شود.) (سراسری خارج از کشور ریاضی - ۹۴)



۱) ۰/۱ ۲) ۰/۵

۳) ۰/۰۱ ۴) ۰/۰۵

۲۱۲- شکل زیر، خط‌های میدان الکتریکی غیر یکنواختی را نشان می‌دهد. اگر $V_A = 10V$ و $|V_B| = 12V$ باشد و بار الکتریکی $q = -5\mu C$ را از نقطه‌ی B رها کنیم تا به نقطه‌ی A برسد، تغییر انرژی جنبشی بار q چند میکروژول است؟ (قلم‌چی)



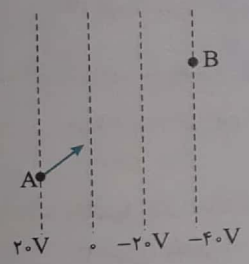
۱) ۱۰ ۲) ۱۱۰-

۳) ۱۱۰ ۴) ۱۰-

۲۱۳- در یک فضا میدان الکتریکی ثابت و یکنواخت برقرار است. ذره‌ای با بار الکتریکی منفی را در نقطه‌ای از این فضا از حال سکون رها می‌کنیم. تا زمانی که ذره تحت اثر میدان الکتریکی در این فضا جابه‌جا می‌شود، به سمت مکان‌هایی با پتانسیل الکتریکی ..... می‌رود و انرژی پتانسیل الکتریکی آن ..... می‌یابد. (از وزن ذره صرف نظر شود.) (سراسری خارج از کشور ریاضی - ۹۳)

۱) کم‌تر - افزایش ۲) کم‌تر - کاهش ۳) بیش‌تر - افزایش ۴) بیش‌تر - کاهش

۲۱۴- در شکل مقابل، پتانسیل الکتریکی نقاط مختلف یک میدان الکتریکی یکنواخت مشخص شده است. اگر ذره‌ای به جرم ۳g و بار الکتریکی $400\mu C$ با تندی $3 \frac{m}{s}$ از نقطه‌ی A وارد فضای میدان الکتریکی شود و در ادامه‌ی مسیر خود از نقطه‌ی B عبور کند، تندی این ذره در نقطه‌ی B چند متر بر ثانیه است؟ (از نیروی وزن وارد بر ذره صرف‌نظر می‌شود.)



۱) ۳ ۲) ۴

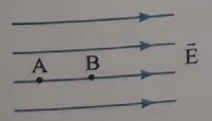
۳) ۵ ۴) ۲

رابطه‌ی اختلاف پتانسیل دو نقطه و اندازه‌ی میدان الکتریکی یکنواخت

۲۱۵- نیوتون بر کولن معادل کدام یکا است؟ (سراسری ریاضی - ۷۵)

۱) ژول بر متر ۲) متر بر ولت ۳) ولت بر کولن ۴) ولت بر متر

۲۱۶- در شکل مقابل، میدان الکتریکی یکنواخت $E = 3000 \frac{N}{C}$ و فاصله‌ی AB برابر با ۲ cm است. اگر پتانسیل نقاط A و B را به ترتیب با V_A و V_B نشان دهیم، $V_A - V_B$ چند ولت است؟ (سراسری ریاضی - ۸۱)



۱) ۶۰۰۰- ۲) ۶۰۰۰

۳) ۶۰- ۴) ۶۰

۲۱۷- درون یک میدان الکتریکی یکنواخت، بار الکتریکی $q = +2\mu C$ از نقطه‌ی A تا نقطه‌ی B جابه‌جا می‌شود. اگر کار نیروی الکتریکی در این انتقال، برابر $+5\times10^{-5} J$ باشد، تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار q چند ژول است و $V_B - V_A$ برابر با چند ولت است؟ (سراسری ریاضی - ۹۶)

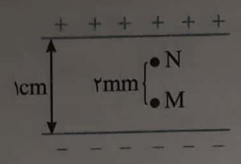
۱) -5×10^{-5} و ۲۵- ۲) -5×10^{-5} و ۲۵+ ۳) $+5\times10^{-5}$ و ۲۵- ۴) $+5\times10^{-5}$ و ۲۵+

۲۱۸- اگر اختلاف پتانسیل بین دو صفحه‌ی رسانای موازی ۲۰۰ ولت و فاصله‌ی بین آن دو صفحه ۴ میلی‌متر باشد، بزرگی میدان الکتریکی بین آن دو صفحه، چند نیوتون بر کولن است؟

۱) ۵۰ ۲) ۵۰۰ ۳) ۵۰۰۰ ۴) ۵۰۰۰۰

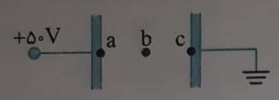
Scanned by CamScanner

۲۱۹- در شکل روبه‌رو، فاصله‌ی بین دو صفحه‌ی رسانای باردار، ۱cm و اختلاف پتانسیل بین آن‌ها ۱۰۰V است. اگر بار الکتریکی $q_0 = -3\mu C$ از نقطه‌ی M تا نقطه‌ی N جابه‌جا شود، تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی آن چگونه است؟



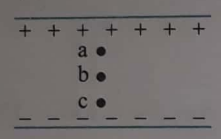
۱) ۶۰μJ کاهش می‌یابد.
۲) ۶۰μJ افزایش می‌یابد.
۳) ۴۰μJ کاهش می‌یابد.
۴) ۴۰μJ افزایش می‌یابد.

۲۲۰- در شکل روبه‌رو، پتانسیل الکتریکی نقطه‌ی b که در وسط دو صفحه‌ی رسانای موازی قرار دارد، چند ولت است؟



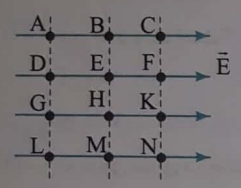
۱) ۵۰
۲) −۵۰
۳) ۲۵
۴) −۲۵

۲۲۱- در شکل روبه‌رو سه نقطه در میدان الکتریکی یکنواختی مشخص شده است. کدام گزینه در مورد مقایسه‌ی پتانسیل نقطه‌های a ، b و c درست است؟ (سراسری ریاضی - ۷۳)



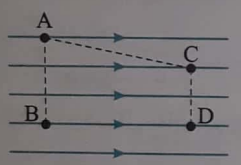
۱) $V_a = V_b = V_c$
۲) $V_a > V_b > V_c$
۳) $V_a < V_b < V_c$
۴) $V_b = V_a + V_c$

۲۲۲- در شکل روبه‌رو، میدان الکتریکی یکنواختی رسم شده است. نقطه‌های هم‌پتانسیل در کدام گزینه درست بیان شده‌اند؟



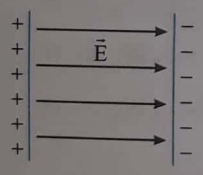
۱) A , B , C
۲) A , D , G , L
۳) A , E , K
۴) M , L

۲۲۳- در شکل روبه‌رو میدان الکتریکی یکنواخت $\vec{E}$ نشان داده شده است. AB و CD بر راستای میدان عمود هستند، در این صورت، .....



۱) $V_B - V_A = V_A - V_D$
۲) $V_A - V_B \neq V_D - V_C$
۳) $V_A - V_D = V_B - V_C$
۴) $V_A = V_D$ و $V_B = V_C$

۲۲۴- مطابق شکل دو صفحه‌ی رسانا با بارهای هم‌اندازه و ناهمنام در فاصله‌ی ۳cm از یک‌دیگر قرار گرفته‌اند و میدان الکتریکی یکنواخت $\vec{E}$ به بزرگی $15\frac{kV}{m}$ بین دو صفحه ایجاد شده است. اگر پروتونی را از کنار صفحه‌ی با بار مثبت رها کنیم، سرعت آن هنگامی که به صفحه‌ی با بار منفی می‌رسد، چند متر بر ثانیه است؟ (بار پروتون: $e_p = 1/6\times10^{-19}C$ و جرم پروتون: $m_p = 2\times10^{-27}kg$)

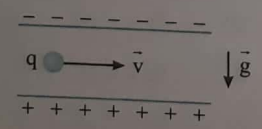


۱) 12×10^4
۲) $12\sqrt{5}\times10^4$
۳) 4×10^4
۴) $4\sqrt{5}\times10^4$

۲۲۵- در یک میدان الکتریکی یکنواخت، ذره‌ی بارداری به جرم ۰/۱ گرم، از نقطه‌ای به پتانسیل الکتریکی ۱۰۰+ ولت از حال سکون به حرکت درمی‌آید و با سرعت ۱۰ متر بر ثانیه به نقطه‌ی دیگری به پتانسیل الکتریکی ۱۰۰− ولت می‌رسد. اگر در این مسیر نیروی مؤثر بر ذره فقط حاصل از میدان الکتریکی باشد، بار الکتریکی ذره چند میکروکولن است؟ (سراسری خارج از کشور ریاضی - ۹۵)

۱) ۲/۵
۲) ۴
۳) ۲۵
۴) ۴۰

۲۲۶- مطابق شکل، یک ذره با بار الکتریکی $+5\mu C$ و جرم ۰/۴g با سرعت ثابت و افقی از بین دو صفحه‌ی رسانای افقی و موازی با بارهای الکتریکی هم‌اندازه و ناهمنام که فاصله‌ی آن‌ها از هم ۲cm است، به طور افقی عبور می‌کند. اندازه‌ی اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو صفحه‌ی رسانا چند ولت است؟ $(g = 10\frac{m}{s^2})$ (قلم‌چی)



۱) ۸
۲) ۴
۳) ۱۶
۴) ۳۲

Scanned by CamScanner

۲۲۷- کدام گزینه الزاماً درست است؟

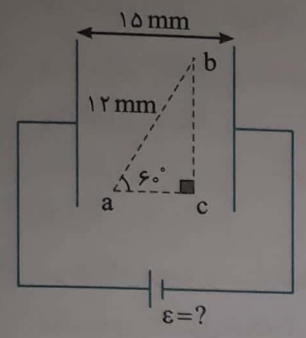
۱) هرگاه در میدان الکتریکی حرکت کنیم، پتانسیل الکتریکی تغییر می‌کند.

۲) اگر در میدان الکتریکی حرکت کنیم انرژی پتانسیل الکتریکی تغییر می‌کند.

۳) اگر بار الکتریکی را در میدان الکتریکی حرکت دهیم، انرژی پتانسیل الکتریکی آن عوض می‌شود.

۴) هیچ‌کدام

۲۲۸- در شکل روبه‌رو، دو صفحه‌ی رسانا به مولدی متصل و باردار هستند. اگر اختلاف پتانسیل بین دو نقطه‌ی a و b، ۱۵ ولت باشد، نیروی محرکه‌ی مولد چند ولت است؟



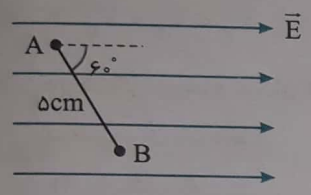
۱) ۳۷/۵

۲) ۳۰

۳) ۲۵

۴) ۱۸

* ۲۲۹- مطابق شکل روبه‌رو، میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $۴\times۱۰^{۳}\ \frac{N}{C}$ مفروض می‌باشد. اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه‌ی A و B $(V_A - V_B)$ به فاصله‌ی ۵ سانتی‌متر از هم، چند ولت است؟



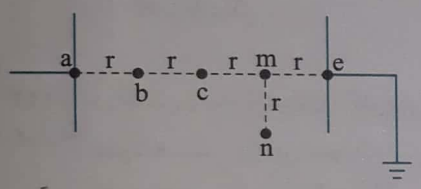
۱) ۱۰۰

۲) $۱۰۰\sqrt{۳}$

۳) -۱۰۰

۴) $-۱۰۰\sqrt{۳}$

۲۳۰- در شکل مقابل دو صفحه‌ی فلزی طوری مقابل هم قرار دارند که میدان الکتریکی یکنواختی بین آن‌ها تشکیل شده است. اگر $V_n - V_b = ۵V$ باشد، پتانسیل نقطه‌ی a برابر چند ولت است؟



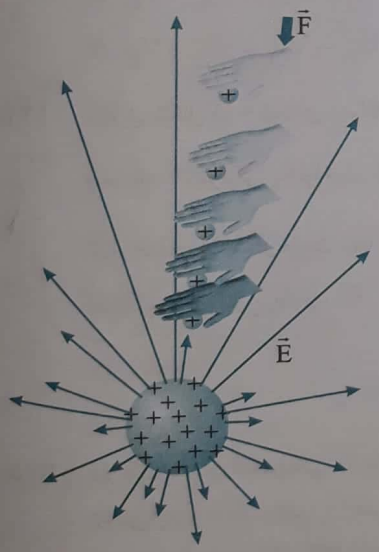
۱) ۱۰

۲) ۲۰

۳) -۱۰

۴) -۲۰

۲۳۱- در شکل مقابل نیروی دست، بار q+ را در جهت نشان داده شده جابه‌جا می‌کند. اگر بار پیش و پس از حرکت ساکن باشد، کدام یک از گزینه‌های زیر درست است؟



۱) $\Delta U_E > ۰$ و $\Delta V > ۰$ و $W_E < ۰$

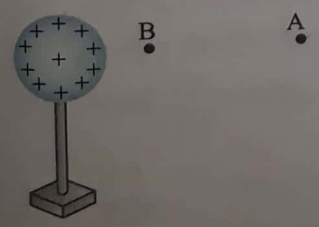
۲) $\Delta U_E < ۰$ و $\Delta V < ۰$ و $W_E > ۰$

۳) $\Delta U_E < ۰$ و $\Delta V > ۰$ و $W_E < ۰$

۴) $\Delta U_E > ۰$ و $\Delta V < ۰$ و $W_E > ۰$

۲۳۲- در شکل زیر، کره‌ای با بار مثبت، روی پایه‌ی عایقی قرار دارد. شخصی در میدان الکتریکی حاصل از این کره، ذره‌ی باردار مثبت را با سرعت ثابت در راستای افقی از نقطه‌ی B تا A جابه‌جا می‌کند. اگر کار شخص در این میدان W و کار نیروی حاصل از میدان W' و اختلاف پتانسیل الکتریکی $V_A - V_B = \Delta V$ باشد، کدام رابطه درست است؟

(سراسری ریاضی خارج - ۹۶)



۱) $\Delta V > ۰, W' > ۰, W < ۰$

۲) $\Delta V < ۰, W' > ۰, W < ۰$

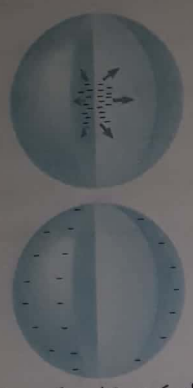
۳) $\Delta V > ۰, W' < ۰, W > ۰$

۴) $\Delta V < ۰, W' < ۰, W > ۰$

Scanned by CamScanner

بخش پنجم: توزیع بار الکتریکی در اجسام رسانا

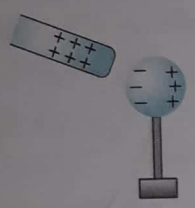
- همان‌گونه که گفته شد، رسانا دارای الکترون آزاد است.
- فاراده با یک آزمایش نشان داد هرگاه به رسانای منزوی بار اضافی داده شود این بار روی سطح خارجی رسانا پخش می‌شود.



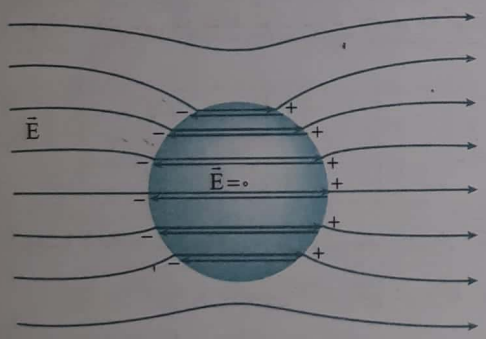
وقتی بارها درون یک رسانای کروی قرار می‌گیرند، یکدیگر را می‌رانند و به سرعت به سمت سطح کره شتاب می‌گیرند.

رسانای خنثی در میدان الکتریکی خارجی

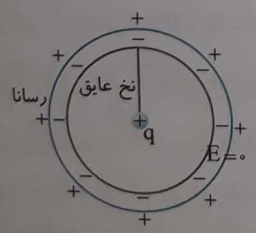
- القای بار الکتریکی: در قسمت اول این فصل بیان شد که هرگاه به یک رسانا یک جسم باردار نزدیک کنیم به دلیل وجود الکترون آزاد در رسانا، القا صورت می‌گیرد یعنی در رسانا بار القایی مثبت و منفی مطابق شکل ایجاد می‌شود.



- القا همواره به گونه‌ای است که سبب ربایش رسانا به سوی جسم باردار می‌شود. اگر به شکل دقت کنید بار الکتریکی ناهمنام رسانا و جسم باردار به هم نزدیک‌تر بوده، ربایش بارهای ناهمنام از رانش بارهای همنام قوی‌تر است.
- در القای الکتریکی، بنا به پایستگی بار، بارهای مثبت و منفی القاشده برابرند.
- وقتی یک رسانای خنثی در یک میدان الکتریکی قرار گیرد، الکترون‌های آزاد رسانا به گونه‌ای در سطح خارجی آرایش می‌یابند که اثر میدان خارجی را درون رسانا خنثی کنند. در نتیجه **میدان الکتریکی خالص درون رسانا صفر است.**



تذکر: اگر بار اضافی به یک رسانا چه توپر و چه توخالی داده شود، بار روی سطح خارجی رسانا توزیع می‌شود. اما اگر درون یک رسانای خنثی و توخالی که اصطلاحاً به آن پوسته رسانا می‌گویند قرار گیرد، در اثر القای الکتریکی بارهای ناهمنام در سطح درونی و بارهای همنام در سطح خارجی آن (مطابق شکل) ایجاد می‌شود و در ضخامت پوسته رسانا میدان الکتریکی صفر است.



میدان و پتانسیل الکتریکی درون و روی سطح رسانا

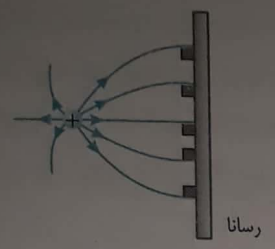
- اگر به رسانا بار اضافی داده شود و یا رسانا در یک میدان خارجی، در اثر القا، بار القایی به‌دست آورد، در مدت زمان بسیار کوتاهی (از مرتبه‌ی $10^{-9}s$) میدان درون رسانا صفر می‌شود.

پرسش: چرا در حالت تعادل الکتروستاتیکی میدان الکتریکی درون رسانا صفر می‌شود؟

پاسخ: اگر میدان الکتریکی صفر نباشد، این میدان بر بارهای آزاد رسانا نیرو وارد می‌کند و سبب حرکت بارها و برقراری جریان می‌شود که چنین جریانی مشاهده نمی‌شود.

Scanned by CamScanner

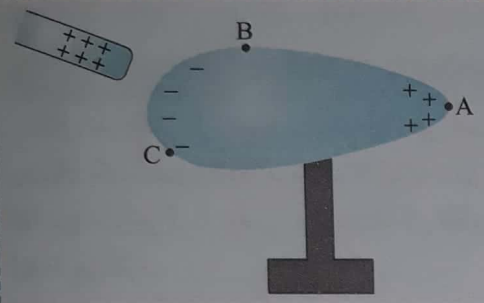
- خط‌های میدان الکتریکی در تعادل الکتروستاتیکی بر سطح رسانا عمودند.
- میدان درون رسانا صفر است و خطوط میدان در سطح رسانا بر سطح رسانا عمود هستند، بنابراین درون و روی سطح رسانا اگر بار جابه‌جا شود کار نیروی میدان الکتریکی وارد بر بار صفر است و تغییر انرژی پتانسیل بار نیز صفر خواهد بود، بنابراین از درون تا سطح رسانا، پتانسیل یکسان است.
- سطح فلز، سطح هم‌پتانسیل است.



خط‌های میدان یک بار نقطه‌ای در مجاورت یک صفحه رسانای بدون بار (دقت کنید که خط‌ها بر صفحه عمودند.)

$$\Delta U = -W_E$$
$$\Delta V = \frac{\Delta U_E}{q} \xrightarrow{W_E = 0} \Delta V = 0$$

تست ۳۰: در شکل روبه‌رو به یک فلز بدون بار که روی پایه‌ی عایقی قرار دارد، یک میله‌ی باردار نزدیک کرده‌ایم، در سه نقطه A، B و C در سطح خارجی این فلز، پتانسیل الکتریکی چگونه است؟



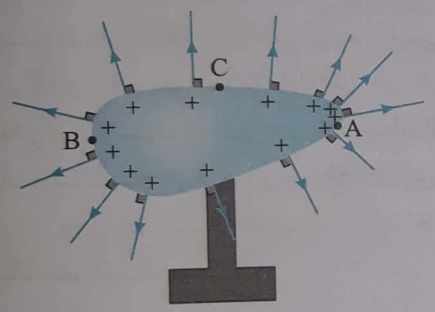
۱) $V_A > V_B > V_C$ ۲) $V_A < V_B < V_C$

۳) $V_A = V_B = V_C$ ۴) $V_B = 0, V_C < V_A$

پاسخ: در تعادل الکتروستاتیکی تمام نقاط درون و روی سطح رسانا هم‌پتانسیل هستند و گزینه‌ی (۳) درست است.

- همان‌طور که گفته شد در رسانا، بار الکتریکی روی سطح خارجی پخش می‌شود و تراکم بار در نقاط نوک‌تیز سطح جسم از بقیه نقاط بیش‌تر است.
- میدان الکتریکی در نقاط نوک‌تیزتر جسم دوکی‌شکل قوی‌تر است.

$$E_A > E_B > E_C$$



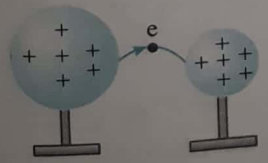
تست ۳۱: به جسم رسانای شکل زیر، مقداری بار الکتریکی می‌دهیم. بعد از آن که جسم به تعادل الکتروستاتیکی رسید، .....

۱) تراکم بار و پتانسیل الکتریکی در نقاط نوک‌تیز، بیش‌تر است.
۲) تراکم بار در نقاط نوک‌تیز بیش‌تر و پتانسیل الکتریکی این نقاط کم‌تر است.
۳) تراکم در نقاط مختلف یکسان و پتانسیل الکتریکی در نقاط نوک‌تیز بیش‌تر است.
۴) تراکم در نقاط نوک‌تیز بیش‌تر و پتانسیل الکتریکی در تمام نقاط یکسان است.

پاسخ: در شرایط تعادل الکتروستاتیکی، سطح رسانای یک جسم هم‌پتانسیل شده و پتانسیل الکتریکی تمام نقاط آن یکسان است. در این شرایط تراکم بار در نقاط نوک‌تیز جسم رسانا، از سایر نقاط آن بیش‌تر است. بنابراین گزینه‌ی (۴) درست است.

اتصال دو کره‌ی رسانای باردار

- اگر دو کره‌ی رسانا با بار یکسان و شعاع متفاوت را با یک سیم رسانا به هم وصل کنیم، به دلیل تراکم بار در کره‌ی کوچک‌تر، بار از آن کره به کره‌ی بزرگ‌تر شارش می‌کند و در نهایت دو کره هم‌پتانسیل می‌شوند. در این صورت کره‌ی کوچک‌تر دارای بار کم‌تری خواهد شد و اگر دو جسم کروی به هم متصل شده را یک جسم فرض کنیم، همان‌گونه که می‌دانیم در یک جسم باردار، در قسمت نوک تیزتر (با شعاع انحنای کم‌تر)، تراکم بار بیش‌تر است پس کره‌ی کوچک‌تر همچنان دارای تراکم بار بیش‌تری است.



Scanned by CamScanner

نتیجه این که:

* قبل از تماس این دو کره:

- پتانسیل کره کوچک‌تر بیش‌تر بوده که بار مثبت از آن به کره‌ی بزرگ‌تر رفته است.

- تراکم بار کره‌ی کوچک‌تر نیز بیش‌تر بوده زیرا بارها هم‌اندازه و سطح کره‌ی کوچک‌تر، کم‌تر است.

* بعد از تماس و برقراری تعادل الکتروستاتیکی:

- بار کره‌ی بزرگ‌تر بیش‌تر می‌شود: $q'_2 > q'_1$

- دو کره هم‌پتانسیل می‌شوند: $V'_2 = V'_1$

- تراکم بار در کره کوچک‌تر هم‌چنان بیش‌تر می‌ماند:

- اگر دو کره مشابه باشند خواهیم داشت: $q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2}$

پرسش‌های چهار گزینه‌ای بخش پنجم

میدان الکتریکی - پتانسیل الکتریکی رسانا

۲۳۳- کدام‌یک از گزینه‌های زیر در حالت تعادل الکتریکی نادرست است؟

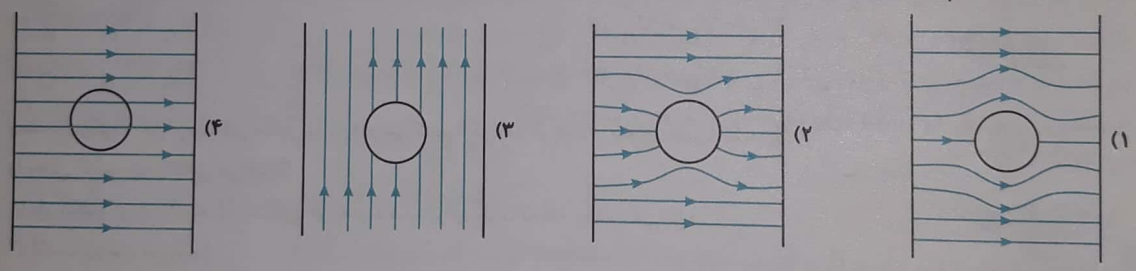
۱) میدان الکتریکی درون یک جسم رسانای بدون بار الکتریکی واقع در میدان الکتریکی برابر صفر است.

۲) میدان الکتریکی درون یک جسم رسانا که دارای بار الکتریکی است و در میدان الکتریکی قرار دارد، برابر صفر می‌باشد.

۳) میدان الکتریکی درون یک جسم رسانای توپر تحت هر شرایطی صفر است.

۴) میدان الکتریکی درون یک جسم رسانا بسته به شرایط مختلف ممکن است صفر یا غیرصفر باشد.

۲۳۴- در شکل‌های زیر خط‌های میدان الکتریکی را در ناحیه‌ی بین دو تیغه‌ی فلزی مشاهده می‌کنید. کره‌ای فلزی بین دو تیغه قرار دارد، شکل درست میدان کدام است؟



۲۳۵- چه تعداد از گزاره‌های زیر در مورد شرایط یک رسانا پس از توزیع بار الکتریکی روی سطح آن درست است؟

الف) نقاط مختلف درون آن هم پتانسیل‌اند.

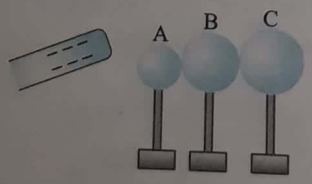
ب) در صورتی‌که جسم نوک‌تیز باشد پتانسیل در نقاط نوک‌تیز بیش‌تر می‌شود.

پ) در صورتی‌که جسم نوک‌تیز باشد میدان در نقاط نوک‌تیز بیش‌تر می‌شود.

ت) میدان الکتریکی خالص مخالف صفری درون آن وجود دارد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۳۶- مطابق شکل سه گوی فلزی بدون بار A، B و C که روی پایه‌های عایق هستند، در تماس با هم قرار دارند. اگر یک میله‌ی باردار با بار منفی را به گوی A نزدیک کنیم و پس از تعادل الکتروستاتیکی ابتدا گوی‌ها را از هم جدا کرده و سپس میله‌ی باردار را از گوی A دور کنیم، کدام گزینه درست است؟ (E میدان داخل رسانا)



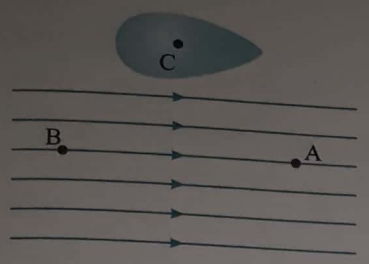
۱) $E_A = E_B = E_C \neq 0$

۲) $E_A > E_B > E_C$

۳) $E_A < E_B < E_C$

۴) $E_A = E_B = E_C = 0$

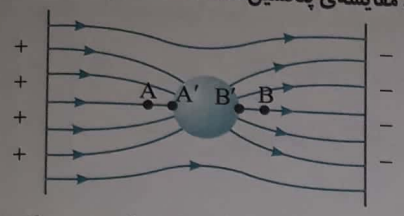
Scanned by CamScanner



۲۳۷- یک جسم دوکی‌شکل رسانای بدون بار را در میدان الکتریکی یکنواخت شکل روبه‌رو قرار می‌دهیم. پس از تعادل الکتروستاتیکی میدان در نقاط A و B بیرون جسم و نقطه‌ی C درون جسم چگونه است؟

۱) $E_A > E_C > E_B$
۲) $E_A = E_C = E_B$
۳) $E_B < E_A , E_C = ۰$
۴) $E_A < E_C < E_B$

۲۳۸- جسم رسانایی را در میدان یکنواختی قرار می‌دهیم. پس از تعادل الکتروستاتیکی کدام گزینه در مورد مقایسه‌ی پتانسیل نقاط مختلف درست است؟



۱) $V_B > V_{B'} > V_{A'} > V_A$
۲) $V_B < V_{B'} < V_{A'} < V_A$
۳) $V_B < V_{B'} = V_{A'} < V_A$
۴) $V_A < V_{B'} = V_{A'} < V_B$

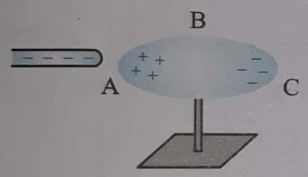
۲۳۹- کره‌ی رسانای بارداری را در نظر بگیرید. کدام گزینه در مورد میدان الکتریکی و پتانسیل الکتریکی نقاط مختلف کره وقتی درون کره از نقاط نزدیک سطح به طرف مرکز کره برویم، درست است؟

۱) هر دو ثابت می‌مانند.
۲) هر دو کاهش می‌یابند.
۳) میدان ثابت می‌ماند و پتانسیل کاهش می‌یابد.
۴) میدان کاهش می‌یابد و پتانسیل ثابت می‌ماند.

۲۴۰- کره‌ی رسانایی که دارای بار الکتریکی است روی پایه‌ی نارسانایی قرار دارد. اگر این کره توسط یک رشته سیم مسی به زمین متصل شود، بار الکتریکی منفی از زمین به آن منتقل می‌شود. در این صورت پتانسیل کره قبل و بعد از وصل به زمین به ترتیب عبارت است از .....

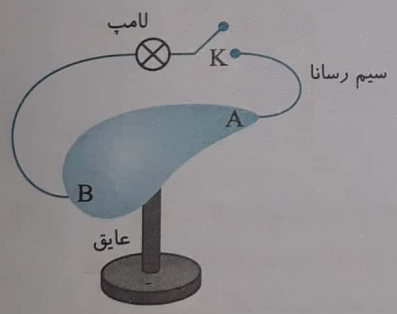
۱) مثبت، صفر
۲) مثبت، منفی
۳) منفی، مثبت
۴) منفی، صفر

۲۴۱- میله‌ای با بار منفی را به یک جسم رسانا که روی پایه‌ی عایقی قرار دارد، نزدیک می‌کنیم تا مطابق شکل بارهای جسم جابه‌جا شوند. اگر پتانسیل سه قسمت از جسم را V_A ، V_B و V_C بنامیم، کدام رابطه‌ی زیر صحیح است؟ (سراسری ریاضی - ۷۲)



۱) $V_A + V_C = V_B$
۲) $V_A < V_C < V_B$
۳) $V_A = V_B = V_C$
۴) $V_A > V_B > V_C$

۲۴۲- جسم دوکی شکل رسانای مقابل را باردار می‌کنیم. اگر بعد از باردار شدن جسم، کلید K را وصل کنیم، چه اتفاقی می‌افتد؟



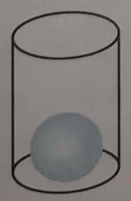
۱) بار الکتریکی از A به B شارش کرده و لامپ برای چند لحظه روشن می‌شود.
۲) لامپ روشن نمی‌شود.
۳) بار الکتریکی از B به A شارش کرده و لامپ برای چند لحظه روشن می‌شود.
۴) بار الکتریکی از A به B شارش کرده و لامپ به مدت طولانی روشن می‌شود.

توزیع بار در اجسام رسانا

۲۴۳- به دو جسم یکی رسانا و دیگری نارسانا، از طریق تماس، مقداری بار الکتریکی منتقل می‌کنیم. این دو بار در جسم رسانا ..... و در جسم نارسانا .....

۱) در تمام جسم یکنواخت پخش می‌گردد- فقط در سطح خارجی قرار می‌گیرد.
۲) در سطح خارجی پخش شده- در محل داده شده می‌ماند.
۳) در محل داده شده می‌ماند- در سطح خارجی پخش می‌شود.
۴) فقط در نقاط نوک‌تیز قرار می‌گیرد- یکنواخت در کل حجم جسم پخش می‌شود.

۲۴۴- گلوله‌ی فلزی با بار $+Q$ را از درون، به استوانه‌ی فلزی توخالی خنثی که روی میز عایقی قرار دارد تماس می‌دهیم. بار ایجاد شده در درون و بیرون استوانه به‌ترتیب برابر است با ..... (برگرفته از کتاب درسی)



۱) $+Q , -Q$
۲) $+Q$, صفر
۳) $\frac{+Q}{۲} , \frac{+Q}{۲}$
۴) $+Q$, صفر

Scanned by CamScanner

۲۴۵- **یک کره‌ی فلزی با بار الکتریکی $+5Q$، درون یک پوسته‌ی فلزی تو خالی با بار $-2Q$ قرار دارد و کره با پوسته تماس ندارد. اگر به وسیله‌ی یک سیم رسانا کره را به پوسته متصل کنیم .....**

۱) کره و پوسته هر کدام دارای بار $+1/5Q$ می‌شوند.
۲) پوسته دارای بار $+3Q$ و کره بدون بار می‌شود.
۳) پوسته بدون بار و کره دارای بار $+3Q$ می‌شود.
۴) پوسته دارای بار $+Q$ و کره دارای بار $-2Q$ می‌شود.

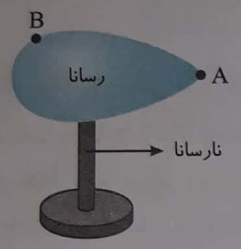
۲۴۶- **به دو کره‌ی کاملاً مشابه که یکی نارسانا و دیگری رسانا است، به یک اندازه بار الکتریکی می‌دهیم. کدام گزینه درباره‌ی مقایسه‌ی توزیع بار الکتریکی در دو کره صحیح است؟ (کره‌ها ابتدا بدون بار هستند.)** (قلم‌چی)

۱) توزیع بار در تمام قسمت‌های دو کره یکسان است.
۲) توزیع بار در تمام قسمت‌های کره‌ی نارسانا بیش‌تر است.
۳) توزیع بار در تمام قسمت‌های کره‌ی رسانا بیش‌تر است.
۴) توزیع بار در بعضی قسمت‌های کره‌ی نارسانا بیش‌تر است.

۲۴۷- **به دو کره‌ی فلزی مشابه یکی توپر و دیگری توخالی که روی پایه‌های عایق قرار دارند، بارهای الکتریکی یکسان می‌دهیم. توزیع بار الکتریکی آن‌ها به کدام صورت است؟**

۱) در سطح کره‌ی توپر بیش‌تر است.
۲) در سطح کره‌ی توخالی بیش‌تر است.
۳) در سطح هر دو کره یکسان است.
۴) به اندازه‌ی بار و شعاع کره‌ها بستگی ندارد.

۲۴۸- **رسانای شکل روبه‌رو دارای بار الکتریکی است و تراکم بار در نقطه‌ی A، ۸۰ برابر تراکم بار در نقطه‌ی B است. اگر بار الکتریکی $q=-5\,\mu C$ از A به B جابه‌جا شود، کدام گزینه در مورد تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار q درست است؟**

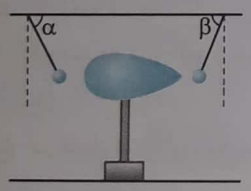


۱) $400\,\mu J$
۲) $-400\,\mu J$
۳) تغییر نمی‌کند.
۴) باید پتانسیل A و B معلوم باشد.

۲۴۹- **بار $-q$ در مرکز یک پوسته‌ی کروی رسانا به شعاع r قرار دارد. در این صورت، .....**

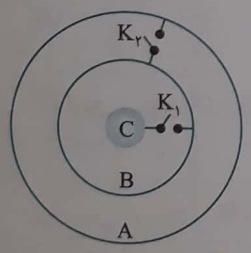
۱) تراکم توزیع بار روی سطح بیرونی بیش‌تر از تراکم توزیع بار در سطح درونی است.
۲) تراکم توزیع بار روی سطح بیرونی کم‌تر از تراکم توزیع بار در سطح درونی است.
۳) تراکم توزیع بار روی سطح بیرونی برابر تراکم توزیع بار در سطح درونی است.
۴) بار تنها روی سطح بیرونی توزیع می‌شود و توزیع بار در سطح درونی نداریم.

۲۵۰- **دو قطعه آلومینیومی را مچاله می‌کنیم و به سرهای دو تکه نخ می‌بندیم. اگر دوک رسانای بارداری را بین این دو آونگ قرار دهیم کدام گزینه درست است؟**



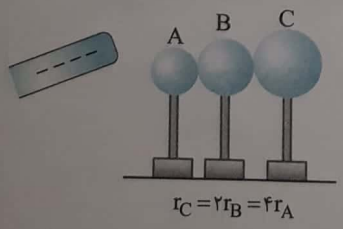
۱) $\alpha=\beta$
۲) $\alpha>\beta$
۳) $\alpha<\beta$
۴) به بار دوک بستگی دارد.

۲۵۱- **پوسته‌های کروی فلزی A و B و کره‌ی رسانای C را مطابق شکل در نظر بگیرید. بار آن‌ها به‌ترتیب $q_A=-q$ و $q_B=+3q$ و $q_C=+2q$ است. کلیدهای K_1 و K_2 را می‌بندیم. پس از تعادل، کدام گزینه درباره‌ی بار A، B و C درست است؟**



۱) $q_A=-q$، $q_B=+3q$ و $q_C=+2q$
۲) $q_A=+5q$، $q_B=0$ و $q_C=-q$
۳) $q_A=+4q$، $q_B=0$ و $q_C=0$
۴) $q_A=+3q$، $q_B=-q$ و $q_C=0$

۲۵۲- **در شکل روبه‌رو سه گوی فلزی بدون بار A، B و C در تماس با هم قرار دارند. یک میله‌ی باردار با بار منفی را به گوی A نزدیک می‌کنیم و پس از تعادل الکتروستاتیکی ابتدا گوی‌ها را از هم جدا و سپس میله‌ی باردار را از گوی A دور می‌کنیم، کدام گزینه در مورد توزیع بار در گوی‌ها درست است؟**



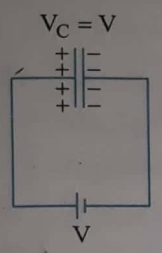
۱) تراکم توزیع بار در C بیش‌ترین و در A کم‌ترین می‌باشد.
۲) تراکم توزیع بار در A بیش‌ترین و در C کم‌ترین می‌باشد.
۳) تراکم توزیع بار در A بیش‌ترین و در B کم‌ترین می‌باشد.
۴) تراکم توزیع بار در B بیش‌ترین و در A کم‌ترین می‌باشد.

Scanned by CamScanner

بخش ششم: خازن

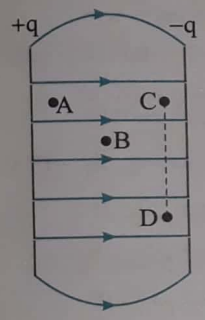
- خازن وسیله‌ای است برای ذخیره‌سازی بار الکتریکی و انرژی الکتریکی
- خازن از دو رسانا با هر شکلی تشکیل شده است.
- برای نشان دادن هر نوع خازنی در مدار از نماد ⊣⊢ استفاده می‌شود.
- اگر خازن از دو صفحه‌ی رسانای موازی تشکیل شده باشد به آن **خازن تخت** گویند.

باردار کردن (شارژ) خازن



- برای باردار کردن (شارژ) خازن دو رسانای آن را به یک باتری متصل می‌کنند.
اختلاف پتانسیل بین دو سر باتری سبب حرکت الکترون می‌شود. از مثبت به منفی
صفحه‌ی متصل به پایانه‌ی منفی دارای بار منفی و صفحه‌ی متصل به پایانه مثبت دارای بار مثبت می‌شود.
- بار مثبت (+q) و بار منفی (−q) روی صفحات خازن با هم برابر است.
البته بار یک خازن به‌صورت q نمایش داده می‌شود.

میدان الکتریکی بین صفحه‌های خازن



- صفحه‌های خازن رسانا هستند و خط‌های میدان بر سطح رسانای دارای تعادل الکتروستاتیکی عمود است.
- تمام نقاط واقع بر هر صفحه‌ی خازن دارای پتانسیل یکسانی هستند.
- در خازن تخت تمام نقاط واقع بر خط موازی صفحات خازن، پتانسیل یکسان دارند.
- میدان الکتریکی بین صفحات خازن تخت یکنواخت بوده و از رابطه‌ی $E=\frac{V}{d}$ به‌دست می‌آید.

$$E_A = E_B = E_C = E_D$$

$$V_A > V_B > V_C = V_D$$

تست ۳۲: اختلاف پتانسیل بین دو صفحه‌ی خازنی ۲۱۰V و فاصله‌ی آن‌ها از یک‌دیگر ۰/۳cm است. اگر بار نقطه‌ای ۰/۴nC بین این دو صفحه قرار گیرد، نیروی وارد بر آن چند نیوتون است؟

۱) $1/44\times10^{-5}$ ۲) $2/8\times10^{-5}$ ۳) $1/44\times10^{-4}$ ۴) $2/8\times10^{-4}$

پاسخ: در فضای بین این دو صفحه، میدان الکتریکی یکنواخت ایجاد می‌شود که بزرگی آن را می‌توان از رابطه‌ی $|\Delta V| = Ed$ تعیین کرد. پس:

$$|\Delta V| = Ed \Rightarrow 210 = E\times(0/3\times10^{-2}) \Rightarrow E = \frac{210}{3\times10^{-3}} = 7\times10^{4}\ \frac{N}{C}$$

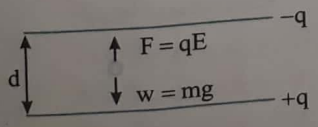
اندازه‌ی نیروی الکتریکی وارد بر بار را می‌توان به صورت زیر محاسبه کرد:

$$F = |q|E \Rightarrow F = (0/4\times10^{-9})\times(7\times10^{4}) = 2/8\times10^{-5}\,N$$

بنابراین گزینه‌ی (۲) درست است.

مثال: یک ذره‌ی بسیار کوچک به جرم یک میلی‌گرم دارای بار الکتریکی ۵nC در فضای بین دو صفحه‌ی خازنی، به حال تعادل معلق است. فاصله‌ی صفحات از هم ۵mm است. اختلاف پتانسیل بین صفحات چند ولت است؟ $(g=10\frac{N}{kg})$

پاسخ: ذره در تعادل بوده و برآیند نیروهای وارد بر آن صفر است.



$$F_T = 0 \Rightarrow qE = mg \xrightarrow{E=\frac{V}{d}} q\frac{V}{d} = mg$$

$$\Rightarrow 5\times10^{-9}\times\frac{V}{5\times10^{-3}} = 10^{-6}\times10 \Rightarrow V = 10V$$

Scanned by CamScanner

ظرفیت خازن

- نسبت بار ذخیره شده در خازن به اختلاف پتانسیل دو سر خازن را ظرفیت خازن گویند. یکای آن در دستگاه SI، فاراد است.

$$C=\frac{Q}{V}\ ,\ 1F=\frac{1C}{1V}$$

- ظرفیت خازن به بار الکتریکی ذخیره شده روی صفحه‌های خازن (Q) و اختلاف پتانسیل دو سر خازن (V) بستگی ندارد.
- ظرفیت خازن به ویژگی‌های ساختمانی خازن بستگی دارد.

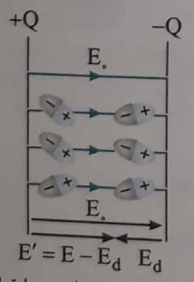
خازن با دی‌الکتریک

- با قراردادن دی‌الکتریک بین صفحه‌های خازن ظرفیت خازن افزایش می‌یابد.
- هر ماده‌ی عایقی که بین صفحات خازن قرار می‌گیرد سبب می‌گردد که ظرفیت خازن افزایش یابد به گونه‌ای که اگر ظرفیت بدون دی‌الکتریک C_0 باشد با دی‌الکتریک $C=\kappa C_0$ می‌شود که در آن κ (کاپا) را ثابت دی‌الکتریک گویند.

برخی از ویژگی‌های دی‌الکتریک‌ها در دمای $20^\circ C$		
ماده‌ی دی‌الکتریک	ثابت دی‌الکتریک	قدرت دی‌الکتریک $(\frac{kV}{mm})$
هوای 1atm	۱/۰۰۰۶	۳
تفلون	۲/۱	۶۰
پارافین	۲/۲	۱۰
پلی‌استیرن	۲/۶	۲۴
میلار	۳/۱	۲۸۰
PVC (پلی وینیل کلراید)	۳/۴	۲۹
کاغذ	۳/۵	۱۶
کوارتز	۴/۳	۸
شیشه پیرکس	۵	۱۴
میکا	۷	۱۵۰
آب	۸۰	۶۵
تیتانید استرانسیوم	۳۱۰	۸

پرسش: علت افزایش ظرفیت خازن با حضور دی‌الکتریک چیست؟ [1]

پاسخ: هرگاه بین صفحه‌های یک خازن باردار که میدان بین صفحات آن E_0 است، دی‌الکتریک قرار گیرد، دو قطبی‌های ماده‌ی دی‌الکتریک تحت تأثیر میدان می‌چرخند و در جهت میدان قرار می‌گیرند (هم‌ردیف می‌شوند البته نه به‌طور کامل) و دی‌الکتریک قطبیده می‌شود و میدانی برخلاف میدان خازن ایجاد می‌کند (E_d) که سبب کاهش میدان بین صفحات خازن می‌شود. $(E'=E_0-E_d)$



خازن از مولد جدا شده است. با قراردادن دی‌الکتریک، مولکول‌های دو قطبی می‌کوشند خود را با میدان خارجی E_0 هم‌ردیف کنند.

اگر خازن از مولد جدا شده باشد، با کاهش میدان و با توجه به رابطه‌ی $\downarrow\Delta V=\downarrow E\times d$، اختلاف پتانسیل دو سر خازن کاهش می‌یابد و چون Q ثابت مانده است، با توجه به رابطه‌ی $\uparrow C=\frac{Q}{V\downarrow}$ ظرفیت خازن افزایش می‌یابد.

اگر خازن به مولد وصل باشد V ثابت می‌ماند و با توجه به رابطه‌ی $E=\frac{V}{d}$ باید مقدار $E\times d$ نیز ثابت بماند و در واقع میدان بین صفحات باید به حالت اولیه بازگردد. برای این منظور مجدداً باتری به خازن بار می‌دهد. یعنی در ولتاژ ثابت، بار روی صفحه‌های خازن بیش‌تر می‌شود. پس ظرفیت افزایش می‌یابد: $\uparrow C=\frac{Q\uparrow}{V_{ثابت}}$

۱- درباره‌ی علت این پدیده در کتاب درسی صحبتی نشده است و تنها برای درک بهتر شما در این قسمت بیان شده است.

Scanned by CamScanner

ظرفیت خازن تخت

- ظرفیت خازن تختی که مساحت صفحات آن A و فاصله‌ی صفحات آن از هم d بوده و دی‌الکتریک بین صفحات آن هوا (خلأ) باشد برابر است با: $C=\varepsilon_{\circ}\frac{A}{d}$

- در این رابطه $(\varepsilon_{\circ}=۸/۸۵\times۱۰^{-۱۲}\frac{F}{m})$ است که همان ضریب گذردهی الکتریکی خلأ است.

- اگر بین صفحات خازن دی‌الکتریکی با ثابت κ قرار گیرد، ظرفیت خازن خواهد شد: $C=\kappa\varepsilon_{\circ}\frac{A}{d}$

فروریزش الکتریکی

- در استفاده از خازن در یک مدار باید توجه کرد که خازن را نمی‌توان به هر اختلاف پتانسیل دلخواهی وصل کرد. اگر اختلاف پتانسیل دو سر خازن دارای دی‌الکتریک را افزایش دهیم، میدان الکتریکی بین صفحات خازن افزایش می‌یابد و لحظه‌ای فرا می‌رسد که این میدان سبب جدا شدن الکترون اتم‌های دی‌الکتریک می‌شود و توسط میدان الکتریکی بر الکترون‌ها نیرو وارد می‌شود و آن‌ها را در مسیر رسانایی که ایجاد شده است به حرکت در می‌آورد. این پدیده را فروریزش الکتریکی گویند.

- مسیرهای رسانایی که هنگام فروریزش در دی‌الکتریک ایجاد می‌شود، **نقش‌های لیچنبرگ** نام دارند.
- فروریزش معمولاً با ایجاد جرقه همراه است و در بیش‌تر مواقع خازن می‌سوزد.
- خازن معمولاً با ظرفیت و بیشینه اختلاف پتانسیل قابل تحمل آن معرفی می‌شود.

تست ۳۳: فاصله‌ی صفحات یک خازن تخت ۱mm و بیشینه میدان قابل تحمل خازن بین صفحات آن $۶۰\frac{kV}{mm}$ است. بیشینه ولتاژ آن چند کیلوولت است؟

۱) ۶۰۰۰۰ ۲) ۶۰ ۳) ۶۰۰۰ ۴) ۶×۱۰^{۶}

پاسخ: به کمک رابطه $V=E\times d$ بیشینه ولتاژ را به‌دست می‌آوریم:

$$V_{max}=E_{max}\times d\Rightarrow V_{max}=۶۰\times\frac{kV}{۱۰^{-۳}m}\times۱۰^{-۳}m\Rightarrow V_{max}=۶۰kV$$

بنابراین گزینه‌ی (۲) درست است.

انرژی خازن

- هرگاه خازن باردار شود در آن انرژی ذخیره می‌شود. مقدار انرژی خازن از رابطه‌های زیر به‌دست می‌آید.

$$U=\frac{۱}{۲}QV\ ,\ U=\frac{۱}{۲}CV^{۲}\ ,\ U=\frac{۱}{۲}\frac{Q^{۲}}{C}$$

نکته: **هنگامی‌که خازن به باتری متصل می‌شود انرژی ذخیره‌شده در خازن همواره نصف انرژی است که باتری به مدار می‌دهد.**

$$U_{\text{خازن}}=\frac{۱}{۲}U_{\text{باتری}}$$

مثال: یک خازن تخت با ظرفیت C و دی‌الکتریک هوا را به یک مولد با اختلاف پتانسیل V متصل می‌کنیم. پس از پر شدن خازن آن را از مولد جدا کرده و بین صفحه‌های خازن یک دی‌الکتریک با ثابت k قرار می‌دهیم. هر یک از کمیت‌های زیر چه تغییری می‌کند؟

الف) ظرفیت خازن
ب) بار روی صفحه‌های خازن
پ) اختلاف پتانسیل بین صفحه‌های خازن
ت) میدان الکتریکی بین صفحه‌های خازن
ث) انرژی ذخیره شده در خازن

Scanned by CamScanner

پاسخ:

نکته: هرگاه خازن از مولد جدا شود، بار الکتریکی روی صفحات آن با تغییر ساختمان خازن، تغییر نمی‌کند.

الف) با قرار دادن دی‌الکتریک ظرفیت خازن زیاد می‌شود.

$$C=\varepsilon_{\circ}\frac{A}{d} \quad , \quad C'=\kappa\varepsilon_{\circ}\frac{A}{d}\Rightarrow C'=\kappa C$$

ب) خازن پس از شارژ از مولد جدا شده است، پس بار الکتریکی خازن ثابت می‌ماند $(q'=q)$.

پ) با توجه به تعریف ظرفیت خازن:

$$C=\frac{Q}{V}\Rightarrow \downarrow V=\frac{Q_{\text{ثابت}}}{C\uparrow}\xrightarrow{C'=\kappa C}V'=\frac{V}{\kappa}$$

ت) با کم شدن ولتاژ دو سر خازن، میدان الکتریکی کاهش می‌یابد.

$$V'=\frac{V}{\kappa}\xrightarrow[d=\text{ثابت}]{E=\frac{V}{d}}E'=\frac{1}{\kappa}E$$

ث) بار الکتریکی ثابت است، از این‌رو:

$$\downarrow U=\frac{1}{2}\frac{q^2}{C\uparrow}\Rightarrow U'=\frac{1}{\kappa}U$$

مثال: یک خازن تخت با ظرفیت C و دی‌الکتریک هوا را به یک مولد با اختلاف پتانسیل V متصل کرده و پس از شارژ خازن، در حالی‌که خازن به مولد متصل است، صفحه‌های آن را به هم نزدیک می‌کنیم. هر یک از کمیت‌های زیر چه تغییری می‌کند؟

الف) ظرفیت خازن
ب) ولتاژ بین صفحه‌های خازن
پ) بار روی صفحه‌های خازن
ت) میدان الکتریکی بین صفحه‌های خازن
ث) انرژی ذخیره شده در خازن

پاسخ:

نکته: هرگاه خازن شارژ شده به مولد متصل باشد ولتاژ دو سر آن ثابت است.

الف) با کاهش فاصله‌ی بین صفحه‌های خازن ظرفیت خازن افزایش می‌یابد: $\uparrow C=\varepsilon_{\circ}\frac{A}{d\downarrow}$

ب) ولتاژ بین صفحه‌های خازن ثابت است زیرا خازن به مولد متصل است $(V=\text{ثابت})$.

پ) بار روی صفحه‌های خازن افزایش می‌یابد: $\uparrow q=\uparrow CV_{\text{ثابت}}$

ت) میدان الکتریکی بین صفحه‌های خازن افزایش می‌یابد: $\uparrow E=\frac{V_{\text{ثابت}}}{d\downarrow}$

ث) انرژی ذخیره شده در خازن زیاد می‌شود: $U\uparrow=\frac{1}{2}C\uparrow V^2_{\text{ثابت}}$

پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش ششم

۲۵۳- ظرفیت یک خازن عبارت است از .....

۱) مقدار بار الکتریکی که می‌توان در خازن ذخیره کرد.
۲) نسبت بین بار الکتریکی خازن و اختلاف پتانسیل دو سر آن.
۳) مقدار انرژی الکتریکی که می‌توان در خازن ذخیره کرد.
۴) حداکثر اختلاف پتانسیلی که خازن می‌تواند تحمل کند.

۲۵۴- کولن ولت معادل است با .....

۱) اهم
۲) ژول
۳) فاراد
۴) وات

۲۵۵- کولن بر ولت معادل است با .....

۱) اهم
۲) ژول
۳) فاراد
۴) وات

۲۵۶- جمله‌ی «ظرفیت یک خازن $C=10\,\mu F$ است.» یعنی «اگر اختلاف پتانسیل ..... ولت به دو سر آن اعمال کنیم، ..... میکروکولن بار در آن ذخیره می‌شود.»

۱) ۱۰ , ۲
۲) ۲ , ۵
۳) ۵ , ۲
۴) ۲ , ۲۰

Scanned by CamScanner

۲۵۷- هر یک از صفحه‌های خازن تختی، مستطیلی به ابعاد ۲/۵ متر در ۴ متر است. فاصله‌ی بین دو صفحه با دی‌الکتریکی به ضخامت ۱ سانتی‌متر و ثابت دی‌الکتریک ۱۰۰ پر شده است. ولتاژ ۳۰۰V به دو صفحه‌ی خازن وصل می‌کنیم. بار خازن چند میکروکولن می‌شود؟

$(\varepsilon_0 = 8\times10^{-12}\ \frac{C^2}{N\cdot m^2})$

۱) ۲۴ ۲) ۲۴۰ ۳) ۴۸ ۴) ۴۸۰

۲۵۸- اگر به دو سر خازن تختی که مساحت هر یک از صفحات آن $5\ cm^2$ و ثابت دی‌الکتریک آن ۲۰ است، اختلاف پتانسیل ۷۵V اعمال کنیم، ۲/۲۵nC بار در صفحات آن ذخیره می‌شود. فاصله‌ی بین صفحات آن چند میلی‌متر است؟ $(\varepsilon_0 = 9\times10^{-12}\ \frac{C^2}{N\cdot m^2})$

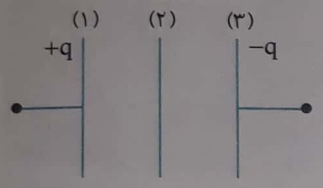
۱) ۶ ۲) 6×10^{-4} ۳) ۳ ۴) 3×10^{-3}

۲۵۹- خازن مسطحی را که فضای بین دو صفحه‌ی آن را هوا پر کرده است در نظر می‌گیریم. برای آن‌که ظرفیت خازن را بیش‌تر کنیم، فضای بین دو صفحه را .....

۱) از هوا خالی می‌کنیم. ۲) با ماده‌ای که عایق خیلی خوب باشد پر می‌کنیم.

۳) با ماده‌ای که قابلیت هدایت الکتریکی آن زیاد باشد پر می‌کنیم. ۴) اختلاف پتانسیل دو سر آن را کاهش می‌دهیم.

۲۶۰- سه صفحه‌ی رسانای یکسان را به طور موازی به فواصل مساوی از یک‌دیگر مطابق شکل زیر قرار داده و بین دو صفحه‌ی ۱ و ۳ اختلاف پتانسیل ثابتی برقرار می‌کنیم. در نتیجه در هر یک از این دو صفحه بار q ذخیره می‌شود. در این صورت بار الکتریکی در دو وجه صفحه‌ی ۲ (صفحه‌ی وسط) .....



۱) صفر است. ۲) $-q$ است.

۳) $+q$ است. ۴) $-q$ و $+q$ است.

۲۶۱- فاصله‌ی دو صفحه‌ی خازن مسطحی را که به یک مولد ۲۰ ولتی وصل است، ۲ برابر می‌کنیم. اگر با این عمل $3\ \mu C$ از بار ذخیره شده در خازن کاسته شود، ظرفیت اولیه‌ی خازن چند میکروفاراد بوده است؟ (دی‌الکتریک بین صفحه‌های خازن هوا است.)

۱) ۰/۶ ۲) ۰/۳ ۳) ۶ ۴) ۳

میدان الکتریکی خازن - فروریزش خازن

۲۶۲- اختلاف پتانسیل بین دو صفحه‌ی موازی ۱۰۰ ولت و فاصله‌ی آن‌ها از یک‌دیگر ۲ سانتی‌متر است. اگر بار نقطه‌ای ۵ میکروکولن بین این دو صفحه قرار گیرد، نیروی وارد بر آن چند نیوتون خواهد بود؟

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

۲۶۳- سطح مشترک صفحات خازن تختی A و دی‌الکتریک آن هوا و بار ذخیره شده در هر صفحه q است. میدان الکتریکی بین دو صفحه برابر کدام است؟ $(k_{هوا} = 1)$

۱) $E=\frac{\varepsilon_0 q}{A}$ ۲) $E=\frac{q}{\varepsilon_0 A}$ ۳) $E=\frac{Aq}{\varepsilon_0}$ ۴) $E=\frac{\varepsilon_0 A}{q}$

۲۶۴- در یک خازن تخت با میدان الکتریکی یکنواخت $1000\ \frac{V}{m}$، الکترونی از حالت سکون و از مجاور صفحه‌ی منفی شتاب می‌گیرد و با سرعت $10^7\ \frac{m}{s}$ به صفحه‌ی مقابل می‌رسد. فاصله‌ی دو صفحه از هم کدام است؟ (جرم الکترون $9/1\times10^{-28}g$ و بار آن $1/6\times10^{-19}C$ است.)

(سراسری ریاضی ۸۴ خارج از کشور)

۱) ۲/۸۴ m ۲) ۲/۸۴ cm ۳) ۲۸/۴ cm ۴) ۲/۸۴ mm

۲۶۵+ ظرفیت یک خازن تخت برابر $25\mu F$ و بار الکتریکی ذخیره شده در آن ۰/۱mC است. اگر فاصله‌ی صفحه‌های خازن از یک‌دیگر ۰/۴ mm باشد، بزرگی میدان الکتریکی یکنواخت میان صفحه‌های خازن چند ولت بر متر است؟

(قلم‌چی)

۱) ۲۰۰۰۰ ۲) ۲۰۰۰ ۳) ۱۰۰۰۰ ۴) ۱۰۰۰

Scanned by CamScanner

۲۶۶- در دو خازن با ظرفیت‌های یکسان، اگر اختلاف پتانسیل بین صفحات نیز با هم برابر باشند، در این صورت بزرگی میدان الکتریکی بین دو صفحه، .....

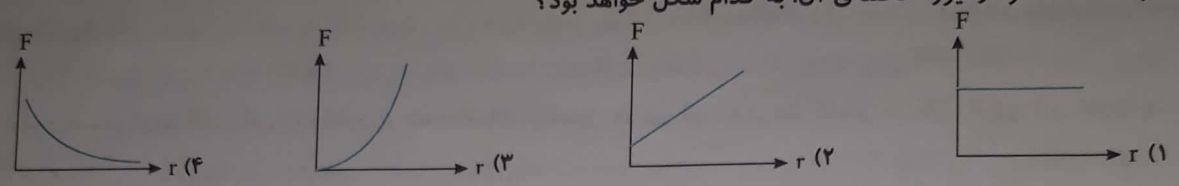
۱) الزاماً با یک‌دیگر برابر می‌شود.

۲) برای خازنی که صفحات بزرگ‌تری دارد، بزرگ‌تر از خازن دیگر است.

۳) برای خازنی که صفحات کوچک‌تری دارد، بزرگ‌تر از خازن دیگر است.

۴) ممکن است با هم برابر یا نابرابر باشند.

۲۶۷- الکترونی در فضای بین دو صفحه‌ی خازن تخت و به فاصله‌ی r از یک صفحه‌ی آن قرار دارد. اگر این الکترون به طرف صفحه‌ی مثبت حرکت کند، نمودار نیرو- فاصله‌ی آن، به کدام شکل خواهد بود؟



۲۶۸- کدام یک از گزینه‌های زیر در پدیده‌ی فروریزش خازن رخ نمی‌دهد؟

۱) با ایجاد جرقه بین دو صفحه ، خازن تخلیه می‌شود.

۲) اگر دی‌الکتریک مایع باشد، ممکن است مایع آن عوض شود.

۳) اگر دی‌الکتریک جامد باشد، سوراخ می‌شود.

۴) دی‌الکتریک بین دو صفحه برای همیشه رسانا می‌شود.

۲۶۹- مساحت هر یک از صفحه‌های خازن تختی $۲\times۱۰^{-۲}m^{۲}$ و فاصله‌ی جدایی صفحه‌های آن $۰/۲mm$ است. اگر خازن را با دی‌الکتریکی با ثابت $k=۴$ و بیشینه میدان قابل تحمل $۲۴\times۱۰^{۳}\frac{kV}{m}$ پر کنیم، ظرفیت خازن چند نانوفاراد و بیشینه اختلاف پتانسیل قابل تحمل آن چند کیلوولت است؟ $(\varepsilon_{۰}=۸/۸۵\times۱۰^{-۱۲}\frac{C}{N.m^{۲}})$

۱) ۳۵/۴ و ۴/۸ ۲) ۳/۵۴ و ۲/۴ ۳) ۳/۵۴ و ۴/۸ ۴) ۳۵/۴ و ۲/۴

۲۷۰- حداکثر ولتاژی که می‌توان به دو سر یک خازن تخت که فاصله بین صفحات آن به‌طور کامل با یک دی‌الکتریک به ضخامت $۱/۲mm$ پر شده است، اعمال کرد تا فروریزش الکتریکی رخ ندهد برابر با $۶۰۰۰V$ می‌باشد. بیشینه‌ی بار الکتریکی ذخیره‌شده در خازن تختی به ظرفیت $۵۰\mu F$ که از همان دی‌الکتریک با ضخامت $۳/۶mm$ پر شده است چند کولن باشد تا دی‌الکتریک نسوزد؟ (قلم‌چی)

۱) ۰/۹ ۲) ۹×۱۰^{-۲} ۳) ۳×۱۰^{-۶} ۴) ۰/۰۳

۲۷۱- بیشینه میدان قابل تحمل بین دو صفحه رسانای خازنی برابر $۱۰\frac{kV}{m}$ و فاصله‌ی صفحات آن از هم $۵mm$ است. اگر این صفحات را به بیشینه ولتاژی وصل کرده تا فروریزش رخ ندهد و پروتونی را از مجاورت صفحه‌ی مثبت رها کنیم اندازه‌ی سرعت آن هنگامی‌که به صفحه‌ی منفی می‌رسد برابر چندمتر بر ثانیه است؟ ($m_p=۲\times۱۰^{-۲۷}kg , e=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C$ و از نیروی وزن وارد بر پروتون صرف‌نظر شود.)

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

انرژی خازن

۲۷۲- انرژی ذخیره شده در خازنی که به اختلاف پتانسیل $۱kV$ وصل است، برابر $۱۰^{-۶}kWh$ می‌باشد. ظرفیت این خازن چند میکروفاراد است؟ (سراسری خارج از کشور تجربی - ۸۹)

۱) ۳/۶ ۲) ۷/۲ ۳) ۳۶ ۴) ۷۲

۲۷۳- خازنی به منبع برق ۲۰۰ ولت وصل است. اگر انرژی ذخیره شده در آن $۱/۸J$ باشد، ظرفیت خازن چند میکروفاراد است؟ (سراسری خارج از کشور تجربی - ۹۳)

۱) ۲۷ ۲) ۳۶ ۳) ۹۰ ۴) ۱۸۰

۲۷۴- یک خازن ۴ میکروفارادی با اختلاف پتانسیل ۱۰ ولت شارژ شده است. اگر این خازن با اختلاف پتانسیل ۲۰ ولت شارژ شود، انرژی آن نسبت به حالت اول چند ژول افزایش می‌یابد؟

۱) ۳×۱۰^{-۴} ۲) ۳×۱۰^{-۳} ۳) ۶×۱۰^{-۳} ۴) ۶×۱۰^{-۴}

Scanned by CamScanner

۲۷۵- بار خازنی $60\mu C$ و ظرفیت آن $0/2mF$ است. انرژی این خازن چند ژول است؟

۱) $1/8\times10^{-5}$ ۲) 9×10^{-5} ۳) $1/8\times10^{-6}$ ۴) 9×10^{-6}

۲۷۶- ظرفیت یک خازن تخت $20\mu F$ و حداکثر میدان قابل تحمل آن $2\frac{kV}{mm}$ است. اگر فاصله‌ی بین صفحات آن $0/2mm$ باشد، بیشینه انرژی که می‌توان در آن ذخیره کرد چند ژول است؟

۱) ۰/۸ ۲) ۱/۶ ۳) ۲/۴ ۴) ۰/۳

۲۷۷- ظرفیت خازنی $22\mu F$ است. اگر بار الکتریکی آن ۲۰ درصد افزایش یابد، انرژی آن ۱۶ میکروژول افزایش می‌یابد. بار اولیه‌ی آن چند میکروکولن است؟ (سراسری خارج از کشور ریاضی - ۸۶)

۱) ۲۰ ۲) ۴۰ ۳) 2×10^{-2} ۴) 4×10^{-2}

۲۷۸- با تخلیه‌ی قسمتی از بار الکتریکی یک خازن پر شده، اختلاف پتانسیل دو سر آن ۸۰ درصد کاهش می‌یابد. انرژی این خازن چند درصد کاهش می‌یابد؟ (سراسری ریاضی - ۹۴)

۱) ۴۰ ۲) ۶۴ ۳) ۸۰ ۴) ۹۶

۲۷۹- ظرفیت خازنی $8\mu F$ و بار الکتریکی آن q_1 است. برای این که $+4\mu C$ بار الکتریکی را از صفحه‌ی منفی به صفحه‌ی مثبت انتقال دهیم، باید $5\mu J$ انرژی مصرف کنیم. q_1 چند میکروکولن است؟

۱) ۴ ۲) ۸ ۳) ۱/۲۵ ۴) ۲/۵

خازن باردار جدا از باتری

۲۸۰- صفحات خازن پر شده‌ای را از مولد جدا کرده و بدون آن‌که به هم متصل شوند، آن‌ها را به هم نزدیک می‌کنیم. اختلاف پتانسیل دو صفحه و انرژی به‌ترتیب چه تغییری می‌کنند؟

۱) کم، کم ۲) زیاد، زیاد ۳) زیاد، کم ۴) کم، زیاد

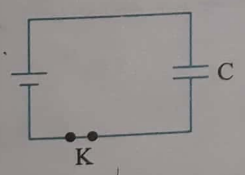
۲۸۱- خازن تختی را پس از پر شدن، از باتری جدا می‌کنیم. اگر بدون اتصال صفحات آن، دو صفحه را از هم دور کنیم، ظرفیت و اختلاف پتانسیل بین دو صفحه به‌ترتیب (از راست به چپ) چگونه تغییر می‌کند؟

۱) افزایش- افزایش ۲) کاهش- کاهش ۳) کاهش- افزایش ۴) افزایش- کاهش

۲۸۲- خازن مسطحی به ظرفیت $1\mu F$ را به کمک اختلاف پتانسیل $200V$ پر کرده، سپس آن را از منبع پتانسیل جدا می‌کنیم. حال یکی از صفحه‌ها را به موازات صفحه‌ی دیگر جابه‌جا می‌کنیم تا نصف مساحت صفحات مقابل یک‌دیگر قرار گیرد. انرژی خازن چه تغییری می‌کند؟

۱) ۲۰ میلی‌ژول بیش‌تر می‌شود. ۲) ۲۰ میلی‌ژول کم‌تر می‌شود.
۳) ۴۰ میلی‌ژول بیش‌تر می‌شود. ۴) هیچ تغییری نمی‌کند.

۲۸۳- در شکل روبه‌رو کلید K را باز می‌کنیم. سپس فاصله‌ی بین صفحه‌ها را ٪۲۰ کاهش می‌دهیم. انرژی ذخیره شده در خازن چگونه تغییر می‌کند؟

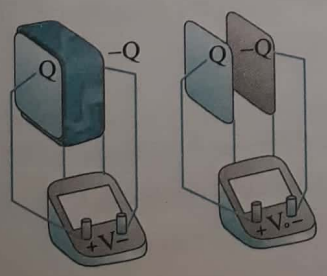


۱) ٪۲۰ افزایش ۲) ٪۲۰ کاهش
۳) ٪۲۵ افزایش ۴) ٪۲۵ کاهش

۲۸۴- خازنی با دی‌الکتریک هوا را به مولدی متصل کرده و پس از پر شدن خازن آن را از مولد جدا کرده و یک دی‌الکتریک با ثابت k بین صفحه‌های خازن قرار می‌دهیم. میدان الکتریکی بین صفحه‌های خازن چه تغییری می‌کند؟

۱) $\frac{1}{k}$ برابر می‌شود. ۲) k برابر می‌شود. ۳) $\frac{1}{k^2}$ برابر می‌شود. ۴) تغییر نمی‌کند.

۲۸۵- با واردشدن دی‌الکتریک در بین صفحه‌های خازن، عدد ولت‌سنج و میدان درون خازن چگونه تغییر می‌کند؟ (برگرفته از کتاب درسی)



۱) هر دو افزایش می‌یابد.
۲) هر دو کاهش می‌یابد.
۳) میدان افزایش ولی عدد ولت‌سنج کاهش می‌یابد.
۴) میدان کاهش ولی عدد ولت‌سنج افزایش می‌یابد.

Scanned by CamScanner

۲۸۶- اگر فاصله‌ی بین دو صفحه‌ی خازن بارداری را که از مولد جدا شده است زیاد کنیم، چه تغییری در خازن ممکن است رخ دهد؟ (قلم‌چی)

۱) انرژی الکتریکی ذخیره شده در آن کم می‌شود.
۲) بار الکتریکی ذخیره شده در آن کم می‌شود.
۳) میدان الکتریکی بین دو صفحه‌ی خازن ثابت می‌ماند.
۴) در خازن فروریزش رخ می‌دهد.

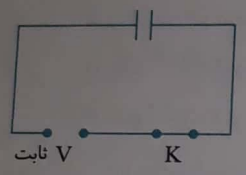
۲۸۷- ظرفیت خازنی $۲۵\,\mu F$ است. آن را با اختلاف پتانسیل ۶۰ ولت پر کرده و از مولد جدا می‌کنیم. سپس ظرفیت را به $۱۵۰\mu F$ می‌رسانیم. اختلاف پتانسیل جدید چند ولت است؟

۱) ۱۰ ۲) ۲۵ ۳) ۳۰ ۴) ۴۰

۲۸۸- خازن مسطحی با ظرفیت $۱۵\mu F$ را به اختلاف پتانسیل ثابتی وصل کرده و پس از پر شدن از مولد جدا می‌کنیم. اگر بار ذخیره شده روی خازن $۳۰۰\mu C$ باشد، با ۴ برابر کردن فاصله‌ی صفحه‌های خازن، اختلاف پتانسیل دو سر خازن چند ولت می‌شود؟

۱) ۵ ۲) ۲۰ ۳) ۶۰ ۴) ۸۰

۲۸۹- در شکل مقابل، اگر کلید K را باز کرده و مساحت صفحات خازن تخت را ۲۵ درصد افزایش دهیم، انرژی الکتریکی ذخیره شده در خازن نسبت به حالت قبل از باز کردن کلید K چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟ (دی‌الکتریک خازن، هوا می‌باشد.) (قلم‌چی)



۱) ۲۰ ، افزایش می‌یابد.
۲) ۲۰ ، کاهش می‌یابد.
۳) $\frac{۵۰}{۳}$، افزایش می‌یابد.
۴) $\frac{۵۰}{۳}$، کاهش می‌یابد.

۲۹۰- دو سر خازنی را که دی‌الکتریک آن هوا است به دو سر یک باتری وصل می‌کنیم. انرژی ذخیره شده در آن U می‌شود. در حالتی که خازن به باتری وصل است، فاصله‌ی بین دو صفحه را n برابر می‌کنیم. در این حالت انرژی آن U' می‌شود. بار دیگر خازن اولیه را از باتری جدا کرده و سپس فاصله‌ی بین دو صفحه را n برابر می‌کنیم. در این حالت انرژی آن U'' می‌شود، نسبت $\frac{U''}{U'}$ چقدر است؟ (سراسری خارج از کشور ریاضی - ۹۳)

۱) $\frac{۱}{n}$ ۲) n ۳) $\frac{۱}{n^۲}$ ۴) $n^۲$

۲۹۱- خازنی که دارای دی‌الکتریکی با ثابت $k_۱$ می‌باشد را با یک مولد، باردار کرده‌ایم. اگر پس از جداکردن خازن از مولد، دی‌الکتریک را عوض کرده و یک دی‌الکتریک دیگر با ثابت $k_۲$ به جای آن قرار دهیم، انرژی ذخیره شده در خازن نسبت به حالت قبل چند برابر خواهد شد؟

۱) $\frac{k_۱}{k_۲}$ ۲) $\frac{k_۲}{k_۱}$ ۳) $k_۱k_۲$ ۴) $k_۱+k_۲$

خازن متصل به باتری

۲۹۲- دو سر خازنی به یک باتری وصل بوده و عایق بین صفحات آن هوا است. حال اگر یک تیغه‌ی شیشه‌ای بین صفحات آن قرار دهیم، با ثابت ماندن فاصله‌ی بین دو صفحه، بار الکتریکی و ولتاژ آن به‌ترتیب چگونه تغییر می‌کنند؟

۱) افزایش- افزایش
۲) افزایش- ثابت
۳) کاهش- افزایش
۴) کاهش- ثابت

۲۹۳- یکی از صفحه‌های یک خازن مسطح را که به یک باتری متصل است از وسط نصف می‌کنیم. کدام‌یک از عبارات زیر درست است؟

۱) اندازه‌ی بار صفحه‌ی سالم و صفحه‌ی نصف شده برابر و نصف حالت قبل است.
۲) اندازه‌ی بار روی صفحه‌ی سالم دو برابر بار روی صفحه‌ی نصف شده است.
۳) اندازه‌ی بار صفحه‌ی سالم و صفحه‌ی نصف شده برابر و $\frac{۳}{۴}$ حالت قبل است.
۴) بر اثر این کار دیگر خازن نداریم.

۲۹۴- بین دو صفحه‌ی خازن تختی هوا است و دو سر آن به یک اختلاف پتانسیل الکتریکی ثابت وصل است. اگر با ثابت ماندن فاصله‌ی بین دو صفحه، یک تیغه‌ی شیشه‌ای بین آن‌ها قرار دهیم، بار الکتریکی خازن چگونه تغییر می‌کند؟

۱) ثابت می‌ماند.
۲) کاهش می‌یابد.
۳) افزایش می‌یابد.
۴) بسته به ضخامت شیشه ممکن است افزایش یا کاهش یابد.

Scanned by CamScanner

۲۹۵- چه تعداد از جملات زیر در مورد خازنی که بین صفحات آن دی‌الکتریکی قرار می‌دهیم درست است؟

الف) الزاماً میدان الکتریکی درون خازن کاهش می‌یابد.

ب) الزاماً ولتاژ پایین می‌آید.

پ) میدان می‌تواند ثابت بماند.

ت) بار صفحات می‌تواند ثابت بماند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۹۶- صفحات خازن مسطحی به دو سر یک مولد متصل می‌باشند. چگونه می‌توانیم میدان الکتریکی بین دو صفحه را افزایش دهیم؟

۱) قرار دادن ماده‌ی عایق با ثابت بزرگ‌تر بین صفحات ۲) کاهش فاصله‌ی بین دو صفحه

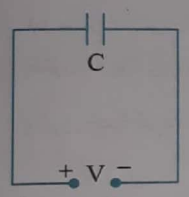
۳) قرار دادن ماده‌ی عایق با ثابت کوچک‌تر بین صفحات ۴) گزینه‌های (۱) و (۲) هر دو درست‌اند.

۲۹۷- خازن تختی با عایقی با ثابت دی‌الکتریک ۲ دارای ظرفیت $۴\times۱۰^{-۲}\mu F$ و به اختلاف پتانسیل ۲۰۰ ولت وصل است. اگر در این وضعیت عایق از بین دو صفحه‌ی خازن خارج شود، ظرفیت و بار خازن به ترتیب برابر می‌شود با .....

۱) $۲\times۱۰^{-۲}\mu F$ و $۴\mu C$ ۲) $۴\times۱۰^{-۲}\mu F$ و $۴\mu C$

۳) $۴\times۱۰^{-۲}\mu F$ و $۸\mu C$ ۴) $۱۶\times۱۰^{-۲}\mu F$ و $۸\mu C$

۲۹۸- در مدار شکل روبه‌رو، $V=۴۸V$، ظرفیت خازن تخت $۹\mu F$ و دی‌الکتریک آن هوا است. بدون جدا کردن خازن از مدار، فاصله‌ی دو صفحه از یک‌دیگر را سه برابر می‌کنیم. در این صورت بار خازن، ..... $(k_{هوا}=۱)$



۱) ثابت می‌ماند. ۲) $\frac{۱}{۳}$ برابر می‌شود.

۳) سه برابر می‌شود. ۴) $\frac{۱}{۹}$ برابر می‌شود.

۲۹۹- خازنی با دی‌الکتریک هوا به مولد متصل است. دی‌الکتریکی با ضریب k بین صفحات خازن قرار می‌دهیم. میدان خازن چند برابر می‌شود؟

۱) ۱ ۲) k

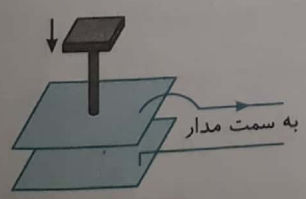
۳) $\frac{۱}{k}$ ۴) $k^۲$

۳۰۰- خازنی را که دارای دی‌الکتریک با ثابت $k_۱$ می‌باشد، به مولدی وصل کرده‌ایم. اگر بدون جدا کردن خازن از مولد، دی‌الکتریک را عوض کرده و یک دی‌الکتریک دیگر با ثابت $k_۲$ جایگزین کنیم، انرژی ذخیره شده در خازن نسبت به حالت قبل چند برابر خواهد شد؟

۱) $\frac{k_۱}{k_۲}$ ۲) $\frac{k_۲}{k_۱}$

۳) $(\frac{k_۱}{k_۲})^۲$ ۴) $(\frac{k_۲}{k_۱})^۲$

۳۰۱- زیر کلیدهای صفحه کلید اکثر کامپیوترها، خازنی با صفحات موازی قرار دارد که با فشار دادن کلید، فاصله‌ی صفحات آن کم شده و تغییر ظرفیت خازن باعث شارش بار الکتریکی در مدار می‌گردد. اگر در اثر فشار کلید، فاصله‌ی صفحات از ۵mm به ۲mm برسد و ظرفیت اولیه‌ی خازن ۶۰ pF باشد، با فرض آن که ولتاژ دو صفحه‌ی خازن ثابت و ۸ ولت باشد، چند پیکوکولن بار بین خازن و مدار کامپیوتر مبادله می‌شود؟



(برگرفته از کتاب درسی)

۱) ۱۵۰ ۲) ۲۴۰

۳) ۷۲۰ ۴) ۹۰

Scanned by CamScanner

پرسش‌های چهارگزینه‌ای تکمیلی

۳۰۲- کدام‌یک از عبارت‌های زیر درست است؟

۱) بر بارهای مثبت در نزدیکی نارساناهای خنثی، نیروی ربایشی الکتریکی در جهت نارسانا وارد می‌شود.

۲) بر بارهای مثبت در نزدیکی نارساناهای خنثی، نیرویی وارد نمی‌شود.

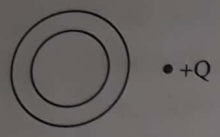
۳) بر بارهای مثبت در نزدیکی نارساناهای خنثی، نیروی راننده در خلاف جهت نارسانا وارد می‌شود.

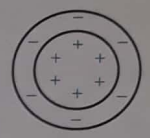
۴) نیرویی که بر بارهای مثبت در نزدیکی نارساناهای خنثی وارد شود، خلاف جهت نیرویی است که بر باری منفی در آن نقطه وارد می‌شود.

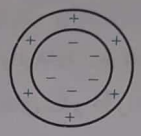
۳۰۳- دو کره‌ی فلزی مشابه و هم‌اندازه که اولی دارای بار الکتریکی $q_1 = -12\,\mu C$ و دومی دارای بار الکتریکی $q_2 = -4\,\mu C$ است، روی پایه‌ی عایق نصب شده‌اند. هرگاه این دو کره با هم تماس داده شوند و بعد جدا شوند، تعداد ..... الکترون از کره‌ی ..... به کره‌ی ..... منتقل می‌شود. $(e = 1/6 \times 10^{-19} C)$

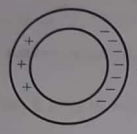
۱) $2/5 \times 10^{13}$، اول به دوم ۲) $2/5 \times 10^{13}$، دوم به اول ۳) 5×10^{13}، اول به دوم ۴) 5×10^{13}، دوم به اول

۳۰۴- بار $+Q$ را به یک پوسته‌ی فلزی بدون بار نزدیک می‌کنیم، به طوری که با آن تماس حاصل نکند. کدام گزینه درباره‌ی آرایش بارهای القایی در پوسته درست است؟



۱) 

۲) 

۳) 

۴) هیچ‌کدام

۳۰۵- کره‌ی فلزی خنثی روی پایه‌ی عایقی قرار دارد. اگر یک میله‌ی پلاستیکی را به پارچه‌ی پشمی مالش داده و به کره نزدیک کنیم و در این حالت دست خود را به کره چسبانده و جدا کنیم و سپس میله را دور کنیم، کره از نظر بار الکتریکی چگونه خواهد بود؟ (پارچه پشمی در سری الکتریسیته مالشی (تریبوالکتریک) بالاتر از میله پلاستیکی قرار می‌گیرد.)

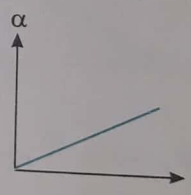
۱) بار منفی در سطح خارجی کره پخش می‌شود.

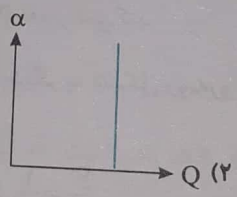
۲) بار مثبت در سطح خارجی کره پخش می‌شود.

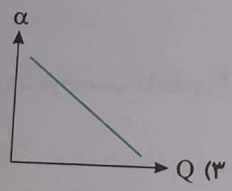
۳) بار مثبت یا منفی در یک طرف کره جمع می‌شود.

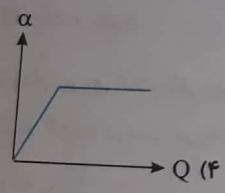
۴) کره خنثی می‌ماند.

۳۰۶- کدام‌یک از نمودارهای زیر ممکن است تغییرات کیفی α (زاویه‌ی بین دو ورقه‌ی الکتروسکوپ) بر حسب Q (بار داده شده به الکتروسکوپ) را نمایش دهد؟

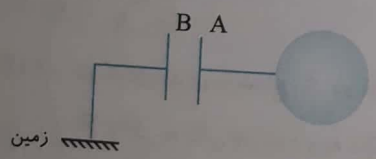
۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

۳۰۷- مطابق شکل، کره و صفحه‌ی رسانای A با سیم به هم متصل شده و هر دو دارای بار مثبت هستند. اگر انگشت خود را بدون ایجاد تماس به کره نزدیک کنیم، بار صفحه‌ی رسانای B چگونه تغییر می‌کند؟



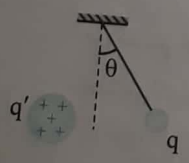
۱) تغییر نمی‌کند.

۲) افزایش می‌یابد.

۳) کاهش می‌یابد.

۴) افزایش می‌یابد یا بدون تغییر می‌ماند.

۳۰۸- بار نقطه‌ای $+q$ از ریسمان عایقی مطابق شکل آویزان است. دو کره‌ی مشابه با بار یکسان $+q'$، اولی رسانا و دومی نارسانا با توزیع بار یکنواخت را در نظر بگیرید. یک بار کره‌ی اولی و بار دیگر کره‌ی دومی را به بار نقطه‌ای نزدیک می‌کنیم. کدام گزینه درباره‌ی زاویه‌ی انحراف θ درست است؟



۱) در حالت اول که کره رسانا است، زاویه‌ی انحراف از حالت دوم بیش‌تر است.

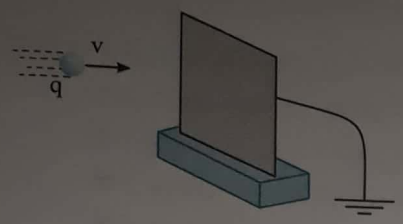
۲) در حالت اول که کره رسانا است، زاویه‌ی انحراف از حالت دوم کم‌تر است.

۳) در دو حالت یکسان است.

۴) در حالت اول $\theta \neq 0$، اما در حالت دوم $\theta = 0$ است.

Scanned by CamScanner

۳۰۹- یک ذره‌ی باردار مطابق شکل به طرف یک ورقه‌ی فلزی بدون بار که به زمین متصل است، پرتاب می‌شود. هر چه بار به ورقه نزدیک‌تر می‌شود، اندازه‌ی شتاب ذره چگونه تغییر می‌کند؟



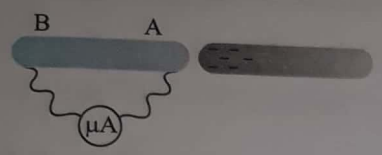
۱) زیادتر می‌شود.

۲) کم‌تر می‌شود.

۳) تغییر نمی‌کند.

۴) بسته به علامت بار، کم یا زیاد می‌شود.

۳۱۰- میله‌ی پلاستیکی را با مالش باردار می‌کنیم و نزدیک یک سر میله‌ی رسانای AB که دو سر آن با سیم نازکی به یک میکروآمپرسنج متصل است، نگه می‌داریم. در این صورت میکروآمپرسنج، .....



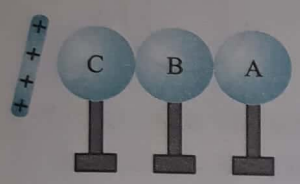
۱) عبور جریان دائم از A به B را نشان می‌دهد.

۲) عبور جریان دائم از B به A را نشان می‌دهد.

۳) عبور جریانی را نشان نمی‌دهد.

۴) عبور جریان را تا زمانی نشان می‌دهد که بارهای القایی خنثی شوند.

۳۱۱- مطابق شکل میله‌ی شیشه‌ای با بار مثبت، مجاور سه کره‌ی فلزی و خنثی قرار دارد. در همین حالت ابتدا کره‌ی A را از مجموعه جدا می‌کنیم و پس از دور کردن میله، کره‌های C و B را از هم جدا می‌کنیم. بار کره‌های C ، B و A به ترتیب از راست به چپ کدام است؟



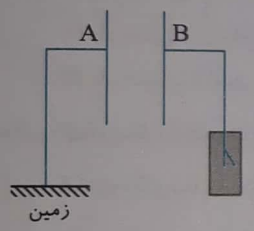
۱) منفی، منفی، مثبت

۲) منفی، خنثی، مثبت

۳) منفی، مثبت، خنثی

۴) منفی، مثبت، خنثی

۳۱۲- دو صفحه‌ی A و B مطابق شکل موازی هم قرار دارند. صفحه‌ی A را به زمین و صفحه‌ی B را به الکتروسکوپ وصل کرده‌ایم. ورقه‌های الکتروسکوپ باز هستند. اگر یک صفحه‌ی شیشه‌ای بدون بار را بین این دو صفحه وارد کنیم، انحراف ورقه‌های الکتروسکوپ، .....



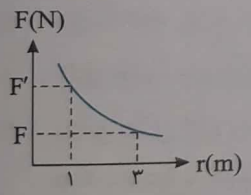
۱) کم می‌شود.

۲) ابتدا زیاد و سپس کم می‌شود.

۳) زیاد می‌شود.

۴) تغییر نمی‌کند.

۳۱۳- نمودار نیروی الکتریکی بین دو الکترون برحسب فاصله‌ی آن‌ها از یک‌دیگر به شکل روبه‌رو است. کدام گزینه درست می‌باشد؟



۱) $\frac{F'}{F}=۳$

۲) $\frac{F'}{F}=\frac{۱}{۳}$

۳) $\frac{F'}{F}=\frac{۱}{۹}$

۴) $\frac{F'}{F}=۹$

۳۱۴- دو کره‌ی فلزی به شعاع R در فاصله‌ی ۴R از یک‌دیگر قرار دارند. اگر به هر کره بار +q بدهیم، اندازه‌ی نیرویی که بر هم وارد می‌کنند $F_۱$ و اگر به یکی بار +q و به دیگری بار −q بدهیم، اندازه‌ی نیرویی که بر هم وارد می‌کنند $F_۲$ می‌شود. کدام رابطه درست است؟

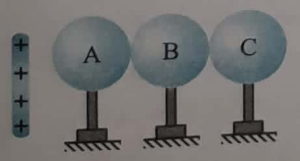
۱) $F_۲<F_۱$

۲) $F_۲=F_۱$

۳) $F_۱<F_۲$

۴) بستگی به R دارد.

۳۱۵- سه کره‌ی رسانای مشابه A ، B و C مطابق شکل روی پایه‌های عایق قرار دارند. اندازه‌ی بار القا شده در کره‌ی A برابر ۸۰ nC است. ابتدا به طور همزمان سه کره را از هم دور کرده، سپس میله را دور می‌کنیم. حال کره‌ی A را به کره‌ی B تماس داده و جدا می‌کنیم و آن‌گاه C را با B تماس داده و جدا می‌کنیم. بار کره‌ی B در نهایت چند نانوکولن است؟



۱) −۲۰

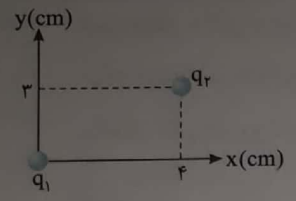
۲) −۴۰

۳) +۲۰

۴) +۴۰

Scanned by CamScanner

۳۱۶- مطابق شکل دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_1=-10\,\mu C$ و $q_2=5\,\mu C$ روی صفحات مختصات ثابت شده‌اند. نیروی الکتریکی وارد بر بار q_2 از طرف بار q_1 در SI کدام است؟ $(k=9\times10^9\,\frac{N\cdot m^2}{C^2})$



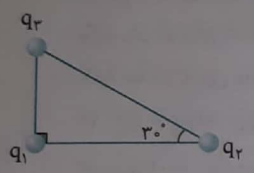
(قلم‌چی)

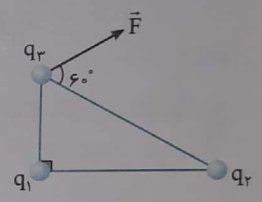
۱) $144\vec{i}+108\vec{j}$
۲) $-144\vec{i}-108\vec{j}$
۳) $108\vec{i}+144\vec{j}$
۴) $-108\vec{i}-144\vec{j}$

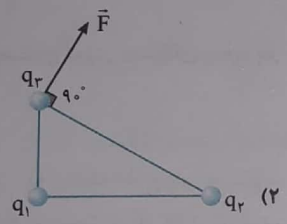
۳۱۷- دو کره‌ی رسانا با شعاع یکسان و دارای بارهای q_1 و q_2، در فاصله‌ی معین r به یک‌دیگر نیروی الکتریکی F وارد می‌کنند. اگر این دو کره را به یک‌دیگر تماس داده و دوباره به همان فاصله ببریم، اندازه‌ی نیروی الکتریکی که به یک‌دیگر وارد می‌کنند، نسبت به قبل چگونه تغییر می‌کند؟

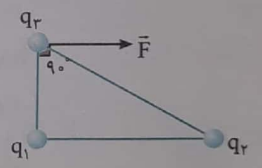
۱) افزایش می‌یابد.
۲) کاهش می‌یابد.
۳) ثابت می‌ماند.
۴) بسته به شرایط هر سه حالت ممکن است.

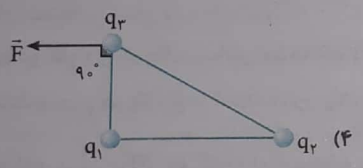
۳۱۸- در شکل روبه‌رو بارهای الکتریکی نقطه‌ای q_1 و q_3 مثبت و q_2 منفی است. اگر اندازه‌ی بار q_2 چهار برابر بار q_1 باشد، کدام‌یک از شکل‌های زیر برایند نیروهای الکتروستاتیکی وارد بر بار q_3 را درست نشان می‌دهد؟



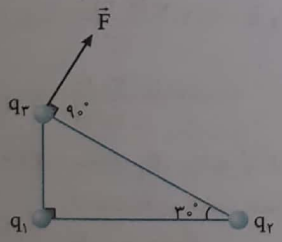
۱)


۲)


۳)


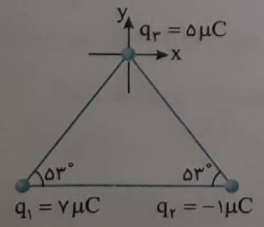
۴)


۳۱۹- در شکل روبه‌رو، $\vec{F}$ برایند نیروهای الکتریکی است که q_1 و q_2 بر q_3 وارد می‌کنند. کدام‌یک از گزینه‌های زیر در مورد بارهای q_1 و q_2 درست است؟



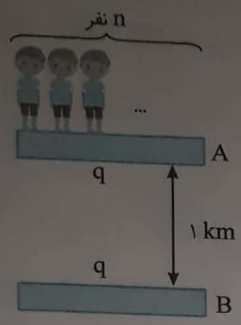
۱) همنام و $|q_2|<|4q_1|$
۲) همنام و $|q_1|<|4q_2|$
۳) ناهمنام و $|q_2|<|4q_1|$
۴) ناهمنام و $|q_1|>|4q_2|$

۳۲۰- سه ذره‌ی باردار مطابق شکل زیر، در سه رأس یک مثلث ثابت شده‌اند. اگر خط واصل q_1 و q_2 موازی محور x باشد، بردار برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_3، زاویه‌ی چند درجه با محور x می‌سازد؟ $(k=9\times10^9\,\frac{N.m^2}{C^2}$ و $\sin 53^\circ=0/8)$ (سراسری خارج از کشور تجربی - ۹۶)



۱) صفر
۲) ۳۷
۳) ۴۵
۴) ۵۳

Scanned by CamScanner

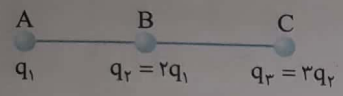


۳۲۱- مطابق شکل روبه‌رو دو صفحه‌ی نازک و نارسانای A و B که جرم هر یک از آن‌ها ۴۵۰kg می‌باشد، به طور موازی و افقی روبه‌روی هم قرار دارند. اگر هر یک از صفحه‌ها دارای بار الکتریکی $q=۱C$ در مرکز خود باشند، حداقل چند نفر که جرم هر یک از آن‌ها ۷۵kg است، روی صفحه‌ی بالایی بایستند تا صفحه‌ی بالایی شروع به پایین آمدن بکند؟ $(g=۱۰\frac{N}{kg}\ ,\ k=۹\times۱۰^{۹}\frac{N\cdot m^{۲}}{C^{۲}})$

۱) ۱۵ ۲) ۱۰

۳) ۸ ۴) ۶

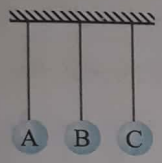
۳۲۲- مطابق شکل سه بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۱$، $q_۲$ و $q_۳$ روی یک خط راست ثابت شده‌اند. اندازه‌ی نیروی الکتریکی وارد از طرف بار $q_۱$ به بار $q_۲$، ۴ برابر اندازه‌ی نیروی الکتریکی وارد از طرف بار $q_۲$ به بار $q_۳$ است. اگر $AB=۵\sqrt{۶}cm$ باشد، طول BC چند سانتی‌متر است؟



۱) ۲۰ ۲) ۴۰

۳) ۶۰ ۴) ۸۰

۳۲۳- مطابق شکل روبه‌رو، سه گلوله‌ی فلزی بسیار کوچک، مشابه و بدون بار که از نخ‌های عایق با طول یکسان آویزان شده‌اند، در فاصله‌های یکسان از یک‌دیگر قرار دارند. اگر آن‌ها را باردار کنیم و گلوله‌ها در همین وضعیت باقی بمانند، کدام رابطه برای بار گلوله‌ها درست است؟ (قلم‌چی)



۱) $q_A=q_B=q_C$ ۲) $q_A=q_C=۲q_B$

۳) $q_A=q_C=-۴q_B$ ۴) $q_A=q_C=-۲q_B$

۳۲۴- بار نقطه‌ای q درون یک پوسته‌ی کروی رسانای بدون بار خالص قرار دارد. از طرف کره بر بار q، .....

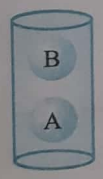
۱) نیرویی وارد نمی‌شود.

۲) نیرویی در راستای شعاع و به سمت خارج وارد می‌شود.

۳) نیرویی در راستای شعاع و به سمت مرکز وارد می‌شود.

۴) نیرویی در راستای عمود بر شعاع وارد می‌شود.

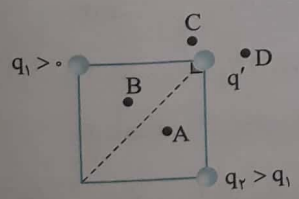
۳۲۵- مطابق شکل روبه‌رو، دو گلوله‌ی کوچک رسانای مشابه که دارای بارهای الکتریکی $q_A=-۴\mu C$ و $q_B=۲\mu C$ هستند و جرم هر یک ۱۰g است، درون یک استوانه‌ی عایق و ایستاده رها می‌شوند. پس از تعادل، فاصله‌ی بین مراکز دو گلوله در استوانه چند سانتی‌متر است؟ $(g=۱۰\frac{N}{kg}$، $k=۹\times۱۰^{۹}\frac{N\cdot m^{۲}}{C^{۲}})$ و از تمامی اصطکاک‌ها صرف نظر شود.) (قلم‌چی)



۱) ۳۰ ۲) ۴۰

۳) ۱۵ ۴) ۲۰

۳۲۶- سه بار $q_۱$، $q_۲$ و q' در سه رأس مربعی مطابق شکل قرار دارند. با قرار دادن بار $q_۳<۰$ در یکی از نقطه‌های مشخص شده، بار q' در حال تعادل قرار می‌گیرد. کدام نقطه می‌تواند محل قرار گرفتن بار $q_۳$ باشد؟



۱) A ۲) B

۳) C ۴) D

* ۳۲۷- سه بار الکتریکی $+q$، $+q$ و $-q$ در سه رأس مثلث متساوی‌الاضلاعی قرار دارند. اندازه‌ی نیروی خالص وارد بر $-q$ چند برابر اندازه‌ی نیروی خالص وارد بر هر یک از بارهای $+q$ می‌باشد؟ ۱

۱) $\sqrt{۳}$ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) $\frac{۱}{۲}$

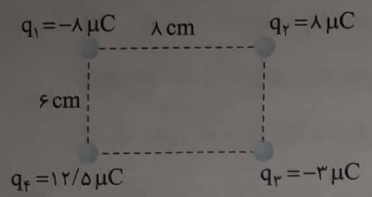
۱- تست‌هایی که با علامت * مشخص شده‌اند، در برنامه رسمی کتاب درسی نیستند اما سعی کرده‌ایم که به کمک مطالبی که در ریاضی هشتم خوانده‌اید به حل آن‌ها بپردازیم.

Scanned by CamScanner

* ۳۲۸- سه بار الکتریکی مثبت مساوی در سه رأس یک مثلث متساوی‌الاضلاع قرار گرفته‌اند. اگر یک بار الکتریکی منفی در مرکز این مثلث قرار گیرد، نیروی خالص وارد از طرف بارهای مثبت بر این بار .....

۱) در امتداد یکی از نیمسازها است.
۲) موازی با یکی از اضلاع است.
۳) عمود بر صفحه‌ی مثلث است.
۴) صفر است.

* ۳۲۹- چهار بار الکتریکی در رأس‌های مستطیلی مطابق شکل قرار دارند. نیروی وارد بر $q_۲$ چند نیوتون است؟ (سراسری خارج از کشور ریاضی - ۹۰)

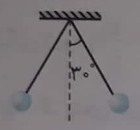


۱) ۳۰
۲) ۶۰
۳) $۶\sqrt{۱۰}$
۴) $۹\sqrt{۱۰}$

* ۳۳۰- خازن‌های $C_۱$ و $C_۲$ را ابتدا به صورت جداگانه به دو سر مولد ۱۰ ولتی وصل می‌کنیم و بار دیگر به‌صورت سری و در نهایت به‌صورت موازی به دو سر همان مولد وصل می‌کنیم. اگر انرژی ذخیره شده در این چهار مدار از کمترین تا بیشترین مقدار عبارت از $۷۵\mu J$، $۱۰۰\mu J$، $۳۰۰\mu J$ و $۴۰۰\mu J$ باشد، از این دو خازن، آنکه ظرفیت کمتری دارد، چند میکروفارادی است؟ (سراسری خارج از کشور ریاضی - ۹۶)

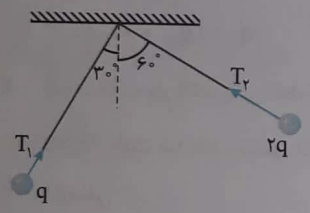
۱) ۰/۷۵
۲) ۱
۳) ۱/۵۰
۴) ۲

۳۳۱- دو گلوله‌ی کوچک که جرم هر یک برابر m و مقدار بار خالص هر کدام ۸ میکروکولن است، به وسیله‌ی دو رشته نخ سبک که طول هر یک ۶۰ cm است، از نقطه‌ای مطابق شکل آویزانند و به حال سکون قرار دارند. وزن هر گلوله چند نیوتون است؟



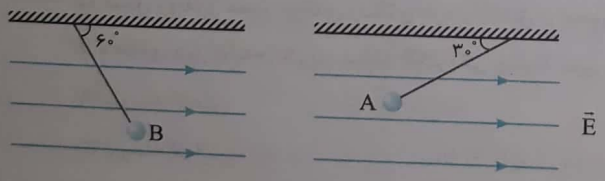
۱) ۳/۲
۲) $۱/۶\sqrt{۳}$
۳) $۳/۲\sqrt{۳}$
۴) ۴

۳۳۲- در شکل روبه‌رو دو آونگ الکتریکی باردار و هم‌طول، در حالت تعادل قرار دارند. کشش نخ $T_۱$ چند برابر کشش نخ $T_۲$ است؟ (سراسری ریاضی - ۹۵)



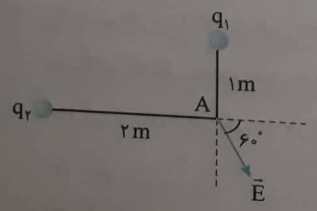
۱) $\frac{۱}{۲}$
۲) $\frac{\sqrt{۳}}{۳}$
۳) $\sqrt{۳}$
۴) ۲

۳۳۳- مطابق شکل زیر، دو آونگ الکتریکی A و B را جداگانه در میدان الکتریکی یکنواختی به بزرگی $E=۲\times۱۰^۵\ \frac{N}{C}$ قرار می دهیم. ملاحظه می‌شود که دو آونگ با زاویه‌های نشان داده شده در حال تعادل قرار می‌گیرند. نسبت جرم گلوله‌ی آونگ A به جرم گلوله‌ی آونگ B کدام است؟ $(|q_A|=۴\mu C\ ,\ |q_B|=۲\mu C)$ (قلم‌چی)



۱) $\frac{۱}{۲}$
۲) $\frac{۲}{۳}$
۳) ۴
۴) ۶

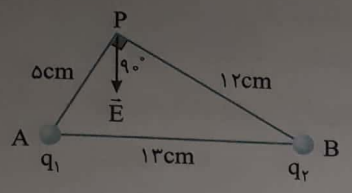
۳۳۴- در شکل روبه‌رو برایند میدان الکتریکی دو بار نقطه‌ای $q_۱$ و $q_۲$ در نقطه‌ی A رسم شده است. $\frac{q_۱}{q_۲}$ کدام است؟



۱) $\frac{\sqrt{۳}}{۴}$
۲) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$
۳) $\frac{\sqrt{۳}}{۳}$
۴) $\sqrt{۲}$

Scanned by CamScanner

۳۳۵- در شکل زیر میدان برایند حاصل از بارهای q_1 و q_2 در نقطه‌ی P بر AB عمود است. کدام‌یک از گزینه‌های زیر در مورد بارهای q_1 و q_2 درست است؟



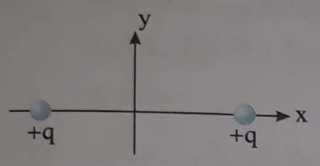
۱) q_1 مثبت، q_2 منفی، اندازه‌ی q_1 بیش‌تر از اندازه‌ی q_2 است.

۲) هر دو منفی، اندازه‌ی q_1 بیش‌تر از اندازه‌ی q_2 است.

۳) هر دو منفی، اندازه‌ی q_2 بیش‌تر از اندازه‌ی q_1 است.

۴) q_1 منفی، اندازه‌ی q_1 بیش‌تر از اندازه‌ی q_2 است.

۳۳۶- در شکل زیر، دو بار الکتریکی هم‌اندازه روی محور x قرار دارند. روی محور y (عمود منصف خط واصل بارها) از منفی بی‌نهایت تا مثبت بی‌نهایت جابه‌جا می‌شویم. اندازه‌ی میدان الکتریکی حاصل از بارهای الکتریکی در این جابه‌جایی از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟



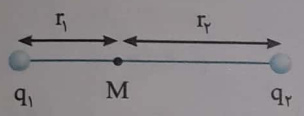
۱) افزایش، کاهش، افزایش، کاهش

۲) افزایش، کاهش، افزایش

۳) کاهش، افزایش، کاهش

۴) کاهش، افزایش، کاهش، افزایش

۳۳۷- در شکل زیر $r_1 = \frac{1}{2} r_2$ و میدان الکتریکی در نقطه‌ی M برابر $\vec{E}$ است. وقتی بار q_2 را خنثی کنیم، میدان در نقطه‌ی M برابر $-0/8\vec{E}$ می‌شود. گزینه‌ی درست در مورد بارهای q_1 و q_2 کدام است؟



۱) همنام و $q_1 = 9q_2$

۲) همنام و $q_2 = 9q_1$

۳) ناهمنام و $q_1 = 2q_2$

۴) ناهمنام و $q_2 = 2q_1$

۳۳۸- به تعداد ده بار الکتریکی نقطه‌ای که هر کدام دارای بار الکتریکی $-40\mu C$ هستند، به فاصله‌ی مساوی روی محیط دایره‌ای به شعاع $60cm$ ثابت شده‌اند. میدان الکتریکی حاصل از این بارها در مرکز دایره چند نیوتون بر کولن است؟

۱) صفر

۲) $2/5\times10^6$

۳) 5×10^6

۴) 10^7

۳۳۹- از سیم رسانای نازکی، یک حلقه‌ی دایره‌ای شکل به شعاع $10cm$ ساخته‌ایم. به حلقه بار الکتریکی $+10\mu C$ می‌دهیم. میدان الکتریکی در مرکز حلقه چند نیوتون بر کولن است؟

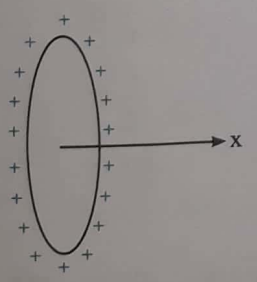
۱) 9×10^6

۲) $1/8\times10^7$

۳) صفر

۴) با داده‌های مسأله قابل محاسبه نیست.

۳۴۰- در شکل روبه‌رو، محور حلقه‌ی رسانای باردار منطبق بر محور x ها است. اگر روی این محور، از مرکز حلقه تا فاصله‌ی دور جابه‌جا شویم، میدان الکتریکی چگونه تغییر می‌کند؟



۱) پیوسته کاهش

۲) پیوسته افزایش

۳) ابتدا افزایش، سپس کاهش

۴) ابتدا کاهش، سپس افزایش

۳۴۱- با سیم فلزی نازکی به طول $18cm$ حلقه‌ی دایره شکلی به شعاع $3cm$ ساخته‌ایم که مطابق شکل در حلقه شکاف باریکی وجود دارد. به سیم بار الکتریکی $+6\mu C$ می‌دهیم. با فرض توزیع یکنواخت بار روی حلقه، بزرگی میدان الکتریکی در مرکز حلقه چند نیوتون بر کولن است؟ $(\pi = 3/14)$

۱) صفر

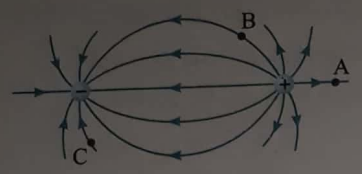
۲) $2/8\times10^6$

۳) $5/72\times10^7$

۴) $2/8\times10^7$

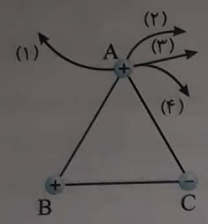
Scanned by CamScanner

۳۴۲- در شکل زیر، خط‌های میدان یک دو قطبی الکتریکی نشان داده شده است. بار $+q$ را باید در کدام نقطه قرار دهیم تا در امتداد یک خط میدان حرکت کند؟



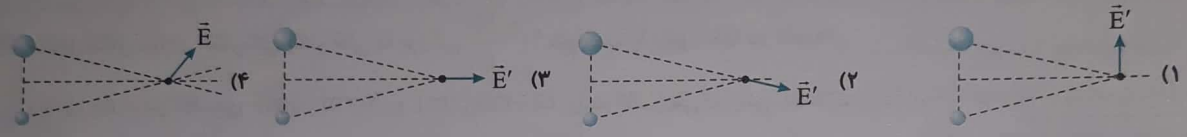
۱) A
۲) B
۳) C
۴) در هر یک از سه نقطه‌ی A، B و C

۳۴۳- در شکل روبه‌رو سه بار هم‌اندازه در سه رأس یک مثلث متساوی‌الاضلاع بر سطح افقی بدون اصطکاکی نگه داشته شده‌اند. اگر بار واقع در نقطه‌ی A رها شود، کدام گزینه مسیر حرکت آن را بهتر نشان می‌دهد؟

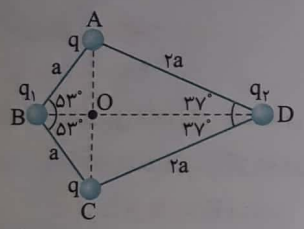


۱) (۱)
۲) (۲)
۳) (۳)
۴) (۴)

۳۴۴- در شکل روبه‌رو دو کره‌ی فلزی باردار نشان داده شده و در نقطه‌ای روی عمود منصف آن‌ها میدان الکتریکی ناشی از دو بار رسم شده است. اگر دو کره را با هم تماس داده و مجدداً به جای اولیه باز گردانیم، کدام شکل می‌تواند بردار میدان الکتریکی در همان نقطه باشد؟

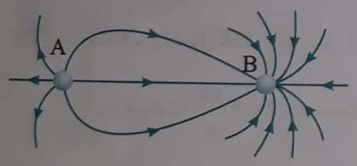


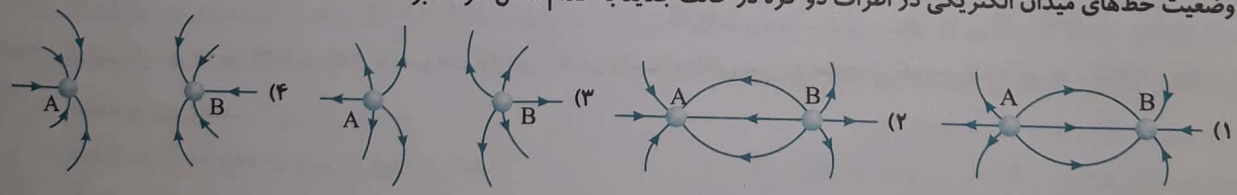
۳۴۵- مطابق شکل روبه‌رو در چهار رأس چهارضلعی بارهایی قرار می‌دهیم. اگر میدان خالص در نقطه‌ی O برابر صفر باشد، نسبت $\frac{q_1}{q_2}$ برابر کدام گزینه است؟



۱) $\frac{3}{8}$
۲) $\frac{8}{3}$
۳) $\frac{9}{64}$
۴) $\frac{64}{9}$

۳۴۶- در شکل روبه‌رو، خط‌های میدان الکتریکی در اطراف دو کره‌ی فلزی یکسان و باردار A و B که در فاصله‌ی d از هم قرار دارند، نشان داده شده است. اگر این دو کره را به یک‌دیگر تماس دهیم و پس از برقراری تعادل، آن‌ها را جدا کنیم و مجدداً در همان فاصله‌ی قبلی (d) قرار دهیم، وضعیت خط‌های میدان الکتریکی در اطراف دو کره در حالت جدید به کدام شکل خواهد بود؟

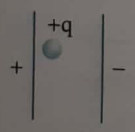




۳۴۷- شش بار الکتریکی $+q$ با فاصله‌های مساوی روی محیط دایره‌ای به شعاع r قرار گرفته‌اند. پنج بار را به تصادف انتخاب می‌کنیم. برایند میدان‌های الکتریکی این ۵ بار در مرکز دایره برابر است با .....

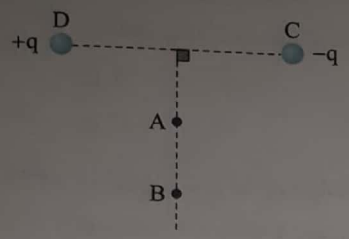
۱) صفر
۲) $\frac{5kq}{r^2}$
۳) $\frac{4kq}{r^2}$
۴) $\frac{kq}{r^2}$

۳۴۸- دو صفحه‌ی رسانای موازی را به اختلاف پتانسیل ثابتی وصل می‌کنیم. ذره‌ای به وزن W و بار $+q$ را مطابق شکل میان دو صفحه رها می‌کنیم. کدام‌یک از شکل‌های زیر مسیر حرکت ذره را در فضای میان دو صفحه درست نشان می‌دهد؟



Scanned by CamScanner

۳۴۹- در شکل مقابل، دو بار الکتریکی نقطه‌ای q و q− در دو سر پاره‌خط DC واقع شده‌اند. کدام گزینه در مورد کار میدان الکتریکی در جابه‌جایی یک بار الکتریکی نقطه‌ای منفی از نقطه‌ی A تا نقطه‌ی B روی عمود منصف این پاره‌خط (W_{AB}) صحیح است؟ (قلم‌چی)



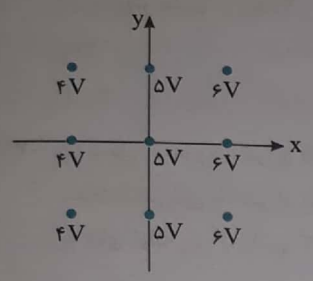
۱) $W_{AB} < ۰$

۲) $W_{AB} > ۰$

۳) $W_{AB} = ۰$

۴) بسته به فاصله‌ی نقاط A و B از وسط پاره‌خط DC، هر سه گزینه ممکن است.

۳۵۰- در شکل روبه‌رو پتانسیل الکتریکی در چند نقطه از میدان الکتریکی نوشته شده است. میدان الکتریکی در مبدأ مختصات در چه جهتی است؟



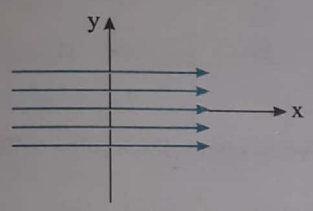
۱) در جهت محور xها

۲) در خلاف جهت محور xها

۳) در جهت محور yها

۴) در خلاف جهت محور yها

۳۵۱- مطابق شکل میدان الکتریکی یکنواختی به بزرگی $۱۰^۴ \frac{N}{C}$ هم‌جهت با محور xها در ناحیه‌ای وجود دارد. دو نقطه‌ی $A(۲m, ۵m)$ و $B(-۳m, ۱m)$ را در نظر می‌گیریم. اختلاف پتانسیل $V_A - V_B$ چند ولت است؟



۱) -۵×۱۰^۴

۲) ۵×۱۰^۴

۳) ۴×۱۰^۴

۴) -۴×۱۰^۴

۳۵۲- پتانسیل الکتریکی نقطه‌های A و B که در میدان الکتریکی حاصل از ذره‌ی باردار q روی یک خط میدان واقع‌اند، به ترتیب $-۱۸V$ و $-۸V$ است. کدام گزینه در مورد جهت میدان الکتریکی درست است؟

۱) الزاماً از A به B است.

۲) الزاماً از B به A است.

۳) ممکن است از A به B باشد.

۴) ممکن است از B به A باشد.

۳۵۳- اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه‌ی A و B، $V_B - V_A = ۱۰ V$ است. چنانچه ذره‌ای به جرم ۲ میلی‌گرم و بار $+۵ \mu C$ از نقطه‌ی A با سرعت $۵\sqrt{۶} \frac{m}{s}$ به سمت نقطه‌ی B پرتاب شود، سرعت آن در نقطه‌ی B چند متر بر ثانیه است؟

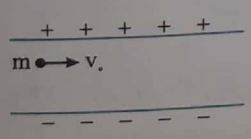
۱) ۱۰

۲) $۱۰\sqrt{۲}$

۳) ۵

۴) $۵\sqrt{۲}$

۳۵۴- در شکل زیر ذره‌ی m با بار q+ با سرعت اولیه‌ی $\vec{v}_۰$ در راستای افقی بین دو صفحه پرتاب می‌شود. هر قدر اختلاف پتانسیل بین دو صفحه بیش‌تر باشد، .....



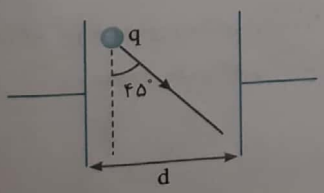
۱) ذره زودتر به صفحه‌ی پایین برخورد می‌کند.

۲) ذره دیرتر به صفحه‌ی پایین برخورد می‌کند.

۳) جابه‌جایی افقی ذره بیش‌تر است.

۴) مؤلفه‌ی افقی سرعت ذره بیش‌تر است.

۳۵۵- گلوله‌ی کوچکی با بار q و وزن W، مطابق شکل میان دو صفحه‌ی خازن تختی رها شده است. اگر اختلاف پتانسیل دو صفحه برابر V و مسیر حرکت با زاویه‌ی ۴۵ درجه نسبت به خط قائم باشد، بار q کدام است؟



۱) $\frac{W}{V}$

۲) $\frac{Wd}{V}$

۳) $\frac{۲Wd}{V}$

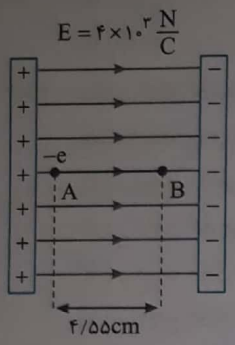
۴) $\frac{W}{۲V}$

Scanned by CamScanner

۳۵۶- اندازه‌ی نیروی وارد بر بار نقطه‌ای q واقع در بین دو صفحه‌ی رسانای موازی که مساحت هر یک A و اختلاف پتانسیل بین آن‌ها V است و به فاصله‌ی کوچک d از هم واقع‌اند، کدام است؟

۱) $\frac{AqV}{d}$ ۲) $\frac{qV}{d}$ ۳) qVd ۴) $AqVd$

۳۵۷- در میدان الکتریکی یکنواخت نشان داده شده در شکل روبه‌رو، الکترونی از نقطه‌ی A با سرعت v_0 به سمت راست پرتاب می‌شود و در نهایت در نقطه‌ی B متوقف می‌شود. اندازه‌ی v_0 چند متر بر ثانیه است؟ ($e=1/6\times10^{-19}C$ ، $m_e=9/1\times10^{-31}kg$ و از نیروی وزن وارد بر الکترون صرف نظر شود.) (قلم‌چی)



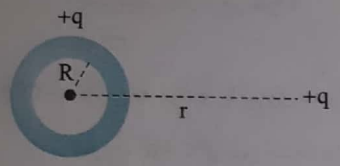
۱) 4×10^{6}

۲) 2×10^{6}

۳) 6×10^{6}

۴) 8×10^{6}

۳۵۸- یک پوسته‌ی کروی رسانا به شعاع R با بار +q مفروض است. یک بار +q دیگر را مطابق شکل به فاصله‌ی r از مرکز پوسته‌ی کروی قرار می‌دهیم. در این صورت، .....



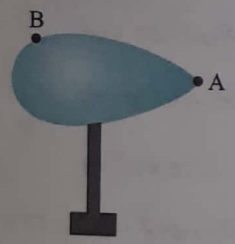
۱) در سطح داخلی پوسته‌ی کروی بار مثبت القا می‌شود.

۲) بار +q در سطح خارجی پوسته به طور یکنواخت توزیع می‌شود.

۳) نیروی وارد بر بار +q برابر $\frac{kq^2}{r^2}$ است.

۴) در سطح داخلی پوسته باری القا نمی‌شود.

۳۵۹- با فرض آن که تراکم بار الکتریکی در ناحیه‌ی A از سطح خارجی جسم رسانا در شکل روبه‌رو ۵ برابر تراکم بار الکتریکی در ناحیه‌ی B باشد، کار الکتریکی انجام شده برای جابه‌جایی بار q از A تا B، .....



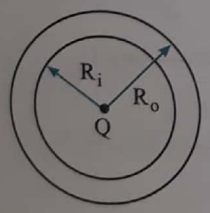
۱) برابر ۵۰q است.

۲) بزرگ‌تر از ۵۰q است.

۳) کم‌تر از ۵۰q است.

۴) صفر است.

۳۶۰- بار نقطه‌ای مثبت Q در مرکز یک پوسته‌ی کروی فلزی قرار دارد. با توجه به شکل زیر، کدام‌یک از گزینه‌های زیر درست است؟ (r فاصله‌ی یک نقطه از محیط تا بار نقطه‌ای است.)



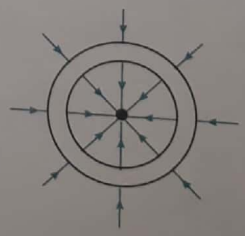
۱) میدان E همه‌جا صفر است.

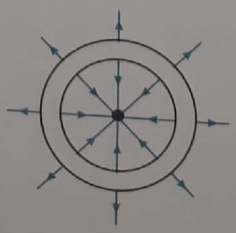
۲) $E=0$ به ازای $r<R_i$ ، $E\neq0$ به ازای $r>R_o$

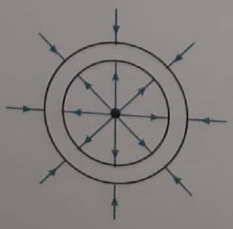
۳) $E\neq0$ به ازای $r<R_i$ ، $r>R_o$

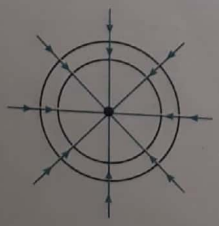
۴) $E=0$ به ازای $r>R_o$ ، $E\neq0$ به ازای $r<R_i$

۳۶۱- یک بار منفی در مرکز کره‌ی رسانای توخالی که نخست بدون بار بوده است، قرار دارد. کدام‌یک از شکل‌های زیر خطوط میدان را درست‌تر نشان خواهند داد؟

۱) 

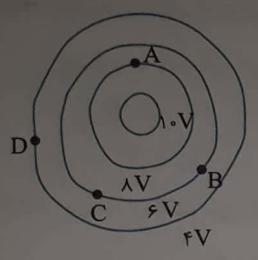
۲) 

۳) 

۴) 

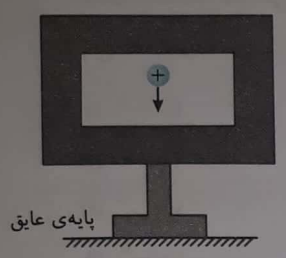
Scanned by CamScanner

۳۶۲- در شکل مقابل چند خط هم‌پتانسیل ناشی از توزیع باری در صفحه‌ی کاغذ را مشاهده می‌کنید. در کدام نقطه بر الکترون نیروی پایین‌سو وارد می‌شود؟



۱) A
۲) B
۳) C
۴) D

۳۶۳- مطابق شکل جعبه‌ی نارسانای بدون باری در اختیار داریم. اگر گلوله‌ای فلزی که دارای بار الکتریکی مثبت است، روی جداره‌ی داخل جعبه قرار داده شود، بار مثبت، ..... (قلم‌چی)



۱) در سطح داخلی جعبه پخش می‌شود.
۲) در سطح خارجی جعبه پخش می‌شود.
۳) در همان محل تماس باقی می‌ماند.
۴) در حجم جعبه پخش می‌شود.

۳۶۴- یک خازن که فاصله‌ی بین صفحه‌های آن $5mm$ و عایق بین صفحه‌های آن هوا است، دارای ظرفیت $15\mu F$ می‌باشد. اگر یک تیغه‌ی فلزی به ضخامت $2mm$ که مساحت آن برابر مساحت صفحه‌های خازن است به موازات صفحه‌ها بین آن‌ها قرار دهیم، ظرفیت خازن چند میکروفاراد می‌شود؟

۱) ۱۵ ۲) ۲۵ ۳) ۱۰ ۴) ۱۸

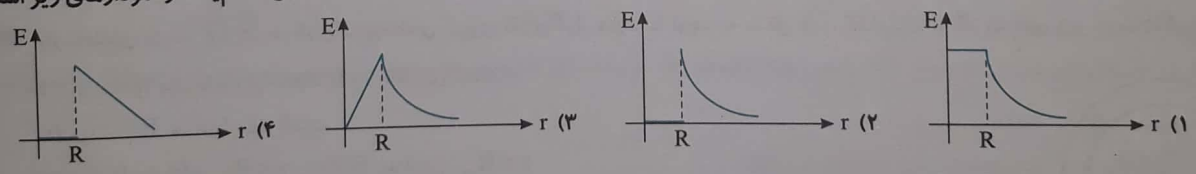
۳۶۵- خازنی به مولدی با نیروی محرکه‌ی $20\ V$ وصل است. فاصله‌ی صفحه‌های آن $1\ mm$ و دی‌الکتریک آن هوا است. اگر دی‌الکتریک با ضریب $k=5$ را بین صفحه‌های خازن قرار دهیم، میدان الکتریکی ایجاد شده توسط دوقطبی‌های دی‌الکتریک چند نیوتون بر کولن است؟

۱) 2×10^{4} ۲) 8×10^{4} ۳) 5×10^{3} ۴) 10^{5}

۳۶۶- خازنی به مولد وصل شده و سپس از آن جدا می‌شود. چگالی بار روی صفحه‌های خازن $10^{-8}\ \frac{C}{m^2}$ است. دی‌الکتریک خازن، هوا بوده است. دی‌الکتریک با ضریب $k=5$ را بین صفحه‌های خازن قرار می‌دهیم. میدان الکتریکی ایجاد شده توسط دوقطبی‌های دی‌الکتریک، چند نیوتون بر کولن است؟ ($\varepsilon_0 = 8\times10^{-12}\ \frac{C^2}{N.m^2}$)

۱) $1/25\times10^{3}$ ۲) $2/5\times10^{2}$ ۳) 10^{3} ۴) $6/25\times10^{3}$

۳۶۷- اگر به کره‌ی رسانایی به شعاع R بار q بدهیم، نمودار میدان الکتریکی بر حسب فاصله از مرکز کره مطابق کدام‌یک از نمودارهای زیر است؟



Scanned by CamScanner

آزمون

آزمون

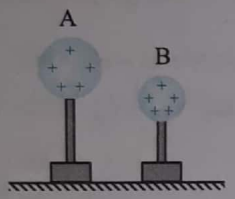
۱- **نارساناهای باردار و فلزهای بی‌بار .....**

۱) همواره یک‌دیگر را با نیروی الکتریکی می‌رانند.
۲) بر یک‌دیگر نیروی الکتریکی وارد نمی‌کنند.
۳) همواره یک‌دیگر را با نیروی الکتریکی می‌ربایند.
۴) بسته به علامت بار، می‌توانند یک‌دیگر را بربایند یا برانند.

۲- **دو بار نقطه‌ای $-2Q$ و $+Q$ مفروض است. کدام گزینه صحیح است؟** (آزمون داخلی پیام نور - ۷۸)

۱) از هر نقطه‌ی واقع در فضای اطراف دو بار، حتما یک خط میدان می‌گذرد.
۲) در نواحی بسیار دور از دو بار، نقش میدان، مشابه میدان حاصل از بار $3Q$ است.
۳) تعداد خطوط میدانی که به بار $-2Q$ وارد می‌شوند، نصف تعداد خطوطی است که از بار Q خارج می‌شوند.
۴) خطوط میدان نسبت به خط واصل بین دو بار دارای تقارن هستند.

۳- **دو کره‌ی رسانای باردار A و B مطابق شکل روی پایه‌های عایق قرار دارند و $q_A = q_B$ و $r_A > r_B$ است. اگر این دو کره را با هم تماس دهیم، .....**

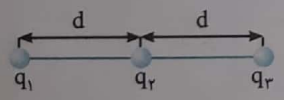


۱) بار نهایی هر دو کره برابر صفر خواهد بود.
۲) چون بار دو کره یکسان است، شارش الکترون صورت نمی‌گیرد.
۳) جهت شارش الکترون‌ها از A به B خواهد بود.
۴) جهت شارش الکترون‌ها از B به A خواهد بود.

۴- **نیرویی که دو بار الکتریکی Q در فاصله‌ی r بر هم وارد می‌کنند، ۳۰۰N است. اگر بار $3\mu C$ را از یکی از آن‌ها کم کرده و به دیگری اضافه کنیم، در همان فاصله نیروی بین آن‌ها ۲۰۰N می‌شود. Q چند میکروکولن است؟**

۱) $3\sqrt{3}$
۲) $\frac{\sqrt{3}}{3}$
۳) $\frac{9}{4}$
۴) $\frac{4}{9}$

۵- **اگر در شکل روبه‌رو برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر هر یک از بارهای الکتریکی صفر باشد، نسبت‌های $\frac{q_1}{q_3}$ و $\frac{q_1}{q_2}$ به‌ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟**

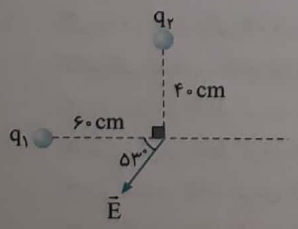


۱) ۱، ۴-
۲) ۴-، ۱
۳) ۱-، ۲
۴) ۲، ۱-

۶- **در یک نقطه از فضا بر بار $-5\times10^{-1}C$ نیروی $\vec{F} = -400\vec{i} + 300\vec{j}$ بر حسب نیوتون وارد می‌شود. اندازه‌ی میدان الکتریکی در این نقطه بر حسب نیوتون بر کولن کدام است؟**

۱) ۲۰۰۰
۲) ۲۰۰
۳) ۱۰۰۰
۴) ۱۰۰۰۰

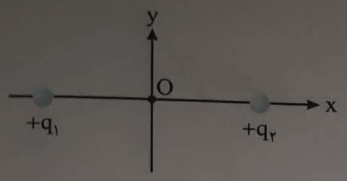
۷- **در شکل روبه‌رو، دو بار q_2 و q_1 و برآیند میدان الکتریکی حاصل از دو بار نمایش داده شده است. $\frac{q_2}{q_1}$ کدام است؟** $(\cos 53^\circ = 0/6)$



۱) $\frac{16}{27}$
۲) $-\frac{16}{27}$
۳) $\frac{4}{9}$
۴) $-\frac{4}{9}$

Scanned by CamScanner

۸- در شکل روبه‌رو دو بار $+q_1$ و $+q_2$ هم‌اندازه می‌باشند و فاصله‌ی آن‌ها از نقطه‌ی O مساوی است. اگر روی محور yها از O به طرف مثبت محور yها حرکت کنیم، میدان الکتریکی چگونه تغییر می‌کند؟

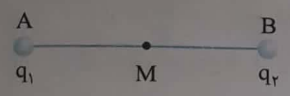


۱) همواره کم می‌شود.
۲) ابتدا زیاد و سپس کم می‌شود.
۳) همواره زیاد می‌شود.
۴) ابتدا کم و سپس زیاد می‌شود.

۹- جرم و بار الکتریکی یک ذره‌ی آلفا چهار برابر جرم و دو برابر بار الکتریکی یک پروتون است. اگر این دو ذره در یک میدان الکتریکی یکنواخت شروع به حرکت کنند، نسبت شتاب حرکت ذره‌ی آلفا به شتاب حرکت پروتون برابر است با ..... (آزاد ریاضی - ۸۱)

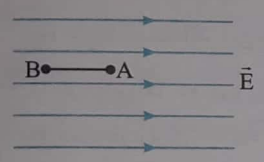
۱) ۲
۲) $\frac{1}{2}$
۳) ۴
۴) $\frac{1}{4}$

۱۰- دو بار الکتریکی q_1 و q_2 در نقطه‌های A و B مطابق شکل قرار دارند. میدان الکتریکی در نقطه‌ی M وسط دو بار، $\vec{E}$ است. اگر بار q_1 را خنثی کنیم، میدان در همان نقطه برابر $-2\vec{E}$ می‌شود. حاصل $\frac{q_2}{q_1}$ کدام است؟



۱) $-\frac{1}{3}$
۲) $\frac{1}{3}$
۳) $-\frac{2}{3}$
۴) $\frac{2}{3}$

۱۱- بار الکتریکی $q=-4\mu C$، مطابق شکل در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $10^5 \frac{V}{m}$ رها می‌شود. در جابه‌جایی بار q از A تا B انرژی جنبشی بار، ۸ میلی ژول افزایش می‌یابد. مقدار $V_B - V_A$ چند کیلوولت است؟ (سراسری ریاضی - ۸۹)

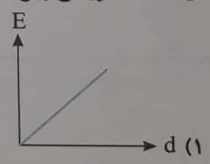


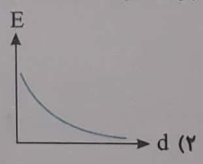
۱) ۲-
۲) ۲
۳) ۲۰۰
۴) ۲۰۰-

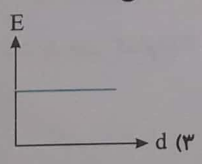
۱۲- میدان الکتریکی در فاصله‌ی r از یک بار نقطه‌ای $250 \frac{N}{C}$ است. اگر فاصله را ۱۰ cm بیش‌تر کنیم، میدان الکتریکی $160 \frac{N}{C}$ می‌شود. r چند سانتی‌متر است؟ (سراسری خارج از کشور ریاضی - ۹۲)

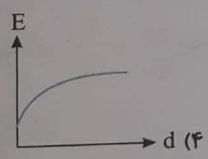
۱) ۲۰
۲) ۴۰
۳) $\frac{40}{9}$
۴) $\frac{160}{9}$

۱۳- خازن تخت بدون عایقی را پس از باردار شدن، از مولد جدا کرده و فاصله‌ی دو صفحه‌اش را تغییر می‌دهیم. کدام گزینه تغییرات بزرگی میدان الکتریکی بین دو صفحه را بر حسب فاصله‌ی دو صفحه بهتر نشان می‌دهد؟

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

۱۴- کدام گزینه درباره‌ی فروریزش الکتریکی درست است؟

۱) فروریزش همواره با ایجاد جرقه همراه است.
۲) حضور دی‌الکتریک در خازن سبب کاهش بیشینه ولتاژ قابل تحمل خازن است.
۳) فروریزش ناشی از جدا شدن الکترون‌ها و رانده شدن آن‌ها در مسیر رسانای ایجاد شده در دی‌الکتریک است.
۴) فروریزش الکتریکی همواره سبب سوختن خازن می‌شود.

۱۵- اگر به دو کره، یکی فلزی و دیگری شیشه‌ای و به شعاع‌های مساوی، به وسیله‌ی تماس یک نقطه با یک جسم باردار به مقدار مساوی بار الکتریکی بدهیم، وضع توزیع بار در آن‌ها چگونه خواهد بود؟

۱) در بیش‌تر نقاط کره‌ی شیشه‌ای صفر است.
۲) در بیش‌تر نقاط کره‌ی فلزی صفر است.
۳) در همه‌ی نقاط کره‌ی فلزی بیش‌تر از همه‌ی نقاط کره‌ی شیشه‌ای است.
۴) در کلیه‌ی نقاط کره‌ی فلزی و شیشه‌ای یکسان است.

Scanned by CamScanner

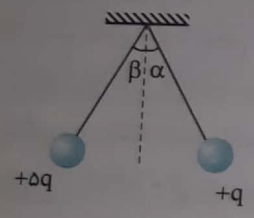
۱۶- ذره‌ای به جرم $1g$ با بار $q=-2\mu C$ در یک میدان الکتریکی یکنواخت به اندازه‌ی $5000\frac{N}{C}$ که در راستای قائم و رو به پایین است از حال سکون رها می‌شود. کدام گزینه درباره‌ی حرکت آن درست است؟ (شرایط خلأ و $g=10\frac{m}{s^2}$ است.)

۱) با شتاب $2\frac{m}{s^2}$ رو به بالا حرکت می‌کند.
۲) با شتاب $2\frac{m}{s^2}$ رو به پایین حرکت می‌کند.
۳) با شتاب $1\frac{m}{s^2}$ رو به پایین حرکت می‌کند.
۴) ساکن می‌ماند.

۱۷- چهار بار الکتریکی مثبت و هم‌اندازه‌ی q در رأس‌های یک مربع به ضلع d قرار دارند. اندازه‌ی نیرویی که از طرف بارهای دیگر بر یکی از آن‌ها وارد می‌شود، چند $\frac{kq^2}{2d^2}$ است؟ ($k=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$ و اندازه‌ها در SI است.)

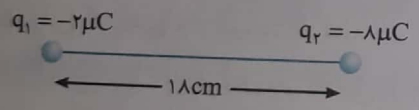
۱) ۱
۲) $\sqrt{2}$
۳) $\sqrt{2}+1$
۴) $2\sqrt{2}+1$

۱۸- در شکل روبه‌رو دو گلوله به جرم‌های مساوی به کمک نخ‌های عایق از یک نقطه آویزان شده‌اند. اگر بار یکی از گلوله‌ها $+q$ و دیگری $+5q$ باشد، بین زاویه‌ی α و β چه رابطه‌ای برقرار است؟



۱) $\alpha=4\beta$
۲) $\alpha=\beta$
۳) $\beta=4\alpha$
۴) $\alpha=\frac{1}{2}\beta$

۱۹- در شکل زیر اگر اندازه‌ی میدان الکتریکی هر یک از دو بار q_1 و q_2 در هر یک از نقاط O و O' که روی خط واصل دو بار و در امتداد آن‌ها قرار دارند، برابر باشد، فاصله‌ی O تا O' چند سانتی‌متر است؟



۱) ۱۲
۲) ۱۶
۳) ۱۸
۴) ۲۴

۲۰- دو بار نقطه‌ای $+3q$ و $-2q$ در فاصله‌ی d از هم قرار دارند. کدام گزینه درست است؟

۱) تعداد خط‌های میدان خارج شده از بار $+3q$ برابر تعداد خط‌های وارد شده به بار $-2q$ است.
۲) در نقطه‌های بسیار دور از دو بار، نقش میدان شبیه بار نقطه‌ای $+q$ است.
۳) خط‌های میدان نسبت به خط واصل دو بار، دارای تقارن هستند.
۴) گزینه‌های (۲) و (۳) درست هستند.

Scanned by CamScanner

فصل اول: الکتریسیته ساکن

پاسخ‌های تشریحی

Ⓐ **۱- گزینه‌ی ۴** بار الکتریکی دارای سه ویژگی است:

۱) بار الکتریکی کوانتیده است. یعنی همواره مضرب صحیحی از یک بار پایه (بار الکترون) است. $q=\pm ne$

۲) بار الکتریکی یک جسم به تندی جسم بستگی ندارد یعنی حرکت و سکون جسم تأثیری در بار آن نخواهد داشت.

۳) بار الکتریکی پایسته است، یعنی بار الکتریکی به وجود نمی‌آید و از بین نمی‌رود.

Ⓐ **۲- گزینه‌ی ۱** با توجه به جدول تریبوالکتریک، پشم در بالای جدول و پلاستیک در پایین آن قرار دارد و هنگام مالش پلاستیک با پشم، الکترون از پشم به پلاستیک می‌رود و الکترون‌های میله پلاستیکی افزایش و بار آن منفی می‌شود.

Ⓐ **۳- گزینه‌ی ۱** دو میله دارای بار همنام بوده پس نیرویی که به هم وارد می‌کنند رانشی است و جهت چرخش نخ (۲) باید به‌گونه‌ای باشد که میله‌ی (۲) از میله‌ی (۱) دور شود.

Ⓐ **۴- گزینه‌ی ۳** میله‌ی (۱) در حال نزدیک شدن به میله‌ی (۲) است، در این صورت نیروی بین دو میله ربایشی است بنابراین میله (۲) ممکن است دارای بار مثبت باشد زیرا بارهای ناهمنام یکدیگر را می‌ربایند و ممکن است میله (۲) بدون بار (خنثی) باشد. زیرا می‌دانیم هرگاه یک جسم باردار مانند میله پلاستیکی را به جسم بدون بار مانند ذره‌های کاغذ نزدیک کنیم یکدیگر را می‌ربایند. بنابراین گزینه‌ی (۳) درست است.

Ⓐ **۵- گزینه‌ی ۴** فرمول بار حاصل از انتقال الکترون را می‌نویسیم. توجه کنید که q باید بر حسب کولن باشد نه میکروکولن:

$$q=ne \Rightarrow ۱\times۱۰^{-۶}C=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\times n \Rightarrow n=\frac{۱}{۱/۶}\times۱۰^{۱۳}=۰/۶۲۵\times۱۰^{۱۳}=۶/۲۵\times۱۰^{۱۲}$$

Ⓐ **۶- گزینه‌ی ۳** کافی است مقدار $q=ne$ را حساب کنیم:

$$q=۲\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹}=۳/۲\times۱۰^{-۱۹}C=۳/۲\times۱۰^{-۱۳}\mu C$$

Ⓐ **۷- گزینه‌ی ۳** بار الکتریکی باید مضرب صحیحی از بار پایه (بار الکترون) باشد:

$$q=ne \Rightarrow ۶\times۱۰^{-۱۸}=n\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹} \Rightarrow n=\frac{۶۰۰}{۱۶} \Rightarrow n=۳۷/۵$$

n عدد صحیح نیست، بنابراین گزینه‌ی (۱) نادرست است.

$$q=ne \Rightarrow ۳\times۱۰^{-۱۸}=n\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹} \Rightarrow n=\frac{۳۰۰}{۱۶}=۱۸/۷۵$$

گزینه‌ی (۲) نیز نادرست است.

$$q=ne \Rightarrow ۸\times۱۰^{-۱۸}=n\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹} \Rightarrow n=\frac{۸۰۰}{۱۶} \Rightarrow n=۵۰$$

n عدد صحیح است، بنابراین گزینه‌ی (۳) درست است.

Ⓐ **۸- گزینه‌ی ۲** بار الکتریکی باید مضرب درستی از بار بنیادی الکترون باشد: $q=\pm ne$

اکنون مشخص می‌کنیم بار هر کره چند برابر بار الکترون است.

$$n_A=\frac{q_A}{e} \Rightarrow n_A=\frac{۹/۶\times۱۰^{-۱۸}}{۱/۶\times۱۰^{-۱۹}}=۶۰ \text{ الکترون}$$

$$n_B=\frac{q_B}{e} \Rightarrow n_B=\frac{۰/۷۶\times۱۰^{-۱۷}}{۱/۶\times۱۰^{-۱۹}}=۴۷/۵ \text{ غیرقابل قبول}$$

$$n_C=\frac{q_C}{e} \Rightarrow n_C=\frac{۳/۲\times۱۰^{-۱۸}}{۱/۶\times۱۰^{-۱۹}}=۲۰ \text{ الکترون}$$

Scanned by CamScanner

Ⓐ **۹- گزینه‌ی ۴** بار کمیتی کوانتیده است و همواره مضرب صحیحی از بار الکتریکی الکترون است:

بار در هر سانتی‌متر: $q=ne \Rightarrow q=-10^{10}\times 1/6\times 10^{-19}=-1/6\times 10^{-9}C$

بار در ۸ سانتی‌متر: $q=8\times(-1/6\times 10^{-9}) \Rightarrow q=-12/8\times 10^{-9}C$

Ⓐ **۱۰- گزینه‌ی ۴** بار الکتریکی همواره مضرب صحیحی از بار پایه‌ی الکترون است $(q=\pm ne)$ و تنها گزینه‌ی (۴) مضرب صحیحی از بار یک الکترون نیست.

گزینه‌ی (۱): $\frac{6/4\times 10^{-19}}{1/6\times 10^{-19}}=4$

گزینه‌ی (۲): $\frac{8\times 10^{-17}}{1/6\times 10^{-19}}=500$

گزینه‌ی (۳): $\frac{7/2\times 10^{-18}}{1/6\times 10^{-19}}=45$

گزینه‌ی (۴): $\frac{3/2\times 10^{-20}}{1/6\times 10^{-19}}=0/2$

Ⓐ **۱۱- گزینه‌ی ۲** در سری الکتریسیته مالشی اجسامی که دراثر مالش، بار منفی می‌گیرند، پایین‌تر قرار دارند. هنگامی که A را با B مالش می‌دهیم A دارای بار منفی است بنابراین A پایین‌تر از B قرار می‌گیرد. همچنین هنگامی که A را با C مالش می‌دهیم C دارای بار منفی می‌شود، پس C از A پایین‌تر قرار می‌گیرد، در نتیجه در سری تریبوالکتریک ابتدا B، سپس A و در انتها C قرار می‌گیرد.

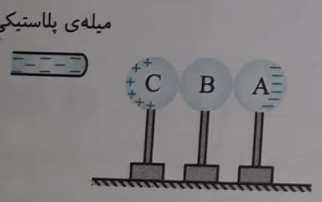
Ⓐ **۱۲- گزینه‌ی ۲** با توجه به سری الکتریسیته مالشی (تریبوالکتریک) با مالش بادکنک پلاستیکی بر موی گربه، بادکنک پلاستیکی دارای بار منفی می‌شود (الکترون می‌گیرد) و موی گربه الکترون از دست داده و دارای بار مثبت می‌شود بنابراین:

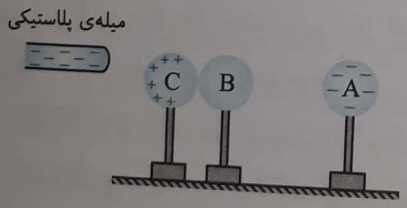
$$q=\pm ne \Rightarrow \begin{cases} \text{بادکنک}: q=-10^{2}\times 1/6\times 10^{-19}=-1/6\times 10^{-17}=-1/6\times 10^{-8}nC \\ \text{موی گربه}: q=+10^{2}\times 1/6\times 10^{-19}=+1/6\times 10^{-17}=+1/6\times 10^{-8}nC \end{cases}$$

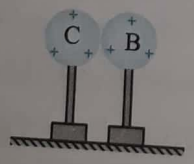
Ⓐ **۱۳- گزینه‌ی ۴** جسم‌های A و B یکدیگر را می‌ربایند، بنابراین قطعاً یکی از آن‌ها باردار است. جسم‌های B و C یکدیگر را می‌رانند، بنابراین قطعاً هر دو باردار و دارای بار همنام هستند. در این صورت جسم B قطعاً باردار است و جسم A ممکن است باردار یا بدون بار باشد.

Ⓐ **۱۴- گزینه‌ی ۲** هرگاه نارسانای بدون بار مانند ذره‌های کاغذ به یک جسم باردار خواه رسانا، خواه نارسانا نزدیک شود، ربایش الکتریکی رخ می‌دهد.

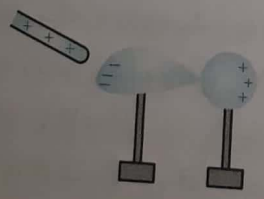
Ⓐ **۱۵- گزینه‌ی ۱** وقتی میله‌ی پلاستیکی با پارچه‌ی پشمی مالش داده می‌شود دارای بار منفی شده و وقتی میله به کره‌ی C نزدیک می‌شود، در مجموعه به صورت روبه‌رو بار الکتریکی القا می‌شود و بار مثبت و منفی القا شده در کره‌ی A و C برابر است. کره‌ی A را جدا می‌کنیم. بار کره‌ی A منفی باقی می‌ماند.







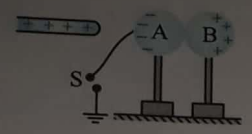
میله را دور می‌کنیم. بار مثبت القایی در دو کره‌ی B و C که مشابه هستند به طور مساوی توزیع می‌شود و وقتی دو کره‌ی B و C را از هم جدا می‌کنیم، بار هر دو مثبت و نصف بار منفی کره‌ی A خواهد بود.



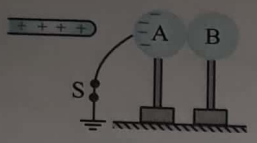
Ⓑ **۱۶- گزینه‌ی ۳** با نزدیک کردن میله، کره و جسم رسانای دوکی‌شکل دارای بار القایی‌شده که بنا به اصل پایستگی بار الکتریکی مقدار بارهای مثبت و منفی القا شده برابر است.

Scanned by CamScanner

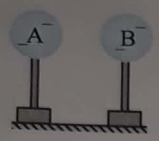
Ⓐ **۱۷- گزینه‌ی ۴** در شکل وقتی کلید S باز است، کره‌ی A دارای بار منفی و کره‌ی B دارای بار مثبت القایی است:



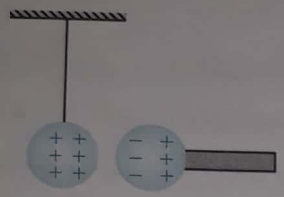
وقتی کلید S بسته می‌شود، بارهای همنام با میله به زمین منتقل می‌شود و توزیع بار مطابق شکل روبه‌رو است:



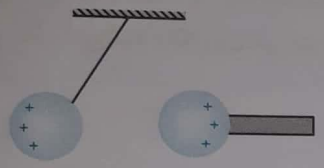
وقتی کلید S باز می‌شود و میله دور می‌گردد، بار منفی در سطح خارجی دو کره‌ی رسانای A و B توزیع می‌شود و هر دو دارای بار منفی می‌شوند.



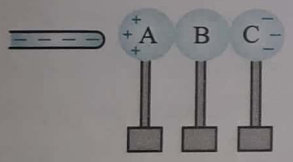
Ⓑ **۱۸- گزینه‌ی ۱** هنگام نزدیک شدن کره‌ی فلزی خنثی به گلوله در اثر القا، کره دارای بار مثبت و بار منفی القایی می‌شود. چون مطابق شکل بارهای ناهمنام کره و گلوله به هم نزدیک‌تر هستند ربایش از رانش قوی‌تر است و گلوله جذب کره می‌شود.



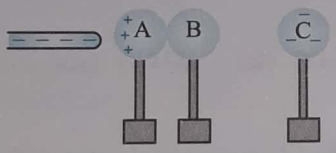
اما با تماس کره و گلوله که هر دو رسانا هستند، بار کره و گلوله همنام شده پس یکدیگر را دفع می‌کنند.



Ⓑ **۱۹- گزینه‌ی ۴** با توجه به شکل‌های رسم شده ابتدا در اثر القای الکتریکی، کره‌ی C و کره‌ی A به‌ترتیب دارای بار منفی و بار مثبت می‌شوند و با جدا کردن کره‌ی C در حضور میله، کره‌ی B خنثی و A دارای بار مثبت و C دارای بار منفی خواهد بود.

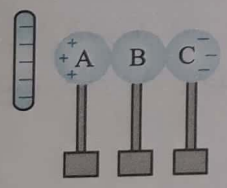


(الف)



(ب) C را از مجموعه دور کرده‌ایم

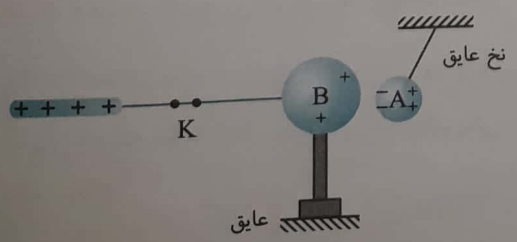
Ⓑ **۲۰- گزینه‌ی ۳** میله باردار سبب می‌گردد که مطابق شکل القا صورت گیرد، در این صورت با جدا کردن B، B همچنان خنثی است و بارهای مثبت A توسط بارهای منفی میله جذب می‌شوند و بارهای منفی C نیز دفع می‌گردند و جابه‌جایی صورت نمی‌گیرد. حال اگر میله را نیز دور کنیم در نهایت A دارای بار مثبت، B خنثی و C دارای بار منفی خواهد بود.



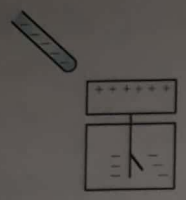
Ⓑ **۲۱- گزینه‌ی ۴** علت دور شدن دو کره‌ی فلزی این است که بارهای الکتریکی همنام یکدیگر را می‌رانند. اگر بار الکتریکی کره‌ی A را تخلیه کنیم نیروی رانش الکتریکی از بین می‌رود و دو کره به سوی هم حرکت کرده و با هم برخورد می‌کنند و در اثر تماس از کره‌ی B مقداری بار به کره‌ی A منتقل شده و دو کره یکدیگر را می‌رانند اما بار هر دو در این حالت کم‌تر است و انحراف آن‌ها از هم از حالت قبل کم‌تر خواهد بود.

Ⓐ **۲۲- گزینه‌ی ۴** با بستن کلید K کره B دارای بار مثبت می‌شود زیرا مقداری از بار مثبت میله به دلیل تماس به B منتقل می‌شود که سبب القای بار در کره آویخته به ریسمان شده و کره‌ی A به سوی کره‌ی B منحرف می‌شود.

البته اگر A با B تماس یابد، A نیز مقداری از بار مثبت را دریافت کرده و دارای بار همنام با B شده و کره B، کره‌ی A را می‌راند و A از B دور می‌شود.



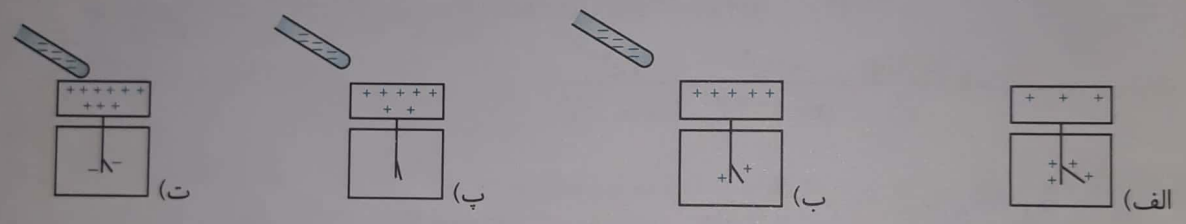
Scanned by CamScanner



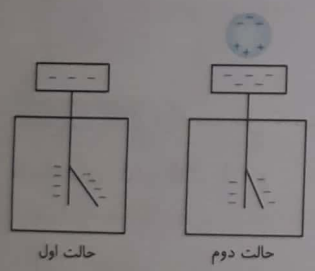
B ۲۳- گزینه‌ی ۱ مالش میله‌ی پلاستیکی با پارچه‌ی پشمی باعث می‌شود میله دارای بار منفی شود. با نزدیک شدن یک جسم باردار به الکتروسکوپ بدون بار، بار ناهمنام با جسم باردار (مثبت) در کلاهک الکتروسکوپ و بار همنام با جسم باردار (منفی) در ورقه‌ها القا می‌شود. رانش بارهای همنام در ورقه‌ها باعث دور شدن آن‌ها از هم می‌شود. بنابراین ورقه‌ها باز شده و کلاهک مطابق شکل دارای بار مثبت است.

A ۲۴- گزینه‌ی ۲ چون در ابتدا ورقه‌های الکتروسکوپ بسته شده‌اند به این نتیجه می‌رسیم که بار الکتریکی مثبت میله با ایجاد جاذبه‌ی الکتریکی سبب ربایش بارهای الکتریکی الکتروسکوپ به سمت کلاهک آن شده و در نتیجه تراکم بارهای الکتریکی روی تیغه‌ها کاهش یافته است. به دلیل این که نیروی الکتریکی ربایشی بوده و بار الکتریکی میله از نوع مثبت می‌باشد به این نتیجه می‌رسیم که بار الکتریکی الکتروسکوپ از نوع منفی بوده است. لازم به ذکر است که در این‌جا اندازه‌ی بار الکتریکی مثبت میله بسیار زیاد بوده که نه تنها تمام بارهای منفی تیغه‌های الکتروسکوپ را خنثی کرده و به سمت کلاهک آن کشانده است، بلکه با ایجاد القای بار الکتریکی مضاعف روی کلاهک و تیغه‌های الکتروسکوپ، روی تیغه‌ها بار مثبت القا کرده و سبب باز شدن مجدد آن شده است.

A ۲۵- گزینه‌ی ۲ اگر بار جسم و بار الکتروسکوپ همنام باشند، زاویه‌ی بین ورقه‌ها افزایش می‌یابد، زیرا بارهای همنام یک‌دیگر را می‌رانند و بار ورقه‌ها بیش‌تر می‌شود و اگر بار جسم و بار الکتروسکوپ ناهمنام باشند، زاویه‌ی بین ورقه‌ها کاهش می‌یابد زیرا جسم بارهای ناهمنام را به سوی خود می‌کشد. اگر بار جسم زیاد باشد و جسم را به آرامی به کلاهک نزدیک کنیم، شاهد خواهیم بود که ابتدا زاویه‌ی بین ورقه‌ها کم شده تا لحظه‌ای که تمام بار ورقه‌ها به کلاهک منتقل شود. در این لحظه ورقه‌ها بسته شده اما با نزدیک کردن بیش‌تر، جسم بارهای بیش‌تری را از ورقه‌ها به‌سوی خود می‌کشد، ورقه‌ها مجدداً بار دارند و یک‌دیگر را می‌رانند. (مطابق شکل)



A ۲۶- گزینه‌ی ۱ با نزدیک کردن کره‌ی فلزی خنثی، در کره بار مثبت و منفی القایی به وجود می‌آید. سمتی از کره که نزدیک کلاهک است دارای بار ناهمنام با بار کلاهک شده و مطابق شکل بارهای ناهمنام الکتروسکوپ و کره به هم نزدیک‌ترند و ربایش از رانش بارهای همنام کره و کلاهک بیش‌تر بوده، مقداری بار از ورقه به کلاهک منتقل شده و انحراف ورقه‌ها به آرامی کم می‌شود.



B ۲۷- گزینه‌ی ۴ بار الکتریکی الکتروسکوپ مثبت است و ورقه‌های الکتروسکوپ از هم دورند. (منحرف شده‌اند)
اگر بار منفی به کلاهک نزدیک کنیم مقداری بار مثبت از ورقه‌ها به دلیل جاذبه‌ی بار منفی به کلاهک می‌روند و انحراف ورقه‌ها کم می‌شود. البته این در حالتی است که بار منفی کم‌تر از بار مثبت الکتروسکوپ باشد.
اگر بار منفی میله اندکی از بار مثبت الکتروسکوپ بیش‌تر باشد، می‌تواند در یک فاصله‌ی معین تمام بارهای مثبت ورقه‌ها را به سوی کلاهک بکشد و ورقه‌ها بدون بار شده و به هم بچسبند.
و اگر بار منفی میله از بار مثبت الکتروسکوپ بسیار بیش‌تر باشد، با نزدیک کردن آرام میله به کلاهک، بارهای مثبت ورقه به سمت کلاهک رفته، انحراف ورقه‌ها کم می‌شود و با نزدیک‌تر کردن میله، ورقه‌ها چسبیده و وقتی میله به کلاهک خیلی نزدیک شود ورقه‌ها این بار دارای بار منفی شده و یکدیگر را می‌رانند که ممکن است انحراف ورقه‌ها از حالت اول نیز بیش‌تر شود.

A ۲۸- گزینه‌ی ۱ با توجه به قانون کولن:

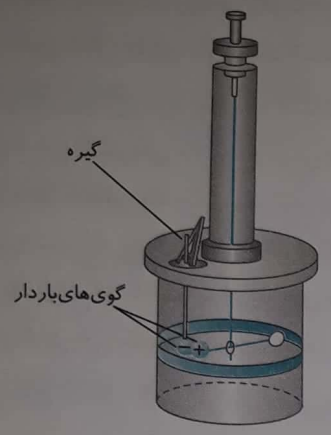
$$F=\frac{kq_1q_2}{r^2}\Rightarrow k=\frac{F.r^2}{q_1q_2}\Rightarrow k_{\text{یکای}}=\frac{N.m^2}{C^2}$$

Scanned by CamScanner

Ⓐ **۲۹- گزینه‌ی ۱** در قانون کولن ($F=k\frac{q_1q_2}{r^2}$)، ثابت k برابر $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$ است که در آن ε_0 ضریب گذردهی الکتریکی خلأ بوده و یکای آن در SI، $\frac{C^2}{N\cdot m^2}$ است.

$$F=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1q_2}{r^2}\Rightarrow\varepsilon_0=\frac{q_1q_2}{4\pi Fr^2}$$

Ⓐ **۳۰- گزینه‌ی ۲** در ترازوی پیچشی کولن، در یک سر یک میله‌ی نارسانای سبک افقی یک گوی باردار مثبت کوچک و در سر دیگر آن یک قرص قرار دارد، درحالی که میله‌ی نارسانا از وسط توسط یک رشته سیم کشسان و نازک آویخته شده است. یک گوی مشابه با بار منفی از حفره‌ای به داخل استوانه‌ی شیشه‌ای برده می‌شود. گوی با بار منفی گوی با بار مثبت را می‌رباید و سبب چرخش میله می‌شود. با اندازه‌گیری زاویه پیچش میله نیروی بین دو بار را می‌توان اندازه‌گیری کرد و کولن توانست با این روش نیروی الکتریکی بین دو بار و عوامل مؤثر بر آن را به‌دست آورد.



Ⓐ **۳۱- گزینه‌ی ۲** بنا بر قانون سوم نیوتون نیرویی که دو ذره‌ی باردار به یک‌دیگر وارد می‌کنند، با هم برابر است.

Ⓐ **۳۲- گزینه‌ی ۳** اندازه‌ی بار الکترون و بار پروتون با هم یکسان و برابر با $e=1/6\times10^{-19}C$ است.

نیروی بین الکترون و پروتون $F_1=k\frac{|q|\times|q|}{r^2}=\frac{k|q|^2}{(1/4\times10^{-10})^2}=\frac{ke^2}{(1/4\times10^{-10})^2}$

نیروی بین پروتون‌ها $F_2=k\frac{|q|\times|q|}{r^2}=\frac{k|q|^2}{(2\times10^{-15})^2}=\frac{ke^2}{(2\times10^{-15})^2}$

$$\frac{F_2}{F_1}=\frac{\frac{k|e|^2}{(2\times10^{-15})^2}}{\frac{k|e|^2}{(1/4\times10^{-10})^2}}=\frac{(1/4\times10^{-10})^2}{(2\times10^{-15})^2}=\frac{1/96\times10^{-20}}{4\times10^{-30}}=0/49\times10^{10}=4/9\times10^{+9}$$

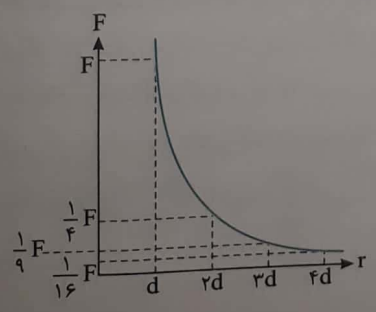
Ⓐ **۳۳- گزینه‌ی ۱** فرض کنید که بار نقطه‌ای q_1 و q_2 در فاصله‌ی d بر هم نیروی F را وارد می‌کنند. نیروی بین دوبار را برای فاصله‌های 2d، 3d، 4d و ... به‌دست می‌آوریم سپس با نقطه‌یابی نمودار F را برحسب d رسم می‌کنیم.

$$F=\frac{kq_1q_2}{d^2},\ r=2d\rightarrow F'=\frac{kq_1q_2}{4d^2}\Rightarrow F'=\frac{1}{4}F$$

$$r=3d\rightarrow F''=\frac{kq_1q_2}{9d^2}\Rightarrow F''=\frac{1}{9}F$$

$$r=4d\rightarrow F'''=\frac{kq_1q_2}{16d^2}\Rightarrow F'''=\frac{1}{16}F$$

$$\vdots\qquad\vdots$$



بنابراین گزینه‌ی (۱) درست است.

البته می‌توان گفت که گزینه‌های (۲) و (۳) مربوط به تابع خطی ($y=ax+b$) است پس نمی‌تواند جواب باشد و باید نمودار منحنی باشد البته منحنی که با افزایش d باید F کم شود بنابراین گزینه (۴) نادرست و گزینه‌ی (۱) درست است.

Scanned by CamScanner

۳۴- گزینه‌ی ۴ نیرویی که بار $8\mu C$ بر بار $2\mu C$ وارد می‌کند برابر نیرویی است که بار $2\mu C$ بر بار $8\mu C$ وارد خواهد کرد و داریم:

$$F=k\frac{(8\times10^{-6})(2\times10^{-6})}{r^2}$$

در حالت دوم نیرویی که دوبار بر هم وارد می‌کنند، در فاصله‌ی r' برابر $2F$ است:

$$F'=2F=k\frac{(8\times10^{-6})(2\times10^{-6})}{(r')^2}$$

$$\frac{F'}{F}=\frac{2F}{F}\Rightarrow\frac{\frac{k(8\times10^{-6})(2\times10^{-6})}{(r')^2}}{\frac{k(8\times10^{-6})(2\times10^{-6})}{(r)^2}}=2\Rightarrow\frac{r^2}{(r')^2}=2\Rightarrow\frac{r}{r'}=\sqrt{2}\Rightarrow r'=\frac{r}{\sqrt{2}}=\frac{\sqrt{2}}{2}r$$

۳۵- گزینه‌ی ۴ با توجه به قانون کولن $(F=k\frac{q_1q_2}{r^2})$ خواهیم داشت:

$$0/02=9\times10^9\times\frac{(q_1)(5q_1)}{3^2}\Rightarrow q_1^2=4\times10^{-12}\Rightarrow q_1=2\times10^{-6}C\Rightarrow q_1=2\mu C$$

۳۶- گزینه‌ی ۱ قانون کولن را در دو حالت نوشته و بر هم تقسیم می‌کنیم:

$$\begin{cases}F=\frac{kq_1q_2}{r^2}\\F'=\frac{kq_1q_2}{r'^2}\end{cases}\Rightarrow\frac{F'}{F}=(\frac{r}{r'})^2\Rightarrow\frac{6}{54}=(\frac{0/4}{r'})^2\Rightarrow\frac{1}{3}=\frac{0/4}{r'}\Rightarrow r'=1/2\,m$$

$$\Delta r=120-40=80cm$$

۳۷- گزینه‌ی ۳ نیروی بین دو بار ٪۶۹ افزایش یافته در این صورت:

$$F'=F+0/69F=1/69F\Rightarrow\frac{kq_1q_2}{d'^2}=1/69\times k\frac{q_1q_2}{d^2}\Rightarrow d'=\frac{1}{1/3}d$$

بنابراین تغییر فاصله‌ی دو بار خواهد شد:

$$\Delta d=d'-d=\frac{1}{1/3}d-d=-\frac{0/3}{1/3}d=\frac{-3}{13}d$$

۳۸- گزینه‌ی ۴ نیروهایی که بارهای q_1 و q_2، همچنین بارهای $6q_1$ و $8q_2$ بر هم وارد می‌کنند را به‌دست آورده و بر هم تقسیم می‌کنیم:

$$\begin{cases}F=\frac{kq_1q_2}{d^2}\\F'=\frac{k\times6q_1\times8q_2}{4d^2}\end{cases}\Rightarrow\frac{F'}{F}=12\Rightarrow F'=12F$$

دوبار q_1 و q_2 یک‌دیگر را می‌ربایند، پس ناهمنام هستند. بنابراین دوبار $-6q_1$ و $+8q_2$ همنام هستند و یک‌دیگر را می‌رانند.

۳۹- گزینه‌ی ۱ با توجه به داده‌های مسأله و بنا بر قانون کولن خواهیم داشت:

$$\begin{cases}F'=F+50\%F=\frac{3}{2}F,\ q_1'=q_1-\frac{25}{100}q_1,\ q_2'=q_2+\frac{25}{100}q_1\\F=k\frac{q_1q_2}{r^2}\Rightarrow F=k\frac{(8)q_2}{r^2}\\F'=k\frac{q_1'q_2'}{r^2}\Rightarrow F'=k\frac{(6)(q_2+2)}{r^2}\end{cases}\Rightarrow\frac{F}{\frac{3}{2}F}=\frac{8q_2}{6(q_2+2)}\Rightarrow\frac{2}{3}=\frac{4}{3}(\frac{q_2}{q_2+2})\Rightarrow2q_2=q_2+2\Rightarrow q_2=2\mu C$$

Scanned by CamScanner

Ⓐ **۴۰- گزینه‌ی ۱** نیروی بین دو بار در حالت اول برابر است با:

$$F=k\frac{q_1q_2}{r^2}\Rightarrow F=k\times\frac{-2\times2}{r^2}=-k\frac{4}{r^2}$$

در حالت دوم، نصف بار یکی از کره‌ها را به دیگری منتقل کرده‌ایم، در این صورت اگر نصف بار $q_1=2\mu C$ یعنی $1\mu C$ را به $q_2=-2\mu C$ اضافه کنیم، خواهیم داشت:

$$\begin{cases} q_1'=2-1=1\mu C \\ q_2'=-2+(1)=-1\mu C \\ r'=\frac{r}{2} \end{cases}\Rightarrow F'=k\times\frac{-1\times1}{\frac{r^2}{4}}=-k\frac{4}{r^2}$$

در این صورت $F'=F$ می‌شود و خواهیم داشت: $\frac{F'}{F}=1$

Ⓐ **۴۱- گزینه‌ی ۲** نیروی بین دو بار الکتریکی را در حالت اول و حالت دوم به‌دست آورده و بر هم تقسیم می‌کنیم:

$$\text{حالت اول}: F=k\frac{q_1q_2}{r^2}\xrightarrow{q_1=q_2}0/02=k\frac{q^2}{r^2}$$

$$\text{حالت دوم}: F'=k\frac{q_1'q_2'}{r'^2}\xrightarrow[r'=r]{q_1=q,\,q_2=q+2}0/03=k\frac{q(q+2)}{r^2}$$

$$\frac{F'}{F}=\frac{k\frac{q(q+2)}{r^2}}{k\frac{q^2}{r^2}}\Rightarrow\frac{0/03}{0/02}=\frac{q^2+2q}{q^2}\Rightarrow\frac{3}{2}=\frac{q^2+2q}{q^2}\Rightarrow 3q^2=2q^2+4q\Rightarrow q=4\mu C$$

Ⓐ **۴۲- گزینه‌ی ۲** نیرو را در دو حالت نوشته بر هم تقسیم کرده و مقدار q را به‌دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} F=\frac{kq^2}{r^2}\Rightarrow 640=\frac{kq^2}{r^2} \\ F'=\frac{k(q-2)(q+2)}{r^2}\Rightarrow 600=\frac{k(q^2-4)}{r^2} \end{cases}\Rightarrow\frac{640}{600}=\frac{q^2}{q^2-4}\Rightarrow\frac{16}{15}=\frac{q^2}{q^2-4}$$

$$\Rightarrow 16q^2-64=15q^2\Rightarrow q^2=64\Rightarrow q=8\mu C$$

Ⓐ **۴۳- گزینه‌ی ۳** دو کره‌ی فلزی یکسانند، بنابراین پس از تماس، بار الکتریکی آن‌ها یکسان می‌شود:

$$q_1'=q_2'=\frac{q_1+q_2}{2}=\frac{2q+(-3q)}{2}=-\frac{q}{2}$$

نیروی F_1 برابر است با:

$$F_1=k\frac{q_1q_2}{r^2}\Rightarrow F_1=k\frac{(-3q)(2q)}{r^2}=-6\frac{kq^2}{r^2}$$

نیروی F_2 برابر است با:

$$F_2=k\frac{q_1'q_2'}{r^2}\Rightarrow F_2=k\frac{(-\frac{q}{2})(-\frac{q}{2})}{r^2}=\frac{1}{4}\frac{kq^2}{r^2}$$

در این صورت خواهیم داشت:

$$\left|\frac{F_2}{F_1}\right|=\frac{\frac{1}{4}k\frac{q^2}{r^2}}{6k\frac{q^2}{r^2}}=\frac{1}{24}$$

Scanned by CamScanner

Ⓐ **۴۴- گزینه‌ی ۲** **راه‌حل اول:** نیروی اولیه‌ی بین دو گلوله ربایشی است. در نتیجه بار آن‌ها در ابتدا ناهم‌نام است. پس از تماس آن دو با هم بار هر دو برابر می‌شود:

$$q'_1=q'_2=\frac{q_1+q_2}{2}=+3\,\mu C\Rightarrow q_1+q_2=+6\mu C=6\times10^{-6}C$$

از طرفی با توجه به فرض مسأله و قانون کولن خواهیم داشت:

$$F=k\frac{q_1q_2}{r^2}\Rightarrow -4=9\times10^{9}\frac{q_1q_2}{9\times10^{-2}}\Rightarrow q_1q_2=-4\times10^{-11}=-40\times10^{-12}C^2$$

با توجه به خاصیت معادله‌ی درجه‌ی دو می‌توان q_1 و q_2 را ریشه‌های یک معادله‌ی درجه ۲ دانست که حاصل‌ضرب دو ریشه -40×10^{-12} و حاصل‌جمع آن‌ها $+6\times10^{-6}$ شده است و معادله را نوشت:

$$q^2-6\times10^{-6}q-40\times10^{-12}=0\Rightarrow q=\frac{+3\times10^{-6}\pm\sqrt{9\times10^{-12}+40\times10^{-12}}}{1}$$

$$\Rightarrow q=3\times10^{-6}\pm7\times10^{-6}\Rightarrow\begin{cases}q_1=10\times10^{-6}=+10\,\mu C\\ q_2=-4\times10^{-6}=-4\,\mu C\end{cases}$$

راه‌حل دوم: در این روش با توجه به این‌که در فرض مسأله نیروی جاذبه ۴N است، داریم:

$$F=k\frac{q_1q_2}{r^2}\Rightarrow -4=9\times10^{9}\times\frac{q_1q_2}{9\times10^{-2}}\Rightarrow q_1q_2=-40\times10^{-12}C^2$$

اکنون از گزینه‌ها کمک می‌گیریم، تنها گزینه‌ای که حاصل‌ضرب اعداد آن $-40\times10^{-12}C^2$ می‌شود، گزینه‌ی (۲) است.

Ⓐ **۴۵- گزینه‌ی ۲** می‌توان اثبات کرد، حاصل‌ضرب دو عدد که مجموع ثابتی دارند وقتی بیشینه است که دو عدد برابر باشند.

برای آن که نیرو بیشینه شود باید $q'_1=q'_2=\frac{q_1+q_2}{2}$ باشد:

$$q'_1=q'_2=\frac{q_1+2q_1}{2}=\frac{3}{2}q_1$$

$$\frac{q'_2}{q_2}=\frac{\frac{3}{2}q_1}{2q_1}=\frac{3}{4}\Rightarrow q'_2=\frac{3}{4}q_2\Rightarrow\Delta q_2=\frac{1}{4}q_2=\frac{25}{100}q_2$$

Ⓐ **۴۶- گزینه‌ی ۴** درباره‌ی اندازه‌ی دو کره‌ی فلزی و نوع بار دو کره در صورت مسأله، اطلاعاتی داده نشده است. از این‌رو نمی‌توان در مورد رابطه‌ی نیروی F و F′ اظهار نظر قطعی کرد و گزینه‌ی (۴) پاسخ درست است.

Ⓐ **۴۷- گزینه‌ی ۴** بنا به اصل پایستگی بار الکتریکی خواهیم داشت:

$$q'_1+q'_2=q_1+q_2\Rightarrow q'_1+q'_2=(0/2)+(-6/2)=-6\mu C$$

بارهای q'_1 و q'_2 با هم برابرند است زیرا دو کره رسانا و مشابه هستند.

$$2q'_1=-6\mu C\Rightarrow q'_1=-3\mu C$$

در این صورت مقدار بار جابه‌جا شده برابر است با:

$$|\Delta q_2|=|q_2|-|q'_2|=|-6/2|-|-3|=3/2\mu C$$

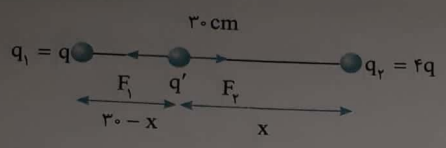
اکنون تعداد الکترون‌های جابه‌جا شده را به‌دست می‌آوریم:

$$q=ne\Rightarrow 3/2\times10^{-6}=n\times1/6\times10^{-19}\Rightarrow n=2\times10^{13}\ \text{الکترون}$$

نسبت نیروها در دو حالت خواهد شد:

$$\frac{F'}{F}=\left|\frac{q'_1}{q_1}\right|\times\left|\frac{q'_1}{q_2}\right|\times\frac{r^2}{r'^2}\Rightarrow\frac{F'}{2/48}=\left(\frac{3}{0/2}\right)\left(\frac{3}{6/2}\right)\left(\frac{d}{3d}\right)^2\Rightarrow F'=2N$$

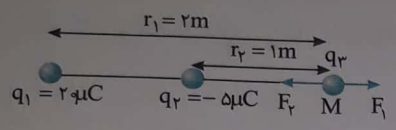
Scanned by CamScanner



Ⓐ **۴۸- گزینه‌ی ۳** برای آن‌که بار q' در تعادل باشد، باید نیروهای F_1 و F_2 که بر بار q' وارد می‌شوند برابر باشند و نوع بار q' در این مسأله مهم نیست:

$$F_1 = F_2 \Rightarrow k\frac{qq'}{(30-x)^2} = k\frac{(4q)q'}{x^2} \Rightarrow \frac{1}{(30-x)^2} = \frac{4}{x^2} \Rightarrow \frac{1}{30-x} = \frac{2}{x}$$

$$\Rightarrow 60-2x = x \Rightarrow x = 20\,cm$$

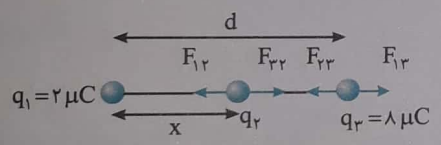


Ⓐ **۴۹- گزینه‌ی ۴** با توجه به این‌که یکی از دو بار q_1 و q_2، مثبت و دیگری منفی است، یکی از دو بار، q_3 را می‌رباید و دیگری آن را می‌راند. اگر این دو نیرو برابر هم باشند، برآیند نیروهای وارد بر بار q_3 صفر خواهد شد.

$$F_1 = F_2 \Rightarrow \frac{kq_1q_3}{r_1^2} = \frac{kq_2q_3}{r_2^2} \Rightarrow \frac{q_1}{r_1^2} = \frac{q_2}{r_2^2} \Rightarrow \frac{20}{4} = \frac{5}{1} \Rightarrow 5 = 5$$

این تساوی نشان می‌دهد که q_3 هر مقداری که داشته باشد F_2 و F_1 با هم برابر هستند. از ابتدا کاملاً مشخص است که q_1، ۴ برابر q_2 و فاصله‌ی q_1 از M، دو برابر فاصله‌ی q_2 از M است. پس نیرویی که از طرف دو بار، بر بار واقع در نقطه‌ی M وارد می‌شود، برابر است.

Ⓐ **۵۰- گزینه‌ی ۲** این نکته قابل ذکر است که اگر برآیند نیروهای وارد بر یک بار مانند q_C صفر باشد اندازه و علامت آن بار اهمیتی ندارد. ضمن این که اگر دو بار همنام باشند بار سوم باید بین آن‌ها قرار بگیرد تا برآیند نیروهای وارد بر آن صفر باشد. اگر دو بار ناهمنام باشند بار سوم باید خارج از فاصله‌ی دو بار قرار گیرد تا برآیند نیروهای وارد بر آن صفر شود. با توجه به شکل مسأله بارهای q_A و q_B باید ناهمنام باشند.



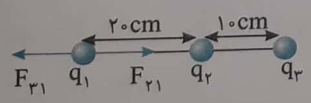
Ⓐ **۵۱- گزینه‌ی ۳** برآیند نیروهای وارد بر بار q_3 صفر است. در این صورت باید بار q_2 منفی باشد که q_3 را به سوی خود بکشد و نیروی q_1 وارد بر q_3 را خنثی کند. از طرفی برآیند نیروهای وارد بر بار q_2 نیز صفر است. در این صورت:

$$F_{12} = F_{32} \Rightarrow k\frac{q_1q_2}{x^2} = k\frac{q_3q_2}{(d-x)^2} \Rightarrow \frac{2}{x^2} = \frac{8}{(d-x)^2} \Rightarrow \frac{1}{x} = \frac{2}{d-x} \Rightarrow x = \frac{d}{3}$$

حال برآیند نیروهای وارد بر بار q_3 را بررسی می‌کنیم:

$$F_{23} = F_{13} \Rightarrow k\frac{q_2q_3}{(\frac{2d}{3})^2} = k\frac{q_1q_3}{d^2} \Rightarrow \frac{q_2}{\frac{4}{9}d^2} = \frac{2}{d^2} \Rightarrow q_2 = \frac{8}{9}\mu C$$

البته همان‌گونه که بیان شد q_2 منفی است.



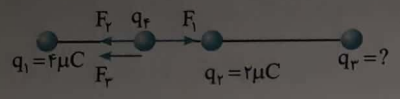
Ⓐ **۵۲- گزینه‌ی ۳** بارهای q_2 و q_3 باید ناهمنام باشند تا نیروهای وارد بر بار q_1 در خلاف جهت هم بوده و یک‌دیگر را خنثی کنند.

$$F_{T_1} = 0 \Rightarrow F_{31} = F_{21} \Rightarrow \frac{kq_1q_3}{(0/3)^2} = \frac{kq_1q_2}{(0/2)^2} \Rightarrow \frac{q_3}{q_2} = \frac{9}{4}$$

البته همان‌گونه که بیان شد q_2 و q_3 ناهمنام هستند بنابراین $\frac{q_3}{q_2} = \frac{-9}{4}$. دقت کنید برآیند نیروی وارد بر هر بار صفر است اما چون $\frac{q_3}{q_2}$ خواسته شده بود ما برآیند نیروهای وارد بر q_1 را بررسی کردیم.

Scanned by CamScanner

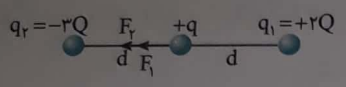
۵۳- گزینه‌ی ۱ برآیند نیروهای وارد بر بار q_4 صفر است.



با توجه به این‌که $q_2<q_1$ است، پس F_1 از F_2 بزرگ‌تر است. بنابراین F_3 باید هم‌جهت F_2 باشد تا برآیند نیروها صفر شود. بنابراین علامت q_3 باید مثبت باشد.

$$F_2+F_3=F_1 \Rightarrow \frac{kq_2q_4}{r_2^2}+\frac{kq_3q_4}{r_3^2}=\frac{kq_1q_4}{r_1^2} \Rightarrow \frac{2}{100}+\frac{q_3}{900}=\frac{4}{100} \Rightarrow q_3=18\,\mu C$$

۵۴- گزینه‌ی ۳ در فاصله‌ی d نیرویی که بار $+Q$ بر بار $+q$ وارد می‌کند F است.

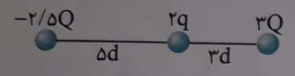


بنابراین نیرویی که بار $+2Q$ بر بار $+q$ در همان فاصله‌ی d وارد می‌کند $F_1=2F$ و نیرویی که بار $-3Q$ بر بار $+q$ در همان فاصله‌ی d وارد می‌کند، $F_2=3F$ است.

نیروهای F_1 و F_2 هم‌جهت بوده و با هم جمع می‌شوند.

$$F_T=F_1+F_2=2F+3F=5F$$

۵۵- گزینه‌ی ۴ نیرویی که بار Q بر بار q در فاصله‌ی d وارد می‌کند F است.



$$F=k\frac{qQ}{d^2}$$

اکنون نیرویی که از طرف بار $3Q$ بر بار $2q$ در فاصله‌ی $3d$ وارد می‌شود خواهد شد:

$$F'=k\frac{2q\times 3Q}{(3d)^2} \Rightarrow F'=\frac{2}{3}k\frac{qQ}{d^2} \Rightarrow F'=\frac{2}{3}F$$

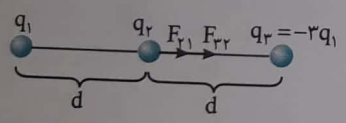
اکنون نیرویی که از طرف بار $-2/5Q$ بر بار $2q$ در فاصله‌ی $5d$ وارد می‌شود خواهد شد:

$$F''=k\frac{2/5q\times 2q}{(5d)^2} \Rightarrow F''=\frac{1}{5}F$$

نیروهای F' و F'' هم‌جهت هستند، بنابراین:

$$F=F'+F''=\frac{2}{3}F+\frac{F}{5}=\frac{10F+3F}{15}=\frac{13F}{15}$$

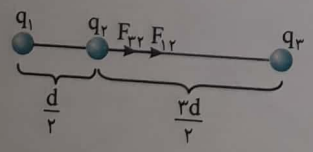
۵۶- گزینه‌ی ۲ اگر ذره‌ی q_1 را مثبت درنظر بگیریم ذره‌ی q_3 منفی خواهد شد و نیروی خالص وارد بر ذره‌ی q_2 در حالت اول به‌صورت روبه‌رو است:



$$\begin{cases} F_{32}=k\dfrac{q_2q_3}{r^2}=\dfrac{3kq_2q_1}{d^2} \\ F_{12}=k\dfrac{q_2q_1}{r^2}=\dfrac{kq_2q_1}{d^2} \end{cases} \Rightarrow \vec{F}_T=\vec{F}_{32}+\vec{F}_{12}=\frac{3kq_1q_2}{d^2}+\frac{kq_1q_2}{d^2}=\frac{4kq_1q_2}{d^2}$$

بنابراین $F=\dfrac{4kq_1q_2}{d^2}$.

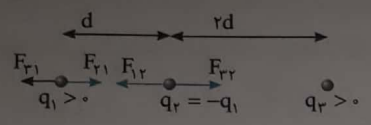
حال اگر q_2 را به اندازه‌ی $\frac{d}{2}$ به بار q_1 نزدیک کنیم داریم:



$$\begin{cases} F_{12}=\dfrac{kq_1q_2}{(r')^2}=\dfrac{kq_1q_2}{(\frac{d}{2})^2}=4k\dfrac{q_1q_2}{d^2} \\ F_{32}=\dfrac{kq_1q_3}{(r'')^2}=\dfrac{3kq_1q_2}{(\frac{3}{2}d)^2}=\dfrac{4}{3}k\dfrac{q_1q_2}{d^2} \end{cases} \Rightarrow \vec{F}'_T=\vec{F}_{32}+\vec{F}_{12}=\frac{4kq_1q_2}{d^2}+\frac{4}{3}k\frac{q_1q_2}{d^2}=\frac{16}{3}\frac{kq_1q_2}{d^2}$$

$$F'_T=\frac{16}{3}k\frac{q_1q_2}{d^2}=\frac{4}{3}\times\underbrace{(4k\frac{q_1q_2}{d^2})}_{F}=\frac{4}{3}F$$

Scanned by CamScanner

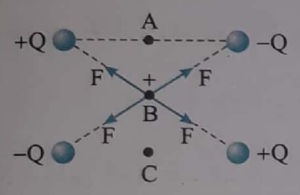


۵۷- گزینه‌ی ۴ نیرویی که بار $q_۳$ بر بار $q_۱$ وارد می‌کند $(F_{۳۱})$ از نیرویی که بر بار $q_۲$ وارد می‌کند $(F_{۳۲})$ کوچک‌تر است $(F_{۳۱} < F_{۳۲})$. از طرفی نیرویی که دو بار $q_۱$ و $q_۲$ برهم وارد می‌کنند برابرند $(F_{۱۲} = F_{۲۱})$. با توجه به فرض مسأله که برآیند نیروهای وارد بر $q_۱$ و $q_۲$ برابر است باید برآیند نیروهای وارد بر $q_۱$ را به صورت $F_{T_۱} = F_{۲۱} - F_{۳۱}$ و برآیند نیروهای وارد بر $q_۲$ را به صورت $F_{T_۲} = F_{۳۲} - F_{۱۲}$ نوشت:

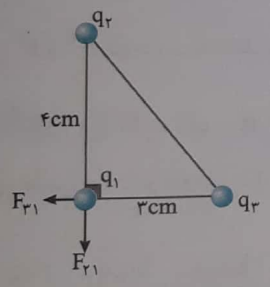
فرض مسأله: $F_{T_۱} = F_{T_۲} \Rightarrow F_{۲۱} - F_{۳۱} = F_{۳۲} - F_{۱۲} \Rightarrow F_{۲۱} + F_{۱۲} = F_{۳۲} + F_{۳۱} \Rightarrow ۲F_{۱۲} = F_{۳۲} + F_{۳۱}$

$$\Rightarrow ۲k\frac{q_۱q_۲}{d^۲} = k\frac{q_۳q_۲}{۴d^۲} + k\frac{q_۳q_۱}{۹d^۲} \xrightarrow{q_۲=q_۱} ۲k\frac{q_۱^۲}{d^۲} = k\frac{q_۳q_۱}{۴d^۲} + k\frac{q_۳q_۱}{۹d^۲} \Rightarrow ۲q_۱ = \frac{q_۳}{۴} + \frac{q_۳}{۹}$$

$$\Rightarrow ۲q_۱ = \frac{۹+۴}{۳۶}q_۳ \Rightarrow ۲q_۱ = \frac{۱۳}{۳۶}q_۳ \Rightarrow \frac{q_۳}{q_۱} = \frac{۷۲}{۱۳}$$



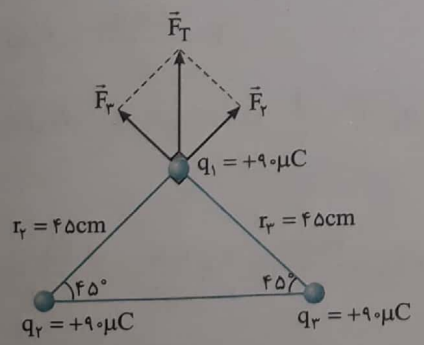
۵۸- گزینه‌ی ۲ با توجه به نیروهای وارد بر بار مثبت در نقاط A، B و C در نقطه‌ی B برآیند نیروهای وارد بر بار صفر است.



۵۹- گزینه‌ی ۱ بنا به قانون کولن نیروها را به‌دست آورده بر هم تقسیم می‌کنیم:

$$\frac{F_{۲۱}}{F_{۳۱}} = \frac{k\frac{q_۲q_۱}{(۴)^۲}}{k\frac{q_۳q_۱}{(۳)^۲}} = \frac{q_۲}{q_۳} \times \frac{۹}{۱۶} \xrightarrow{\frac{q_۲}{q_۳} = \frac{۴}{۵}} \frac{۴}{۵} \times \frac{۹}{۱۶}$$

$$\frac{F_{۲۱}}{F_{۳۱}} = \frac{۹}{۲۰}$$



۶۰- گزینه‌ی ۱ از سوی بارهای الکتریکی $q_۲$ و $q_۳$ نیروهای دافعه‌ی الکتریکی بر بار الکتریکی $q_۱$ وارد می‌شود که مطابق شکل روبه‌رو است.

$$\begin{cases} r_۲ = r_۳ = ۴۵cm \\ q_۲ = q_۳ = +۹۰\,\mu C \end{cases} \Rightarrow F_۲ = F_۳$$

$$F_۲ = \frac{kq_۲q_۱}{r_۲^۲} \Rightarrow F_۲ = \frac{۹\times۱۰^۹\times(۹۰\times۱۰^{-۶})\times(۹۰\times۱۰^{-۶})}{(۴۵\times۱۰^{-۲})^۲} = ۳۶۰N$$

$F_۲$ و $F_۳$ هم‌اندازه و عمود بر هم می‌باشند، پس می‌توانیم برآیند آن‌ها را از رابطه‌ی زیر به‌دست آوریم:

$$F_T = \sqrt{F_۲^۲ + F_۳^۲} = \sqrt{(۳۶۰)^۲ + (۳۶۰)^۲} = ۳۶۰\sqrt{۲}N$$

Scanned by CamScanner

۶۱- گزینه‌ی ۲ اگر نیروی بین دو بار با اندازه‌ی q و به فاصله‌ی a از هم را F' بگیریم، داریم:

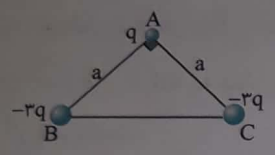
$$F'=\frac{kq\times q}{a^2}=k\frac{q^2}{a^2}$$

ابتدا نیروی وارد از طرف بارهای واقع بر رأس‌های B و C بر بار رأس A را حساب می‌کنیم.

$$F_{CA}=k\frac{2q\times q}{a^2}=2F'$$
$$F_{BA}=k\frac{4q\times q}{a^2}=4F'$$
$$\Rightarrow F_{T_1}=\sqrt{(4F')^2+(2F')^2}=2\sqrt{5}F'$$

اگر دو کره را به هم تماس دهیم بار هر کره برابر خواهد شد با:

$$q''=\frac{(-4q)+(-2q)}{2}=-3q$$

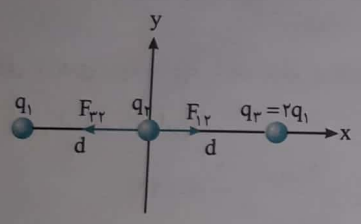


$$\begin{cases}F''_{CA}=k\dfrac{q(3q)}{a^2}=3F'\\ F''_{BA}=k\dfrac{q(3q)}{a^2}=3F'\end{cases}\Rightarrow F_{T_2}=\sqrt{(3F')^2+(3F')^2}=3\sqrt{2}F'$$

بنابراین:

$$\frac{F_{T_2}}{F_{T_1}}=\frac{3\sqrt{2}F'}{2\sqrt{5}F'}=\frac{3}{\sqrt{10}}=\frac{3\sqrt{10}}{10}=0/3\sqrt{10}$$

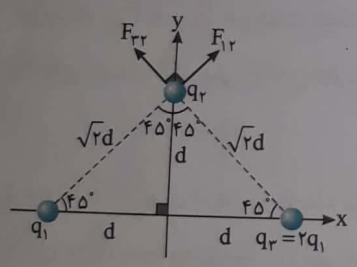
۶۲- گزینه‌ی ۳ ابتدا نیروی خالص وارد بر بار q_2 را در حالت اول بررسی می‌کنیم:



$$\begin{cases}F_{32}=\dfrac{kq_2q_3}{r^2}=\dfrac{kq_2\times 2q_1}{d^2}=2k\dfrac{q_2q_1}{d^2}\\ F_{12}=\dfrac{kq_1q_2}{r^2}=\dfrac{kq_1q_2}{d^2}\end{cases}\Rightarrow F_T=2k\frac{q_2q_1}{d^2}-k\frac{q_2q_1}{d^2}$$

$$\Rightarrow F_T=F=k\frac{q_2q_1}{d^2}$$

حال نیروی خالص در حالت دوم را به‌دست می‌آوریم:



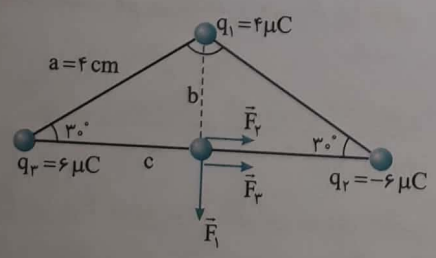
$$F_{12}=k\frac{q_1\times q_2}{(\sqrt{2}d)^2}=\frac{k}{2}\frac{q_1q_2}{d^2}=\frac{F}{2}$$

$$F_{32}=k\frac{q_1q_3}{(\sqrt{2}d)^2}=k\frac{2q_1q_2}{2d^2}=F$$

نیروی خالص این دو بردار چون بر هم عمودند برابر است با:

$$F'_T=\sqrt{F_{12}^2+F_{32}^2}=\sqrt{\frac{F^2}{4}+F^2}=\frac{\sqrt{5}}{2}F$$

۶۳- گزینه‌ی ۴ ابتدا با توجه به شکل اندازه‌ی b و c را می‌یابیم:



$$b=a\sin 30^\circ=4\times\frac{1}{2}=2cm \quad , \quad c=a\cos 30^\circ=4\times\frac{\sqrt{3}}{2}=2\sqrt{3}cm$$

q_2 و q_3 برابرند، بنابراین:

$$F_3=F_2=\frac{kq_3q_4}{c^2}=\frac{9\times10^9\times6\times10^{-6}\times1\times10^{-6}}{(2\sqrt{3})^2\times10^{-4}}=45N$$

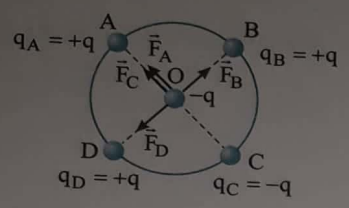
برای q_1 نیز داریم:

$$F_1=\frac{kq_1q_4}{b^2}=\frac{9\times10^9\times4\times10^{-6}\times1\times10^{-6}}{4\times10^{-4}}=90N$$

در نتیجه:

$$F_T=\sqrt{(F_3+F_2)^2+F_1^2}=\sqrt{90^2+90^2}=90\sqrt{2}N$$

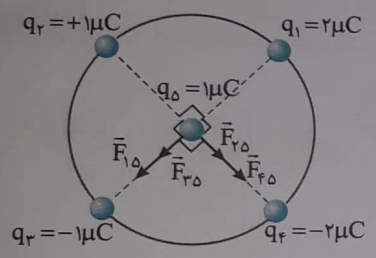
Scanned by CamScanner



۶۴- گزینه‌ی ۱ نیروهای الکتریکی وارد از سوی بارهای الکتریکی نقطه‌ای، واقع در A، B، C و D بر بار الکتریکی $-q$ واقع در مرکز O مطابق شکل روبه‌رو است. این چهار نیرو با توجه به اندازه‌ی بارهای الکتریکی و فاصله‌ی بارها از یک‌دیگر طبق قانون کولن هم‌اندازه می‌باشند که آن‌ها را برابر F در نظر می‌گیریم:

$$\begin{cases} q_A=q_B=|q_C|=q_D \\ r_A=r_B=r_C=r_D=R \end{cases} \Rightarrow F_A=F_B=F_C=F_D=F$$

با توجه به شکل $\vec{F}_B$ و $\vec{F}_D$ در خلاف جهت یک‌دیگر بوده و برآیند آن‌ها صفر می‌شود. نیروهای دافعه‌ی $\vec{F}_C$ و جاذبه‌ی $\vec{F}_A$ هم‌جهت بوده و برآیند آن‌ها، در راستای $\overrightarrow{OA}$ قرار گرفته که همان نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار $-q$ واقع در مرکز دایره است.



۶۵- گزینه‌ی ۴ اندازه‌ی بارهای q_1 و q_4 با هم برابر و فاصله‌ی هریک از این دو بار تا بار q_5 با هم برابر است، بنابراین:

$$|\vec{F}_{15}|=|\vec{F}_{45}|=k\frac{qq'}{r^2}=9\times10^9\times\frac{2\times10^{-6}\times1\times10^{-6}}{100\times10^{-4}}=1/8N$$

اندازه‌ی بارهای q_3 و q_2 با هم برابر و فاصله‌ی هریک از این دو بار تا بار q_5 با هم برابر است، بنابراین:

$$|\vec{F}_{35}|=|\vec{F}_{25}|=k\frac{qq'}{r^2}=9\times10^9\times\frac{1\times10^{-6}\times1\times10^{-6}}{100\times10^{-4}}=0/9N$$

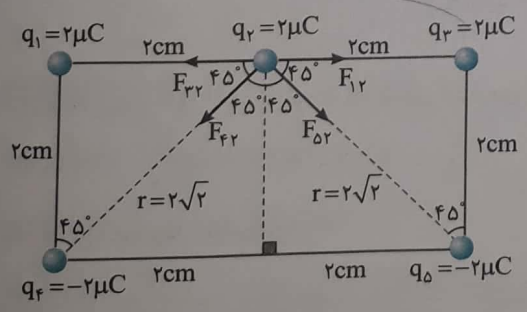
نیروهای $\vec{F}_{35}$ و $\vec{F}_{15}$ هم‌جهت هستند: $|\vec{F}_{35}+\vec{F}_{15}|=1/8+0/9=2/7N$

نیروهای $\vec{F}_{25}$ و $\vec{F}_{45}$ هم‌جهت هستند: $|\vec{F}_{45}+\vec{F}_{25}|=1/8+0/9=2/7N$

بنابراین نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_5 برابر است با:

$$F_T=\sqrt{(2/7)^2+(2/7)^2}=2/7\sqrt{2}N$$

توجه کنید که چون بارها در فاصله یکسان از هم قرار دارند، زاویه بین خط‌های واصل دو بار روبه‌روی هم، 90° می‌باشد.



۶۶- گزینه‌ی ۳ نیروهای وارد بر بار q_2 را رسم کرده و اندازه‌ی هریک را به‌دست می‌آوریم نیروهای وارده از طرف q_3 و q_1 به یک اندازه بوده و در خلاف جهت هم می‌باشند و هم‌دیگر را خنثی می‌کنند.

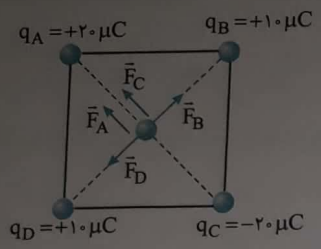
$$\vec{F}_{12}=-\vec{F}_{32}\Rightarrow\vec{F}_{12}+\vec{F}_{32}=0$$

$$|\vec{F}_{42}|=|\vec{F}_{52}|=\frac{kq_5q_2}{r^2}=\frac{9\times10^9\times2\times10^{-6}\times2\times10^{-6}}{(2\sqrt{2})^2\times10^{-4}}=\frac{9\times4\times10}{8}=45N$$

$\vec{F}_{42}$ بر $\vec{F}_{52}$ عمود بوده بنابراین نیروی خالص وارد بر q_2 برابر است با:

$$\begin{cases} \vec{F}_T=\underbrace{\vec{F}_{12}+\vec{F}_{32}}_{0}+\vec{F}_{52}+\vec{F}_{42}=\vec{F}_{52}+\vec{F}_{42} \\ |\vec{F}_{52}+\vec{F}_{42}|=\sqrt{|\vec{F}_{52}|^2+|\vec{F}_{42}|^2} \end{cases} \Rightarrow|\vec{F}_T|=\sqrt{(45)^2+(45)^2}=45\sqrt{2}N$$

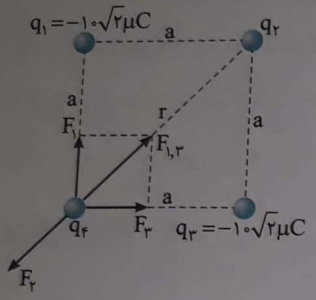
Scanned by CamScanner



۶۷- گزینه‌ی ۴ ابتدا نیروهای وارد بر بار در مرکز مربع را رسم می‌کنیم؛ نیروهای F_B و F_D هم‌اندازه و در خلاف جهت هم هستند و یک‌دیگر را خنثی می‌کنند. کافی است F_A و F_C را به‌دست آورده و با هم جمع کنیم:

فاصله‌ی بار q تا رئوس مربع: $r=\frac{1}{2}\times$ قطر مربع $=\frac{1}{2}\times 30\sqrt{2}=15\sqrt{2}cm$

$$F_A=F_C=\frac{kq_Aq}{r^2}=\frac{9\times10^9\times20\times10^{-6}\times20\times10^{-6}}{(15\sqrt{2}\times10^{-2})^2}=80N \quad , \quad F_T=F_C+F_A=160N$$



۶۸- گزینه‌ی ۱ علامت بار الکتریکی q_4 مشخص نیست از این‌رو آن را مثبت فرض می‌کنیم (البته در انتهای حل متوجه می‌شوید که علامت بار q_4 مهم نیست). با این فرض بارهای q_1 و q_3 با نیروی یکسان بر بار q_4 نیروی ربایش وارد می‌کنند.

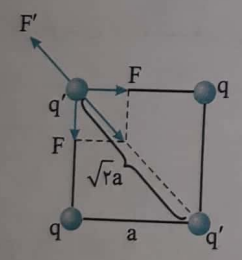
$$F_1=F_3=\frac{kq_1q_4}{a^2}=\frac{kq_3q_4}{a^2}, |\vec{F}_{1,3}|=|\vec{F}_1+\vec{F}_3|=\sqrt{F_1^2+F_3^2}\xrightarrow{F_1=F_3}\sqrt{2}F_1=\sqrt{2}\frac{kq_3q_4}{a^2}$$

فاصله‌ی بار الکتریکی q_2 از q_4 برابر قطر مربع است که از رابطه‌ی فیثاغورس به‌دست می‌آید:

$$r=\sqrt{a^2+a^2}=a\sqrt{2}$$

برای این‌که بار q_4 به حال تعادل باشد باید نیرویی که بار q_2 بر بار q_4 وارد می‌کند رانشی و برابر با برایند $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_3$ باشد (به راستا و جهت نیروی برایند نیروهای ربایشی $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_3$، در شکل توجه کنید، یعنی بار q_2 باید مثبت باشد:

$$\begin{cases} F_2=k\frac{q_2q_4}{r^2}=k\frac{q_2q_4}{2a^2} \\ F_2=|\vec{F}_1+\vec{F}_3| \end{cases} \Rightarrow |\frac{\sqrt{2}kq_3q_4}{a^2}|=k\frac{q_2q_4}{2a^2}\Rightarrow 2\sqrt{2}|q_3|=q_2\Rightarrow q_2=+40\mu C$$

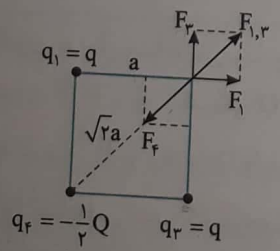


۶۹- گزینه‌ی ۲ نیروهایی که دو بار q' بر هم وارد می‌کنند، رانشی است. بنابراین بارهای q باید با بارهای q' ناهمنام بوده و بر آن‌ها نیروی ربایشی وارد کنند تا برآیند نیروهای وارد بر q' صفر شود. اگر طول ضلع مربع را a بگیریم، طول قطر آن (فاصله‌ی بین بارهای q' و q') $\sqrt{2}a$ خواهد بود. باید برآیند دو نیروی ربایشی F با نیروی رانشی F' برابر باشد:

$$F'=2F\cos\frac{90^\circ}{2}\Rightarrow k\frac{q'q'}{(\sqrt{2}a)^2}=2(k\frac{qq'}{a^2})\times\frac{\sqrt{2}}{2}\Rightarrow|\frac{q'}{q}|=2\sqrt{2}$$

اما همان‌گونه که بیان شد، q و q' ناهمنام بوده، از این‌رو:

$$\frac{q'}{q}=-2\sqrt{2}$$



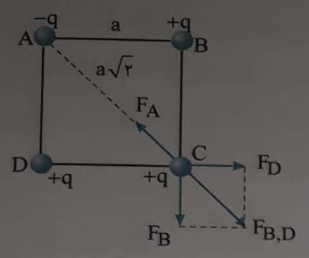
۷۰- گزینه‌ی ۲ بارهای q_2 و q_4 ناهمنام هستند و نیروی وارد بر q_2 ربایشی است. بنابراین باید q و Q همنام باشند و نیروی بین آن‌ها رانشی باشد و برآیند نیروهای وارد بر q_2 صفر شود. نیروی F_1 و F_3 را برابر F در نظر می‌گیریم:

$$F_{1,3}=\sqrt{2}F=\sqrt{2}(k\frac{qQ}{a^2})$$

$$F_4=k\frac{\frac{1}{2}Q\times Q}{(\sqrt{2}a)^2}=\frac{1}{4}k\frac{Q^2}{a^2}\Rightarrow\sqrt{2}(\frac{kqQ}{a^2})=\frac{1}{4}k\frac{Q^2}{a^2}\Rightarrow\frac{Q}{q}=4\sqrt{2}$$

Scanned by CamScanner

Ⓑ **۷۱- گزینه‌ی ۱** ابتدا با توجه به شکل، نیروی وارد بر بار C توسط بارهای دیگر را به‌دست می‌آوریم:



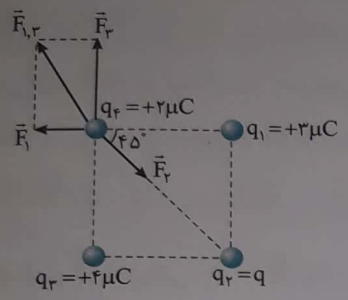
$$F_B = F_D = \frac{kq^2}{a^2} \Rightarrow F_{B,D} = \sqrt{2}F_B = \sqrt{2}\frac{kq^2}{a^2}$$

فاصله‌ی AC برابر $\sqrt{2}a$ است، پس:

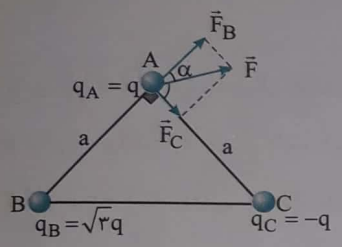
$$F_A = \frac{kq^2}{(a\sqrt{2})^2} = \frac{kq^2}{2a^2}$$

$$F_T = F_{B,D} - F_A = (\sqrt{2} - \frac{1}{2})\frac{kq^2}{a^2}$$

Ⓒ **۷۲- گزینه‌ی ۴** به شکل رسم شده دقت کنید. بارهای مثبت q_1 و q_3 هر دو بار مثبت q_4 را می‌رانند (دفع می‌کنند). نیروی F_1 توسط q_1 بر q_4 و نیروی F_3 توسط q_3 بر q_4 وارد می‌شود. اما q_3 بزرگ‌تر از q_1 است پس $F_3 > F_1$ است و برآیند آن‌ها روی امتداد قطر مربع قرار نمی‌گیرد. درحالی که نیرویی که بار $q_2 = q$ بر بار q_4 وارد می‌کند روی قطر مربع است، یعنی F_2 و $F_{1,3}$ در یک امتداد نیستند و برآیند آن‌ها هرگز صفر نمی‌شود.



Ⓑ **۷۳- گزینه‌ی ۱** بار q_C، بار q_A را می‌رباید و بار q_B، q_A را می‌راند.

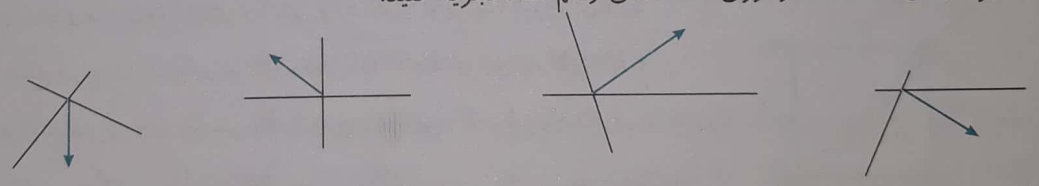


$$\cot\alpha = \frac{F_B}{F_C} = \frac{k\frac{(\sqrt{3}q)q}{a^2}}{k\frac{(q)(q)}{a^2}} = \sqrt{3} \Rightarrow \alpha = 30^\circ$$

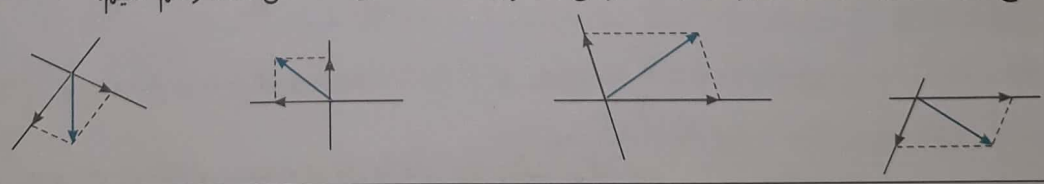
Ⓒ **۷۴- گزینه‌ی ۳** در ریاضی سال هشتم صفحه ۷۷ در مسأله ۷ از شما خواسته شده که:

یادآوری

۷- بردارهای داده شده را روی امتدادهای رسم شده تجزیه کنید.

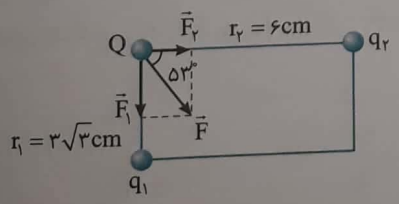


پاسخ: برای تجزیه از انتهای بردار باید خطوطی به موازات امتدادهای مشخص شده رسم کنیم.



اکنون به حل مسأله می‌پردازیم.

نیروی F که بر بار الکتریکی Q توسط q_1 و q_2 وارد می‌شود درواقع برآیند دو نیرویی است که بارهای q_1 و q_2 بر Q وارد کرده‌اند. بردار F را روی ضلع‌های مستطیل تجزیه می‌کنیم. کاملاً مشخص است که نیروی‌های F_1 و F_2 نشان می‌دهند که بارهای q_1 و q_2 هر دو بار Q را می‌ربایند، بنابراین q_1 و q_2 همنام هستند. نسبت $\frac{F_1}{F_2}$ را از روی شکل حساب می‌کنیم.



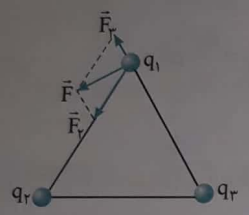
Scanned by CamScanner

$$\begin{cases} \tan 53^\circ = \dfrac{\sin 53^\circ}{\cos 53^\circ} = \dfrac{0/8}{0/6} = \dfrac{4}{3} \\ \text{با توجه به شکل: } \tan 53^\circ = \dfrac{F_1}{F_2} \end{cases} \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{4}{3}$$

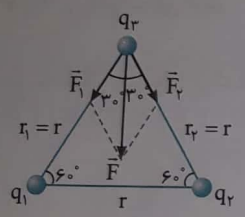
به کمک قانون کولن می‌توان نوشت:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{\dfrac{kq_1Q}{r_1^2}}{\dfrac{kq_2Q}{r_2^2}} \Rightarrow \frac{4}{3} = \left(\frac{q_1}{q_2}\right)\times\left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{4}{3} = \left(\frac{q_1}{q_2}\right)\times\left(\frac{6}{3\sqrt{3}}\right)^2 \Rightarrow \frac{4}{3} = \left(\frac{q_1}{q_2}\right)\times\left(\frac{4}{3}\right) \Rightarrow \frac{q_1}{q_2} = 1$$

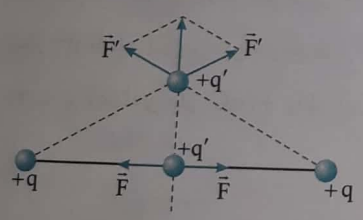
۷۵- گزینه‌ی ۱ (B) نیروی F را تجزیه می‌کنیم. مشاهده می‌شود که F_2 بزرگ‌تر از F_3 است. پس بار q_2 بزرگ‌تر از q_3 است. ضمن این‌که q_2، q_1 را می‌رباید، پس q_1 و q_2 ناهمنام هستند و q_3، q_1 را می‌راند، بنابراین دو بار q_1 و q_3 همنام هستند.

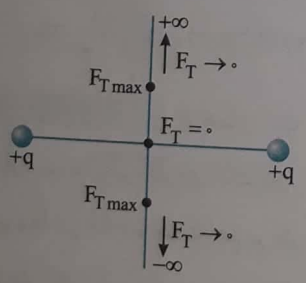


۷۶- گزینه‌ی ۲ (A) برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار الکتریکی q_3 از سوی بارهای الکتریکی q_1 و q_2، یعنی نیروی $\vec{F}$ را در راستای اضلاع مثلث تجزیه می‌کنیم. مؤلفه‌های به‌دست‌آمده نشان دهنده‌ی وجود نیروهای جاذبه‌ی $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ از سوی بارهای q_1 و q_2 بر بار الکتریکی q_3 می‌باشد. پس نتیجه می‌گیریم که q_1 و q_2 همنام بوده و q_3 با آن‌ها ناهمنام است. از سوی دیگر با توجه به این که مثلث متساوی‌الاضلاع است و بردار برآیند $\vec{F}$ منطبق بر نیمساز زاویه‌ی بین بردارهای $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ یعنی 60° است، به این نتیجه می‌رسیم که نیروهای $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ هم‌اندازه‌اند و چون فاصله‌ی بارهای q_1 و q_2 تا بار الکتریکی q_3 یکسان است، پس بارهای الکتریکی q_1 و q_2 نیز یکسان می‌باشند.

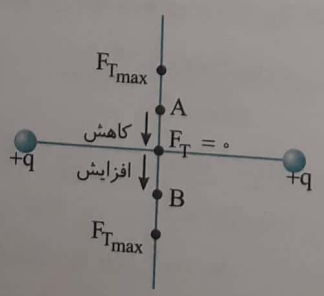


۷۷- گزینه‌ی ۲ (C) همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود وقتی بار q' دقیقاً در وسط دو بار $+q$ قرار دارد، برآیند نیروهای وارد بر آن صفر است. وقتی بار q' روی یک نقطه روی عمود منصف قرار دارد، دو نیروی F' به آن وارد می‌شود که برآیند آن‌ها $2F'\cos\frac{\alpha}{2}$ می‌شود و این برآیند صفر نیست. وقتی بار q' روی عمود منصف به فاصله‌ی خیلی دور می‌رود، نیروهای F' به سمت صفر میل می‌کنند و برآیند $2F'\cos\frac{\alpha}{2}$ نیز به سمت صفر میل می‌کند. در قسمت منفی محور yها نیز همین تغییرات وجود دارد. پس در نقطه‌ای روی محور y، برآیند نیروهای وارد بر q' بیشینه است.

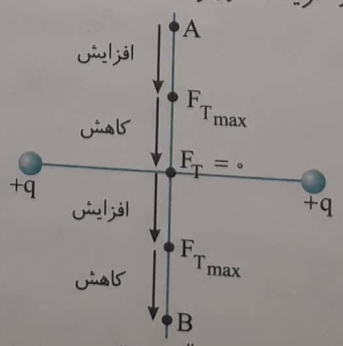




در صورت مسأله وضعیت نقاط A و B مشخص نیست و دو حالت زیر به وجود می‌آید که فقط یک حالت (حالت اول) در گزینه‌ها وجود دارد.



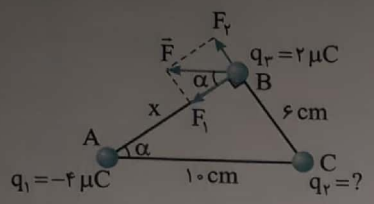
«حالت اول»



«حالت دوم»

Scanned by CamScanner

۷۸- گزینه‌ی ۴ ابتدا فاصله‌ی بار q_1 تا q_3 را به‌دست می‌آوریم:



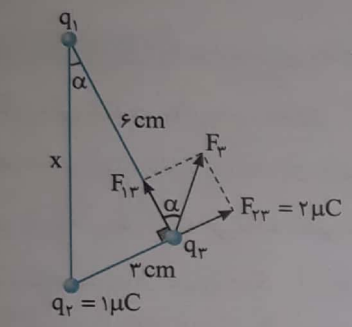
$$10^2=x^2+6^2 \Rightarrow x=8\,cm$$

بار q_1 بار q_3 را می‌رباید و نیروی F_1 را مطابق شکل بر q_3 وارد می‌کند. در این صورت برای آن که نیروی برآیند وارد بر q_3 موازی قاعده‌ی مثلث باشد، باید بار q_2 مثبت بوده و بار q_3 را براند. با توجه به شکل، زاویه‌ی بین بردار F و بردار F_1 برابر α است و با توجه به شکل در مثلث ABC، $\tan\alpha=\frac{6}{8}=\frac{3}{4}$ است.

از طرفی:

$$\tan\alpha=\frac{F_2}{F_1}\Rightarrow\frac{3}{4}=\frac{k\frac{q_2\times q_3}{6^2}}{k\frac{q_1\times q_3}{8^2}}\Rightarrow\frac{3}{4}=\frac{64}{36}\times\frac{q_2}{4}\Rightarrow q_2=\frac{27}{16}\mu C$$

۷۹- گزینه‌ی ۴ نیروی F_3 مطابق شکل برآیند دو نیروی F_{23} و F_{13} است. نیروی بین q_2 و q_3 را حساب می‌کنیم.



$$F_{23}=k\frac{q_2q_3}{r^2}=9\times10^9\,\frac{1\times2\times10^{-12}}{9\times10^{-4}}\Rightarrow F_{23}=20N$$

با توجه به شکل می‌توان نوشت:

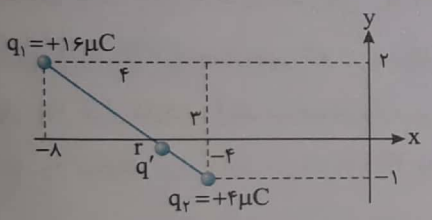
$$x=\sqrt{3^2+6^2}=3\sqrt{5}\,cm$$

$$\sin\alpha=\frac{3}{3\sqrt{5}}=\frac{\sqrt{5}}{5}$$

از طرفی:

$$\sin\alpha=\frac{F_{23}}{F_3}\Rightarrow\frac{\sqrt{5}}{5}=\frac{20}{F_3}\Rightarrow F_3=20\sqrt{5}N$$

۸۰- گزینه‌ی ۲ با توجه به نمودار، دو بار، در مکان‌های نشان داده شده قرار می‌گیرند، r برابر فاصله‌ی دو بار از هم برابر است با:



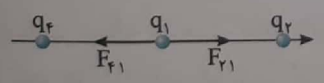
$$r=\sqrt{(3)^2+(4)^2}=5cm$$

بار q' باید در بین این دو بار قرار گیرد، بنابراین فاصله‌ی بار $16\mu C$ را از آن برابر xcm و فاصله‌ی بار $+4\mu C$ را از آن برابر $r-x=(5-x)cm$ می‌گیریم.

$$F_{2q'}=F_{1q'}\Rightarrow k\frac{q_2q'}{(5-x)^2}=k\frac{q_1q'}{(x)^2}$$

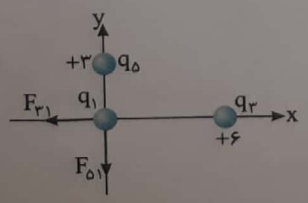
$$\Rightarrow(4\times10^{-6})(x)^2=16\times10^{-6}(5-x)^2\Rightarrow x=2(5-x)\Rightarrow 3x=10\Rightarrow x=\frac{10}{3}cm$$

۸۱- گزینه‌ی ۲ بارهای q_2 و q_4 هم‌اندازه بوده و در یک فاصله از بار q_1 قرار دارند، بنابراین نیروی الکتریکی که به بار q_1 وارد می‌کنند هم‌اندازه هم بوده و چون نیروها در خلاف جهت هم بر بار q_1 وارد می‌شود بنابراین برایند نیروهای F_{21} و F_{41} بر بار q_1 برابر صفر می‌شود. بنابراین تنها بارهای q_3 و q_5 می‌توانند نیروی خالص بر بار q_1 وارد کنند.



$$F_{31}=k\frac{q_3q_1}{r^2}=9\times10^9\times\frac{8\times10^{-6}\times4\times10^{-6}}{36\times10^{-4}}=80$$

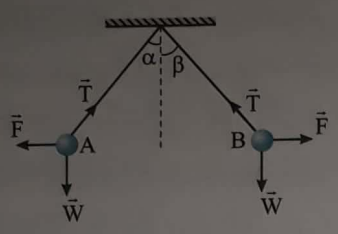
$$F_{51}=k\frac{q_5q_1}{r^2}=9\times10^9\times\frac{4\times10^{-6}\times4\times10^{-6}}{9\times10^{-4}}=160$$



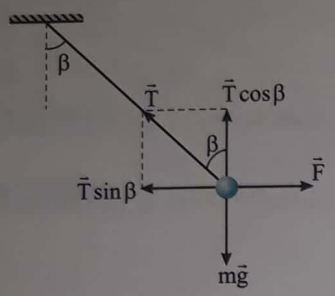
بنابراین نیروی خالص وارد بر ذره‌ی q_1 برابر است با:

$$\vec{F}=F_{31}\vec{i}+F_{51}\vec{j}=-80\vec{i}-160\vec{j}$$

Scanned by CamScanner



۸۲- گزینه‌ی ۳ طول ریسمان و جرم گلوله‌ها برابر است. از طرفی بنا بر قانون سوم نیوتون نیرویی که A بر B وارد می‌کند با نیرویی که B بر A وارد می‌کند برابر است، به همین علت $\alpha=\beta$ خواهد بود.

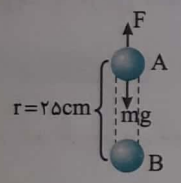


۸۳- گزینه‌ی ۲ طبق قانون سوم نیوتون نیروهای کنش و واکنش با هم برابرند. پس اگر جسم B به جسم A نیروی الکتریکی F_A و جسم A به جسم B نیروی الکتریکی F_B وارد کند، $F_A=F_B$ است و این تساوی به مقدار بارهای q_A و q_B ربطی ندارد.

$$F_{T_x}=0\Rightarrow T\sin\beta=F$$
$$F_{T_y}=0\Rightarrow T\cos\beta=mg \qquad \Rightarrow \tan\beta=\frac{F}{mg}$$

پس مقدار انحراف زاویه‌ی گلوله از راستای قائم وابسته به F و mg است. F که یکسان است، بنابراین جسمی که جرم بیش‌تری دارد، کم‌تر منحرف می‌شود. یعنی گلوله‌ی B کم‌تر از گلوله‌ی A منحرف می‌شود. پس: $\alpha>\beta$

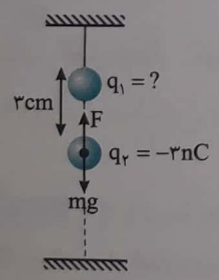
۸۴- گزینه‌ی ۴ گول خورده‌اید؟! این مسأله اصولاً به فصل الکتریسیته‌ی ساکن تعلق ندارد. دوباره مسأله را بخوانید، بله درست فهمیده‌اید. سه گلوله‌ی باردار پلاستیکی با سه میله به هم متصل شده و مجموعه روی میز ساکن است و همواره برآیند نیروهای وارد بر جسم ساکن صفر است.



۸۵- گزینه‌ی ۲ نیروی خالص وارد بر گلوله‌ی A صفر است. یعنی نیروی وزن گلوله‌ی A با نیروی الکتریکی بین A و B برابر است:

$$F=W\Rightarrow k\frac{q_Aq_B}{r^2}=mg\Rightarrow\frac{9\times10^9\times q^2}{(25\times10^{-2})^2}=9\times10^{-3}\times10\Rightarrow q^2=\frac{25^2\times10^{-4}\times10^{-1}}{10^9}$$

$$\Rightarrow q^2=25^2\times10^{-14}\Rightarrow q=25\times10^{-7}C=2/5\mu C$$



۸۶- گزینه‌ی ۴ نیروهای وارد بر گوی پایین را مطابق شکل رسم می‌کنیم. چون از گوی بالایی الکترون جدا شده است، بار آن مثبت می‌شود و در نتیجه گوی پایینی را که دارای بار منفی است به سمت بالا جذب می‌کند، این نیروی جاذبه‌ی الکتریکی می‌تواند وزن گوی پایینی را خنثی کند و آن را به صورت معلق درآورد:

برای گوی پایینی : $\vec{F}_T=0\Rightarrow F-mg=0\Rightarrow F=\frac{kq_1q_2}{r^2}=mg$

$$\Rightarrow\frac{9\times10^9\times q_1\times(3\times10^{-9})}{(3\times10^{-2})^2}=(144\times10^{-6})\times10\Rightarrow|q_1|=48\times10^{-9}C\Rightarrow q_1=+4/8\times10^{-8}C$$

تعداد الکترون‌های جدا شده از گوی بالایی را از رابطه‌ی $q=\pm ne$ به‌دست می‌آوریم:

$$q=\pm ne\Rightarrow+4/8\times10^{-8}=+n\times1/6\times10^{-19}\Rightarrow n=\frac{4/8\times10^{-8}}{1/6\times10^{-19}}=3\times10^{11}$$

۸۷- گزینه‌ی ۳ در فضای اطراف یک بار الکتریکی خاصیتی وجود دارد که در آن بر اجسام دیگر نیرو وارد می‌شود. این خاصیت فضا را میدان الکتریکی می‌گویند. میدان الکتریکی برابر نیروی وارد بر یکای بار مثبت در هر نقطه از میدان است: $\vec{E}=\frac{\vec{F}}{q}(\frac{N}{C})$

بنابراین میدان الکتریکی کمیتی است برداری و یکای آن $\frac{N}{C}$ می‌باشد.

Scanned by CamScanner

Ⓐ ۸۸- گزینه‌ی ۲ اگـر بار الکتریکی مولد میدان الکتریکی از نوع مثبت باشـد، میدان الکتریکی به طـرف بیرون و اگر از نوع منفی باشـد، میدان الکتریکی به طرف درون آن بار الکتریکی اسـت. میدان الکتریکی خاصیتی است که بارهای الکتریکی در فضای اطراف خود ایجاد می‌کنند و از نظر کمّی در هر نقطه برابر نیروی الکتریکی وارد بر بار الکتریکی مثبت یک کولنی واقع در آن نقطه است.

Ⓐ ۸۹- گزینه‌ی ۳ بار الکترون منفی است. با توجه به رابطه‌ی $\vec{F}=\vec{E}q$، جهت بردار $\vec{F}$ خلاف جهت $\vec{E}$ می‌شود.

Ⓐ ۹۰- گزینه‌ی ۳ میدان الکتریکی در محل بار q_2 بنا به تعریف میدان الکتریکی خواهد شد:

$$E_1=\frac{F_{12}}{|q_2|}\Rightarrow E_1=\frac{300}{6\times10^{-7}}\Rightarrow E_1=5\times10^{8}\ \frac{N}{C}$$

Ⓐ ۹۱- گزینه‌ی ۲ با توجه به تعریف میدان الکتریکی خواهیم داشت:

$$\vec{E}=\frac{\vec{F}}{q}=\frac{-300\vec{i}+200\vec{j}}{-10}=30\vec{i}-20\vec{j}(\frac{N}{C})$$

Ⓐ ۹۲- گزینه‌ی ۱ میدان الکتریکی را در دو حالت نوشته، بر هم تقسیم می‌کنیم:

$$\frac{E_2}{E_1}=\frac{\frac{kq}{r_2^2}}{\frac{kq}{r_1^2}}\Rightarrow\frac{E_2}{E_1}=(\frac{r_1}{r_2})^2\Rightarrow\frac{8}{18}=(\frac{20}{r_2})^2\Rightarrow\frac{2}{3}=\frac{20}{r_2}\Rightarrow r_2=30\ cm\Rightarrow\Delta r=30-20=10\ cm$$

Ⓐ ۹۳- گزینه‌ی ۱ میدان الکتریکی را در دو فاصله نوشته و بر هم تقسیم می‌کنیم:

$$E=k\frac{q}{r^2}\Rightarrow\frac{E_1}{E_2}=(\frac{r_2}{r_1})^2\Rightarrow\frac{E_1}{E_2}=(\frac{3}{2})^2\Rightarrow E_1=\frac{9}{4}E_2$$

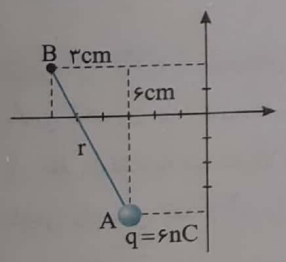
با توجه به فرض مسأله خواهیم داشت:

$$E_1-E_2=250\Rightarrow\frac{9}{4}E_2-E_2=250\Rightarrow E_2=200\frac{N}{C}\Rightarrow E_1=\frac{9}{4}\times200=450\frac{N}{C}$$

Ⓐ ۹۴- گزینه‌ی ۱ با افزودن بار $-3q$ به ذره، بار ذره برابر $q'=q+(-3q)=-2q$ خواهد شد. میدان را در دو حالت به‌دست آورده و بر هم تقسیم می‌کنیم:

$$\frac{E'}{E}=\frac{q'}{q}\times(\frac{r}{r'})^2\Rightarrow\frac{E'}{E}=\frac{2q}{q}\times(\frac{d}{3d})^2\Rightarrow\frac{E'}{E}=\frac{2}{9}$$

Ⓐ ۹۵- گزینه‌ی ۴ ابتدا فاصله‌ی بین دو نقطه‌ی A و B را به‌دست می‌آوریم

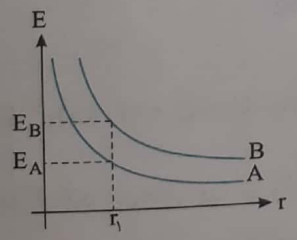


$$r=\sqrt{(3)^2+(6)^2}=\sqrt{45}=3\sqrt{5}cm$$

حال میدان حاصل از بار $6nC$ را در فاصله‌ی $3\sqrt{5}cm$ به‌دست می‌آوریم:

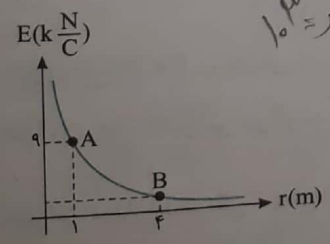
$$E=k\frac{q}{r^2}=9\times10^9\times\frac{6\times10^{-9}}{(3\sqrt{5}\times10^{-2})^2}=9\times10^9\times\frac{6\times10^{-9}}{45\times10^{-4}}=\frac{54}{45}\times10^4=\frac{12}{10}\times10^4=12\times10^3\ \frac{N}{C}$$

Ⓐ ۹۶- گزینه‌ی ۳ با توجه به نمودار $E-r$ روبه‌رو در یک فاصله‌ی یکسان اندازه میدان حاصل از بار B بزرگ‌تر از اندازه میدان حاصل از بار A است، بنابراین:



$$E_B>E_A\Rightarrow\frac{k|q_B|}{r_1^2}>\frac{k|q_A|}{r_1^2}\Rightarrow|q_B|>|q_A|$$

Ⓐ ۹۷- گزینه‌ی ۲ با توجه به نمودار داریم:



هزار = 10^3

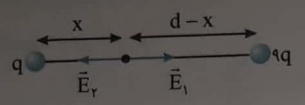
$$E_A=9\frac{kN}{C}=9\times10^3=\frac{kq}{r_A^2}$$

$$E_B=\frac{kq}{r_B^2}$$

$$\Rightarrow\frac{E_A}{E_B}=\frac{9\times10^3}{E_B}=(\frac{r_B}{r_A})^2=(\frac{16}{1})\Rightarrow E_B=\frac{9}{16}\times10^3\ \frac{N}{C}$$

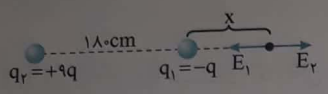
Scanned by CamScanner

۹۸- گزینه‌ی ۱ اگر دو بار همنام باشند، بین دو بار و اگر دو بار ناهمنام باشند، خارج دو بار نقطه‌ای وجود دارد که میدان برآیند در آن صفر است. این نقطه نزدیک بار کوچک‌تر است.



$$E_1=E_2\Rightarrow\frac{kq}{x^2}=\frac{9kq}{(d-x)^2}\Rightarrow\frac{1}{x^2}=\frac{9}{(d-x)^2}\Rightarrow\frac{1}{x}=\frac{3}{d-x}\Rightarrow d-x=3x\Rightarrow x=\frac{d}{4}$$

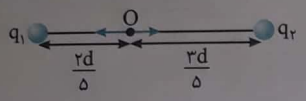
۹۹- گزینه‌ی ۳ دو بار ناهمنام هستند و میدان الکتریکی در خارج از خط مستقیم بین دو بار و نزدیک بار کوچک‌تر صفر می‌شود. در این نقطه باید میدان الکتریکی ناشی از بارها با هم برابر و خلاف جهت هم باشند.



$$E_1=E_2\Rightarrow k\frac{|q_1|}{r_1^2}=k\frac{|q_2|}{r_2^2}\Rightarrow\frac{q_1}{x^2}=\frac{9q_1}{(x+180)^2}$$

$$\Rightarrow\frac{1}{x}=\frac{3}{x+180}\Rightarrow 3x=x+180\Rightarrow 2x=180\Rightarrow x=90cm$$

۱۰۰- گزینه‌ی ۴ نقطه‌ای که میدان برآیند در آن صفر است بین دو بار قرار گرفته، پس دو بار همنام هستند.

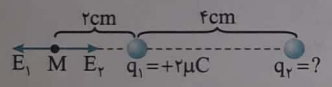


$$E_1=E_2\Rightarrow\frac{kq_1}{(\frac{2d}{5})^2}=\frac{kq_2}{(\frac{3d}{5})^2}\Rightarrow\frac{25q_1}{4}=\frac{25q_2}{9}\Rightarrow\frac{q_2}{q_1}=\frac{9}{4}$$

۱۰۱- گزینه‌ی ۳ در نقطه‌ای بین دو بار به فاصله‌ی $40\,cm$ از بار $-Q$ و $100-40=60\,cm$ از بار $+Q_2$ میدان‌ها با هم برابر شده است، در این صورت:

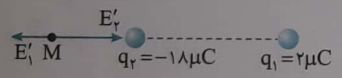
$$E_1=E_2\Rightarrow k\frac{Q_1}{r_1^2}=k\frac{Q_2}{r_2^2}\Rightarrow\frac{Q_1}{(40)^2}=\frac{Q_2}{(60)^2}\Rightarrow\frac{Q_2}{Q_1}=(\frac{60}{40})^2\Rightarrow\frac{Q_2}{Q_1}=2/25$$

۱۰۲- گزینه‌ی ۴ میدان الکتریکی در نقطه‌ی M صفر شده است. بنابراین بار q_2 باید منفی و اندازه‌ی میدان آن باید هم‌اندازه‌ی میدان بار q_1 در محل M باشد.



$$E_1=E_2\Rightarrow k\frac{|q_1|}{r_1^2}=k\frac{|q_2|}{r_2^2}\Rightarrow\frac{2}{2^2}=\frac{|q_2|}{(2+4)^2}\Rightarrow|q_2|=18\,\mu C\,,\,q_2=-18\mu C$$

اکنون محل بارهای q_1 و q_2 را عوض می‌کنیم:



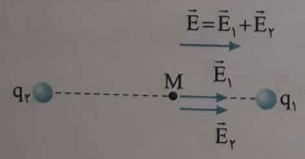
$$E'=E'_2-E'_1=k\frac{|q_2|}{r_2'^2}-k\frac{|q_1|}{r_1^2}$$

$$\Rightarrow E'=9\times10^9\times\frac{18\times10^{-6}}{(2\times10^{-2})^2}-9\times10^9\times\frac{2\times10^{-6}}{(6\times10^{-2})^2}=40/5\times10^7-0/5\times10^7$$

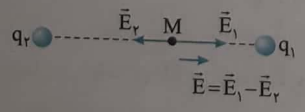
$$\Rightarrow E'=4\times10^8\,\frac{N}{C}$$

۱۰۳- گزینه‌ی ۴ $\vec{E}$ برآیند $\vec{E}_1$ و $\vec{E}_2$ است و می‌تواند حالت‌های زیر را داشته باشد:

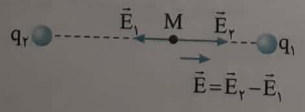
در این شکل q_1 منفی و q_2 مثبت می‌باشد و برآیند میدان‌ها به سوی راست است:



در این شکل q_2 و q_1 منفی هستند و $|q_1|>|q_2|$، بنابراین برآیند میدان‌ها به سوی راست است:

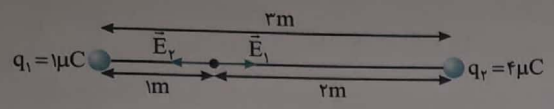


در این شکل q_2 و q_1 مثبت هستند و $|q_2|>|q_1|$، بنابراین برآیند میدان‌ها به سوی راست است:



Scanned by CamScanner

Ⓐ **۱۰۴- گزینه‌ی ۱** میدان الکتریکی ناشی از هر یک از بارها را به‌دست می‌آوریم:

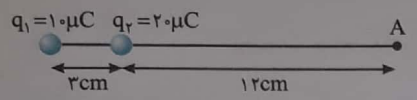


$$E_1=\frac{kq_1}{r_1^2}=\frac{9\times10^9\times1\times10^{-6}}{1}=9\times10^3\ \frac{N}{C}$$

$$E_2=\frac{kq_2}{r_2^2}=\frac{9\times10^9\times4\times10^{-6}}{4}=9\times10^3\ \frac{N}{C}$$

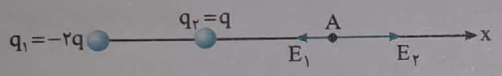
$$E_T=E_1-E_2=0$$

Ⓐ **۱۰۵- گزینه‌ی ۳** میدان الکتریکی هر بار را با استفاده از رابطه‌ی $E=k\frac{q}{r^2}$ به‌دست می‌آوریم و سپس بر هم تقسیم می‌کنیم:



$$\begin{cases} E_1=\frac{kq_1}{r_1^2}=\frac{9\times10^9\times10\times10^{-6}}{(15\times10^{-2})^2}=\frac{10^8}{25}\ \frac{N}{C} \\ E_2=\frac{kq_2}{r_2^2}=\frac{9\times10^9\times20\times10^{-6}}{(12\times10^{-2})^2}=\frac{10^8}{8}\ \frac{N}{C} \end{cases} \Rightarrow \frac{E_2}{E_1}=\frac{25}{8}$$

Ⓑ **۱۰۶- گزینه‌ی ۳** جهت میدان الکتریکی بارهای q_1 و q_2 در نقطه‌ی A مخالف هم است. میدان‌ها را به‌دست آورده و از هم کم می‌کنیم:

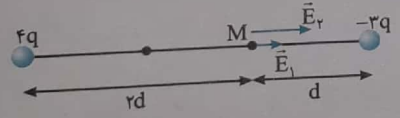


$$E_1=\frac{k(2q)}{(2a)^2}=\frac{kq}{2a^2}\quad,\quad E_2=\frac{kq}{a^2}$$

$$E_{T_A}=E_2-E_1=\frac{kq}{a^2}-\frac{kq}{2a^2}=\frac{kq}{2a^2}$$

$E_2>E_1$ است، پس برآیند در جهت مثبت x است.

Ⓑ **۱۰۷- گزینه‌ی ۱** با توجه به شکل، میدان بارهای $4q$ و $-3q$ در نقطه‌ی M هم‌جهت است. میدان هر یک را برحسب E به‌دست می‌آوریم:

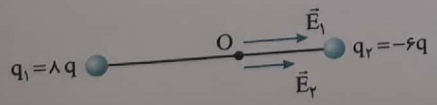


$$E=\frac{kq}{d^2}$$

$$E_1=\frac{k\times4q}{(2d)^2}=\frac{kq}{d^2}=E\quad,\quad E_2=\frac{k\times3q}{d^2}=3\frac{kq}{d^2}=3E$$

$$E_T=E_1+E_2=4E$$

Ⓑ **۱۰۸- گزینه‌ی ۱** اگر اندازه‌ی میدان الکتریکی بار q در فاصله‌ی d از آن برابر E باشد، آن‌گاه:



$$E=\frac{kq}{d^2}\Rightarrow E_1=\frac{k\times8q}{(4d)^2}=\frac{1}{2}\times\frac{kq}{d^2}=\frac{E}{2}$$

$$E_2=\frac{k\times6q}{(3d)^2}=\frac{2}{3}\times\frac{kq}{d^2}=\frac{2}{3}E$$

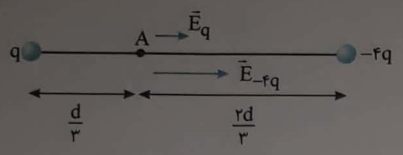
میدان در نقطه‌ی O برآیند E_1 و E_2 بوده و چون میدان‌ها هم‌جهت هستند با هم جمع می‌شوند:

$$E_O=E_1+E_2=\frac{E}{2}+\frac{2E}{3}=\frac{3E+4E}{6}=\frac{7}{6}E$$

Scanned by CamScanner

B **۱۰۹- گزینه‌ی ۱** میدان بارهای q و $-4q$ را در محل A حساب می‌کنیم:

$$E_q=\frac{kq}{(\frac{d}{3})^2}=\frac{9kq}{d^2}\,,\ E_{-4q}=\frac{k4q}{(\frac{2d}{3})^2}=\frac{9kq}{d^2}\Rightarrow E_q=E_{-4q}$$

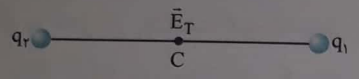


میدان برآیند در نقطه‌ی A برابر است با:

$$E=E_q+E_{-4q}=2E_{-4q}=E\Rightarrow E_{-4q}=E_q=\frac{E}{2}$$

وقتی بار q را خنثی می‌کنیم، فقط میدان E_{-4q} در نقطه‌ی A باقی می‌ماند که در همان جهت قبل است: $\vec{E}'=\frac{\vec{E}}{2}$

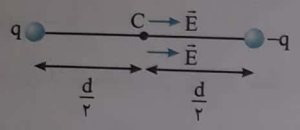
A **۱۱۰- گزینه‌ی ۲** $\vec{E}_T=\vec{E}_1+\vec{E}_2$



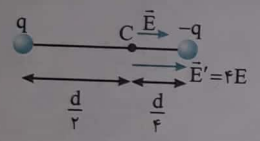
چون هر بار دو برابر شده است، اندازه‌ی میدان هر بار در نقطه‌ی C، دو برابر می‌شود.

$$\vec{E}'_T=2\vec{E}_1+2\vec{E}_2=2(\vec{E}_1+\vec{E}_2)=2\vec{E}_t\Rightarrow E'_t=2\times1000=2000\frac{N}{C}$$

B **۱۱۱- گزینه‌ی ۳** میدان‌های دو بار هم‌اندازه هستند، پس میدان برآیند در نقطه‌ی C برابر 2E می‌شود.

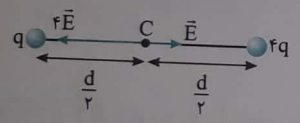


وقتی یکی از بارها، $\frac{d}{4}$ به دیگری نزدیک می‌شود، فاصله‌ی بار از نقطه‌ی C نصف می‌شود و میدان مربوط به آن بار، ۴ برابر می‌شود.



میدان برآیند 5E است، پس میدان ۲/۵ برابر می‌شود.

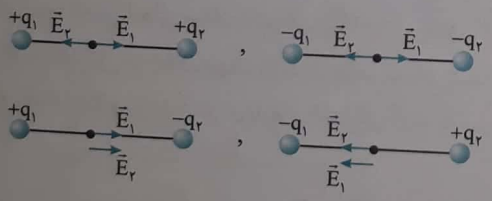
B **۱۱۲- گزینه‌ی ۴** اگر میدان بار q در وسط خط واصل دو بار برابر E باشد، میدان بار 4q در همان نقطه 4E خواهد بود که برآیند آن‌ها برابر خواهد شد با:



$$E_T=4E-E\Rightarrow E_T=3E=300\frac{N}{C}\Rightarrow E=100\frac{N}{C}$$

وقتی بار بزرگ‌تر را خنثی کنیم، فقط میدان بار کوچک‌تر که $E=100\frac{N}{C}$ است، باقی می‌ماند.

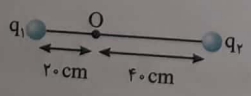
B **۱۱۳- گزینه‌ی ۴** ابتدا به یادآوری نکات زیر می‌پردازیم:



نکته: اگر دوبار همنام باشند، میدان حاصل از دو بار در نقطه‌ای بین آن‌ها، در خلاف جهت هم است.

اگر دوبار ناهمنام باشند میدان حاصل از دو بار در نقطه‌ای بین آن‌ها، هم‌جهت است.

اکنون به حل مسأله می‌پردازیم:



وقتی q_1 را خنثی می‌کنیم، فقط میدان بار q_2 باقی می‌ماند، یعنی $\vec{E}_2=-\vec{E}$ است. در حالت اول برآیند میدان‌ها برابر $\vec{E}$ بوده است، از این‌رو:

$$\vec{E}=\vec{E}_1+\vec{E}_2\ ,\ \vec{E}_2=-\vec{E}\Rightarrow\vec{E}_1=2\vec{E}$$

$\vec{E}_1$ و $\vec{E}_2$ خلاف جهت هم هستند، پس دوبار q_1 و q_2 همنام هستند.

$$\begin{cases}E_1=2E\\E_2=E\end{cases}\Rightarrow E_1=2E_2\Rightarrow\frac{kq_1}{400\times10^{-4}}=2\times\frac{kq_2}{1600\times10^{-4}}\Rightarrow\frac{q_1}{q_2}=\frac{1}{2}$$

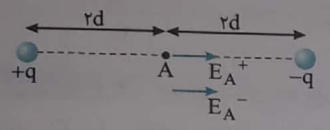
Scanned by CamScanner

Ⓐ **۱۱۴- گزینه‌ی ۳** میدان حاصل از بار نقطه‌ای، $E=\frac{kq}{r^2}$ است. پس:

$$\frac{E_A}{E_B}=\frac{\frac{kq}{r_A^2}}{\frac{kq}{r_B^2}}=\frac{r_B^2}{r_A^2}=\frac{(d+30)^2}{30^2}=2/25\Rightarrow\frac{d+30}{30}=1/5\Rightarrow d=15cm$$

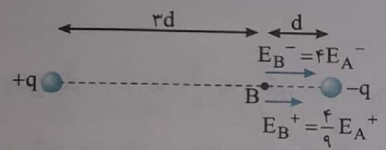
Ⓑ **۱۱۵- گزینه‌ی ۲** بارهای q_1 و q_2 ناهمنام هستند و اگر مقداری از بار q_1 را برداشته و به بار q_2 اضافه کنیم مقدار بار الکتریکی q_1 و q_2 کاهش می‌یابد. با کاهش بار q_2 میدان الکتریکی ناشی از بار q_2 در تمام نقاط فضا کاهش می‌یابد $(E\uparrow=k\frac{q_2\downarrow}{r^2})$ از جمله در محل بار q_1. دقت کنید که منظور طراح سؤال، میدان الکتریکی بار q_2 در محل بار q_1 در نبودِ بار q_1 است. زیرا اگر بار q_1 درنظر گرفته شود میدان الکتریکی روی یک بار نقطه‌ای تعریف نشده است.

Ⓒ **۱۱۶- گزینه‌ی ۳** میدان الکتریکی بارهای $+q$ و $-q$ در نقطه‌ی A هم‌اندازه و هم‌جهت است:



$$E=E_A^++E_A^-\xrightarrow{E_A^+=E_A^-}E=2E_A^+$$

در نقطه‌ی B فاصله‌ی بار $-q$ از محل موردنظر نصف شده و میدان الکتریکی آن ۴ برابر می‌شود $E_B^-=4E_A^-$ و فاصله‌ی بار $+q$، $\frac{3}{2}$ برابر شده و میدان آن در B، $\frac{4}{9}$ برابر می‌شود. $E_B^+=\frac{4}{9}E_A^+$

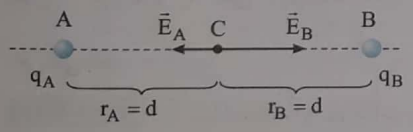


$$E_B=E_B^++E_B^-=\frac{4}{9}E_A^++4E_A^-\xrightarrow{E_A^+=E_A^-}E_B=\frac{4+36}{9}E_A^+=\frac{40}{9}E_A^+$$

در این صورت:

$$\frac{E_B}{E}=\frac{\frac{40}{9}E_A^+}{2E_A^+}=\frac{20}{9}$$

Ⓑ **۱۱۷- گزینه‌ی ۴** با توجه به داده‌های مسأله خواهیم داشت:



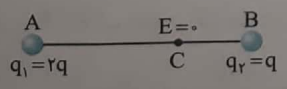
$$\begin{cases}\text{حالت اول}:\vec{E}_A+\vec{E}_B=3\vec{E}_1\\ \text{حالت دوم}:\text{خنثی شده } q_B=0\Rightarrow\vec{E}_B=0\Rightarrow\vec{E}_A=-2\vec{E}_1\end{cases}$$

$$\Rightarrow-2\vec{E}_1+\vec{E}_B=3\vec{E}_1\Rightarrow\vec{E}_B=5\vec{E}_1$$

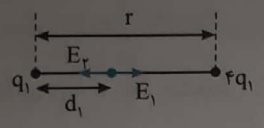
از آن‌جا که بردارهای میدان الکتریکی $\vec{E}_A=-2\vec{E}_1$ و $\vec{E}_B=+5\vec{E}_1$ در نقطه‌ی C و بین دو بار الکتریکی در خلاف جهت یک‌دیگر ظاهر شده‌اند نتیجه می‌گیریم که این دو بار نقطه‌ای همنام هستند و نسبت اندازه‌ی بارهای الکتریکی آن‌ها به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\frac{E_A}{E_B}=\frac{\frac{kq_A}{r_A^2}}{\frac{kq_B}{r_B^2}}\Rightarrow\frac{2E_1}{5E_1}=(\frac{q_A}{q_B})\times(\frac{d}{d})^2\Rightarrow\frac{q_A}{q_B}=\frac{2}{5}\Rightarrow|q_B|=\frac{5}{2}|q_A|$$

Ⓑ **۱۱۸- گزینه‌ی ۴** دقت کنید دوبار همنام هستند و روی خط مستقیم بین دوبار و نزدیک بار کوچک‌تر نقطه‌ای وجود دارد که میدان الکتریکی صفر می‌شود (به‌طور مثال در نقطه C) در این صورت هرگاه از نقطه‌ی A به سوی نقطه‌ی B برویم ابتدا میدان الکتریکی خالص کاهش می‌یابد تا به صفر می‌رسد و سپس افزایش می‌یابد.



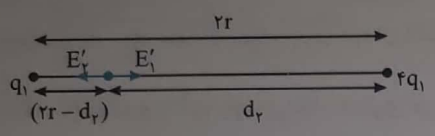
Scanned by CamScanner



۱۱۹- گزینه‌ی ۴ دو بار هم‌نام هستند و بار آن‌ها می‌تواند مثبت یا منفی باشد ولی به هر حال در محل d_1 باید میدان‌های آن‌ها برابر و در خلاف جهت هم باشد تا برآیند میدان‌ها صفر شود.

$$E_1=E_2 \Rightarrow k\frac{q_1}{d_1^2}=k\frac{4q_1}{(r-d_1)^2} \Rightarrow d_1=\frac{r}{3}$$

فاصله‌ی بین دو بار را دو برابر کرده‌ایم، در این‌صورت:

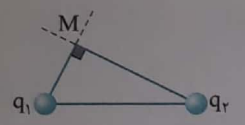


$$E'_1=E'_2$$

$$\frac{kq_1}{(2r-d_2)^2}=k\frac{4q_1}{d_2^2} \Rightarrow \frac{1}{2r-d_2}=\frac{2}{d_2} \Rightarrow 4r-2d_2=d_2 \Rightarrow d_2=\frac{4}{3}r$$

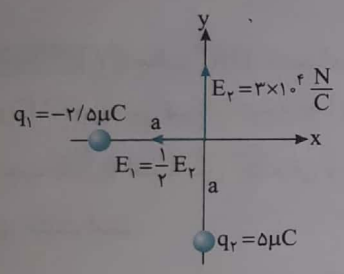
در نتیجه:

$$\frac{d_2}{d_1}=\frac{\frac{4r}{3}}{\frac{r}{3}} \Rightarrow \frac{d_2}{d_1}=4$$



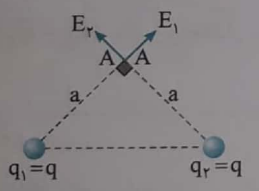
۱۲۰- گزینه‌ی ۳ امتداد این دو میدان برهم عمود است، پس میدان برآیند برابر است با:

$$E=\sqrt{(4\times10^5)^2+(3\times10^5)^2}=5\times10^5\ \frac{N}{C}$$



۱۲۱- گزینه‌ی ۴ میدان بار $q_2=5\mu C$ در نقطه‌ی O برابر $3\times10^4\ \frac{N}{C}$ است. اندازه بار $q_1=-2/5\mu C$ نصف اندازه بار q_2 است. بنابراین میدان q_1 در همان فاصله نصف میدان q_2 می‌شود. $(E_1=\frac{1}{2}E_2=\frac{3}{2}\times10^4\ \frac{N}{C})$ در این صورت با توجه به شکل:

$$\vec{E}=(-\frac{3}{2}\vec{i}+3\vec{j})\times10^4(\frac{N}{C})$$

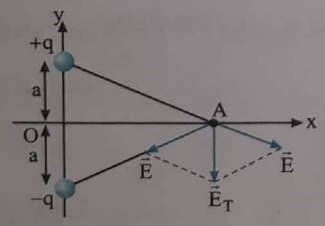


۱۲۲- گزینه‌ی ۱ دو بار یکسان و فاصله‌ی آن‌ها از نقطه‌ی A یکسان است. بنابراین میدان الکتریکی دو بار در محل A با هم برابر است. دو میدان بر هم عمودند و میدان برآیند (خالص) در نقطه‌ی A خواهد شد:

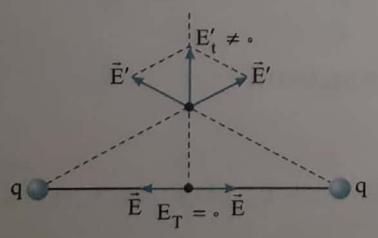
$$E=\sqrt{E_1^2+E_2^2} \xrightarrow{E_1=E_2} E=\sqrt{2}E_1$$

با حذف یکی از بارها، میدان در نقطه‌ی A تنها ناشی از یکی از بارها بوده و برابر $E'=E_1$ می‌شود، در این صورت:

$$\frac{E'}{E}=\frac{E_1}{\sqrt{2}E_1}=\frac{\sqrt{2}}{2}$$



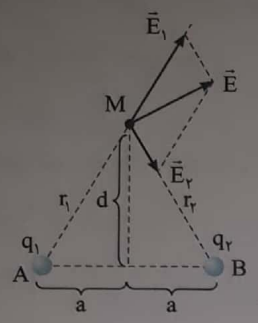
۱۲۳- گزینه‌ی ۴ همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود، در نقطه‌ی A دو میدان برابر وجود دارد که برآیند آن‌ها عمود بر محور ox و به سمت پایین است.



۱۲۴- گزینه‌ی ۴ در فاصله‌ی خیلی دور از دو بار $(r\to\infty)$ میدان الکتریکی صفر است. در نقطه‌ی H وسط خط واصل دو بار، میدان الکتریکی دو بار هم‌اندازه و در خلاف جهت هم بوده و برآیند میدان در نقطه‌ی H صفر است و در فاصله‌ی بین H و نقاط دور میدان الکتریکی مخالف صفر است. بنابراین وقتی از فاصله‌ی خیلی دور $(E=0)$ به سوی H حرکت کنیم، میدان ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد و در نقطه‌ی H مجدداً صفر می‌شود.

Scanned by CamScanner

Ⓑ **۱۲۵- گزینه‌ی ۳** میدان الکتریکی $\vec{E}$ در نقطه‌ی M را در راستای اضلاع AM و BM از مثلث متساوی‌الساقین AMB تجزیه می‌کنیم، تا میدان‌های حاصل از بارهای الکتریکی q_1 و q_2، یعنی $\vec{E}_1$ و $\vec{E}_2$ مشخص شوند.

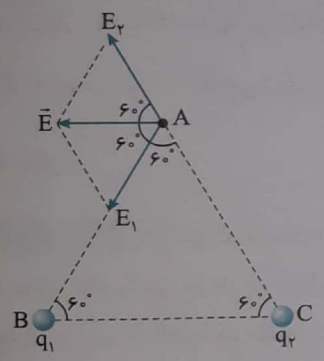


با توجه به جهت به‌دست آمده برای میدان‌های الکتریکی $\vec{E}_1$ و $\vec{E}_2$ می‌فهمیم که بار q_1 مثبت و بار q_2 منفی است. چون میدان الکتریکی برآیند به سمت میدان الکتریکی $\vec{E}_1$ متمایل بوده و با آن زاویه‌ی کوچک‌تری می‌سازد، نتیجه می‌گیریم که اندازه‌ی میدان الکتریکی $\vec{E}_1$ از اندازه‌ی میدان الکتریکی $\vec{E}_2$ بزرگ‌تر است، پس می‌توانیم مقایسه‌ی زیر را بین اندازه‌ی بارهای الکتریکی q_1 و q_2 انجام دهیم:

$$E_1 > E_2 \Rightarrow \frac{k|q_1|}{r_1^2} > \frac{k|q_2|}{r_2^2} \xrightarrow{r_1=r_2} |q_1| > |q_2|$$

$$\Rightarrow \frac{|q_2|}{|q_1|} < 1 \xrightarrow{\text{ناهمنام } q_1 \text{ و } q_2} -1 < \frac{q_2}{q_1} < 0$$

Ⓑ **۱۲۶- گزینه‌ی ۲** مثلث ABC متساوی‌الاضلاع است. میدان الکتریکی E را بر راستای AB و AC تجزیه می‌کنیم (با توجه به آنچه در ریاضی سال هشتم خوانده‌ایم). میدان E_1 به سمت بار q_1 است، پس q_1 منفی و میدان E_2 به سمت خارج بار q_2 است بنابراین بار q_2 مثبت است.



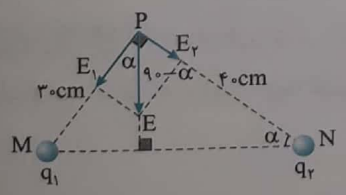
از طرفی با توجه به تقارن میدان‌های E_1 و E_2 مشخص است که این میدان‌ها با هم برابرند $(E_1 = E_2)$ بنابراین مقدار بار q_1 و q_2 یکسان است:

$$|q_1| = |q_2|$$

Ⓒ **۱۲۷- گزینه‌ی ۴** در حل این مسأله باید از هندسه و مثلثات کمک گرفت.

ابتدا میدان E را در امتداد پاره‌خط‌های MP و NP تجزیه می‌کنیم.

اگر زاویه‌ی بین MN و PN برابر α باشد، زاویه‌ی بین E و E_1 نیز برابر α است.



در این صورت:

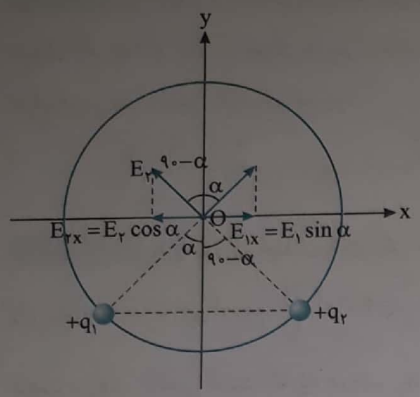
$$\text{در مثلث MNP}: \tan\alpha = \frac{MP}{NP} \Rightarrow \tan\alpha = \frac{۳۰}{۴۰} = \frac{۳}{۴}$$

از طرفی می‌توان نوشت:

$$\tan\alpha = \frac{E_2}{E_1} \Rightarrow \frac{۳}{۴} = \frac{k\frac{|q_2|}{۴۰^2}}{k\frac{|q_1|}{۳۰^2}} \Rightarrow \frac{۳}{۴} = \frac{۹۰۰}{۱۶۰۰} \times \frac{|q_2|}{۹} \Rightarrow |q_2| = ۱۲\mu C$$

با توجه به جهت میدان E_2 باید بار الکتریکی q_2 منفی باشد.

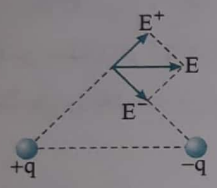
Scanned by CamScanner



C **۱۲۸- گزینه‌ی ۴** در حل این مسأله باید از هندسه و مثلثات استفاده کرد. در صورت مسأله بیان شده که میدان الکتریکی خالص (برآیند) در نقطه‌ی O در جهت محور y ها است در این صورت باید بردارهای میدان الکتریکی E_1 و E_2 به‌گونه‌ای باشند که وقتی آن‌ها را تجزیه می‌کنیم، E_{1x} و E_{2x} برابر و در خلاف جهت هم باشند و یکدیگر را خنثی کنند. دقت کنید که زاویه‌ی بین بردارهای E_1 و E_2، 90° است و بر هم عمودند. در این صورت E_1 و E_2 را رسم کرده در امتداد محور x و y تجزیه می‌کنیم. زاویه‌ی بین E_1 و محور yها با زاویه α متقابل به رأس بوده و با آن برابر است و زاویه‌ی بین E_2 و محور xها نیز α است. اکنون می‌توان مسأله را حل کرد.

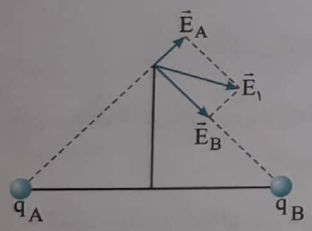
$$E_{1x}=E_{2x}\Rightarrow E_1\sin\alpha=E_2\cos\alpha$$

$$\Rightarrow\frac{E_1}{E_2}=\frac{\cos\alpha}{\sin\alpha}\Rightarrow\frac{k\frac{q_1}{R^2}}{k\frac{q_2}{R^2}}=\cot\alpha\Rightarrow\frac{q_1}{q_2}=\cot\alpha$$

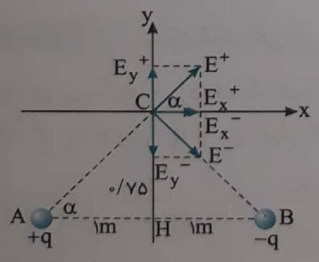


A **۱۲۹- گزینه‌ی ۳** به دو بار الکتریکی هم‌اندازه و ناهمنام که در فاصله‌ی معینی از هم قرار دارند، دوقطبی الکتریکی گویند.

میدان‌های الکتریکی بار +q و −q را مطابق شکل رسم می‌کنیم. سپس یک متوازی‌الاضلاع روی آن‌ها بنا می‌کنیم. قطر این متوازی‌الاضلاع میدان برآیند (خالص) است. (به کتاب ریاضی پایه‌ی هشتم رجوع کنید.)



A **۱۳۰- گزینه‌ی ۱** بار q_B بزرگ‌تر و در نتیجه میدان آن نیز بزرگ‌تر از میدان حاصل از بار q_A است. مطابق شکل میدان برآیند در نقطه‌ی M، E_1 است.



A **۱۳۱- گزینه‌ی ۴** بارهای الکتریکی −q و +q هم‌اندازه و فاصله‌ی آن‌ها از نقطه‌ی C برابر است. بنابراین میدان هر دو بار در نقطه‌ی C هم‌اندازه است.

$$E^-=E^+=150\frac{N}{C}$$

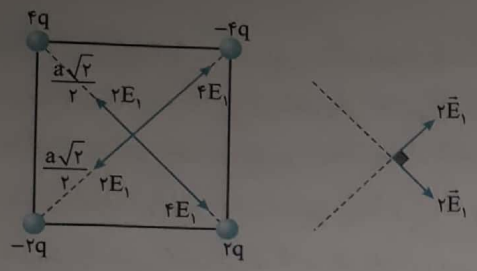
میدان‌ها را در امتداد محور x و y تجزیه می‌کنیم، میدان‌ها روی محور yها هم‌دیگر را خنثی می‌کنند و میدان خالص در نقطه‌ی C موازی محور xها بوده و اندازه‌ی آن خواهد شد.

$$E=E_x^-+E_x^+=E^+\cos\alpha+E^-\cos\alpha$$

$$E=2\times150\times\cos\alpha=2\times150\times(\frac{AH}{AC})=2\times150\times(\frac{1}{\sqrt{1+(\frac{3}{4})^2}})$$

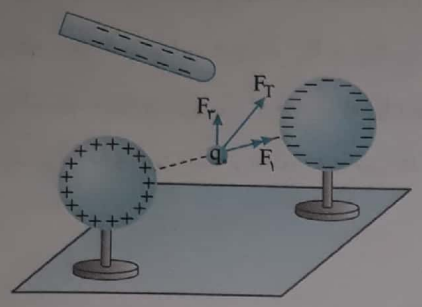
$$\Rightarrow E=300\times(\frac{1}{\sqrt{\frac{25}{16}}})=300\times\frac{4}{5}=240\frac{N}{C}$$

Scanned by CamScanner

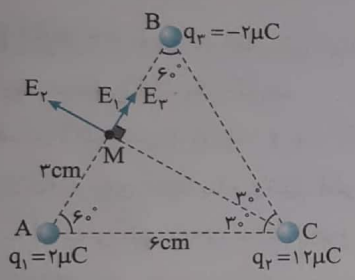


۱۳۲- گزینه‌ی ۲ اگر میدان بار q در مرکز مربع، E_1 باشد، پس مطابق شکل میدان بار ۲q و ۴q در مرکز مربع به‌ترتیب $2E_1$ و $4E_1$ خواهد بود و میدان برآیند در هر راستا $2E_1$ خواهد بود.

$$E_T=\sqrt{(2E_1)^2+(2E_1)^2}=2\sqrt{2}E_1$$



۱۳۳- گزینه‌ی ۲ بزرگی میدان الکتریکی حاصل از اجسام باردار را در محل بار q_0 به‌دست می‌آوریم $E=\frac{F}{q_0}=\frac{6\times10^{-5}}{3\times10^{-8}}=2\times10^{3}\ \frac{N}{C}$ و جهت میدان در جهت نیروی خالصی است که به ذره‌ی q_0 وارد می‌شود.



۱۳۴- گزینه‌ی ۴ میدان الکتریکی بارهای q_1 و q_3 در نقطه‌ی M با هم برابرند. (چرا؟)

$$E_1=E_3=k\frac{|q|}{r^2}=9\times10^{9}\times\frac{2\times10^{-6}}{9\times10^{-4}}\ ,\ E_1=E_3=2\times10^{7}\ \frac{N}{C}$$

برای یافتن میدان بار q_2 در نقطه‌ی M، ابتدا فاصله‌ی CM را به کمک رابطه‌ی فیثاغورس به‌دست می‌آوریم:

$$BC^2=BM^2+MC^2\Rightarrow 6^2=3^2+MC^2$$

$$\Rightarrow MC^2=36-9\Rightarrow MC^2=27=3\times9\Rightarrow MC=3\sqrt{3}cm$$

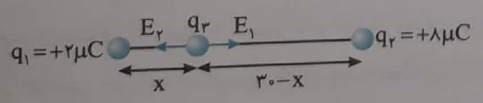
$$E_2=\frac{kq}{r^2}\Rightarrow E_2=9\times10^{9}\times\frac{12\times10^{-6}}{27\times10^{-4}}\Rightarrow E_2=4\times10^{7}\ \frac{N}{C}$$

برای یافتن میدان الکتریکی برآیند (خالص) ابتدا E_1 را با E_3 جمع می‌کنیم.

$$E_{1,3}=E_1+E_3=2\times10^{7}+2\times10^{7}=4\times10^{7}$$

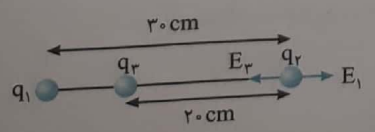
اکنون به کمک رابطه‌ی فیثاغورس میدان الکتریکی برآیند (خالص) در نقطه‌ی M را به‌دست می‌آوریم.

$$E_T=\sqrt{E_2^2+E_{1,3}^2}=\sqrt{(4\times10^{7})^2+(4\times10^{7})^2}\Rightarrow E_T=4\sqrt{2}\times10^{7}\ \frac{N}{C}$$



۱۳۵- گزینه‌ی ۱ میدان الکتریکی دو بار همنام $q_1=+2\mu C$ و $q_2=+8\mu C$ در نقطه‌ای بین آن‌ها و نزدیک بار کوچک‌تر صفر می‌شود. بنابراین بار سوم باید نزدیک بار q_1 و بین q_1 و q_2 قرار گیرد:

$$E_1=E_2\Rightarrow k\frac{q_1}{r_1^2}=k\frac{q_2}{r_2^2}\Rightarrow\frac{2}{x^2}=\frac{8}{(30-x)^2}\Rightarrow\frac{1}{x}=\frac{2}{30-x}\Rightarrow x=10\ cm$$



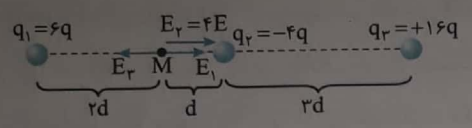
برای آن‌که میدان الکتریکی ناشی از بارهای q_1 و q_3 در محل بار q_2 صفر شود، باید q_1 و q_3 ناهمنام باشند تا میدان آن‌ها در محل q_2 در خلاف جهت هم باشد، یعنی q_3 باید منفی باشد:

$$E_1=E_3\Rightarrow k\frac{q_1}{r_1^2}=k\frac{|q_3|}{r_2^2}\Rightarrow\frac{2}{30^2}=\frac{|q_3|}{20^2}\Rightarrow|q_3|=\frac{8}{9}\Rightarrow q_3=-\frac{8}{9}\mu C$$

Scanned by CamScanner

۱۳۶- گزینه‌ی ۲ (B) میدان بار الکتریکی q در فاصله d برابر E است.

$$E=\frac{kq}{d^2}$$



میدان بار q_1 در نقطه‌ی M: $E_1=k\frac{6q}{(2d)^2}\Rightarrow E_1=\frac{3}{2}k\frac{q}{d^2}\Rightarrow E_1=\frac{3}{2}E$

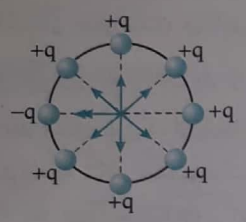
میدان بار q_2 در نقطه‌ی M: $E_2=k\frac{4q}{d^2}\Rightarrow E_2=4k\frac{q}{d^2}\Rightarrow E_2=4E$

میدان بار q_3 در نقطه‌ی M: $E_3=k\frac{16q}{(4d)^2}\Rightarrow E_3=E$

میدان‌های E_1 و E_2 هم‌جهت و میدان E_3 در خلاف جهت آن‌هاست.

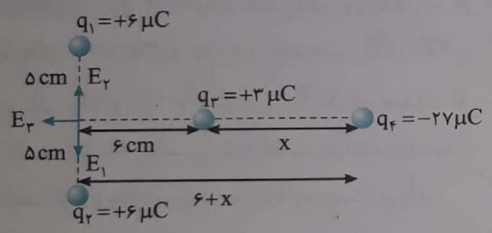
$$E_T=(E_1+E_2)-E_3\Rightarrow E_T=(\frac{3}{2}E+4E)-E\Rightarrow E_T=4/5E$$

۱۳۷- گزینه‌ی ۱ (A) با توجه به شکل میدان‌هایی که در یک امتداد و در خلاف جهت هم هستند، یک‌دیگر را خنثی می‌کنند و تنها دو میدان الکتریکی هم‌جهت باقی می‌ماند. بنابراین کافی است میدان الکتریکی یکی از بارها را به‌دست آورده و دو برابر کنیم:



$$E_T=2E=2\frac{kq}{r^2}\Rightarrow E_T=2\times9\times10^9\times\frac{5\times10^{-9}}{9\times10^{-2}}\Rightarrow E_T=10^3\frac{N}{C}$$

۱۳۸- گزینه‌ی ۱ (B) به شکل ترسناک مسأله نگاه نکنید! مسأله‌ی ساده‌ای است که در نگاه اول شما را به اشتباه می‌اندازد. برآیند میدان‌های الکتریکی q_1 و q_2 در محل O صفر است. در واقع سؤال این است که بار q_4 در چه فاصله‌ای از O قرار گیرد تا برآیند میدان q_3 و q_4 صفر شود:

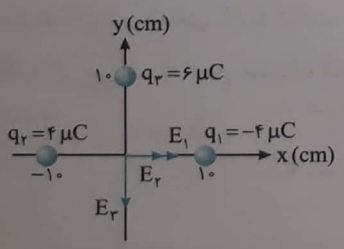


$$E_3=E_4\Rightarrow k\frac{q_3}{6^2}=k\frac{q_4}{(6+x)^2}\Rightarrow\frac{3}{36}=\frac{27}{(6+x)^2}\Rightarrow\frac{1}{6}=\frac{3}{6+x}$$

$$\Rightarrow 18=6+x\Rightarrow x=12\,cm$$

در این صورت فاصله‌ی بار q_4 از بار q_3 از 8 cm باید به 12 cm برسد و یعنی بار q_4، 4 cm به سمت راست منتقل شود.

۱۳۹- گزینه‌ی ۳ (B) میدان‌های الکتریکی بار q_1 و q_2 روی محور xها مساوی و هم‌جهت بوده و با هم جمع می‌شوند:



$$E_1=E_2=k\frac{q_1}{r^2}=9\times10^9\times\frac{4\times10^{-6}}{10^{-2}}\ ,\ E_1=E_2=3/6\times10^6\frac{N}{C}$$

$$E_x=E_1+E_2=3/6\times10^6+3/6\times10^6=7/2\times10^6\frac{N}{C}$$

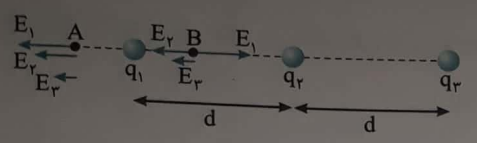
میدان الکتریکی بار q_3 روی محور yها و در خلاف جهت آن است:

$$E_y=E_3=k\frac{q_3}{r^2}\Rightarrow E_y=9\times10^9\times\frac{6\times10^{-6}}{10^{-2}}=5/4\times10^6\frac{N}{C}$$

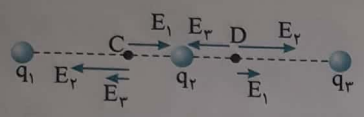
بردار میدان الکتریکی در مبدأ مختصات برابر خواهد شد با:

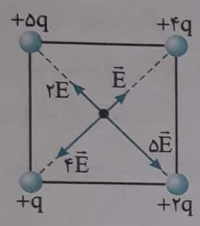
$$\vec{E}=E_x\vec{i}+E_y\vec{j}\Rightarrow\vec{E}=(7/2\vec{i}-5/4\vec{j})\times10^6$$

Scanned by CamScanner



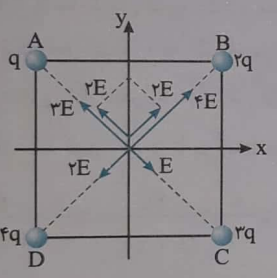
B **۱۴۰- گزینه‌ی ۲** سه بار مشابه هستند و اگر هر سه را مثبت فرض کنیم میدان هر سه بار در نقطه‌ی A هم‌جهت بوده و میدان الکتریکی برآیند (خالص) در این نقطه صفر نمی‌شود. در نقطه‌ی B میدان الکتریکی بارهای $q_۲$ و $q_۳$ هم‌جهت و با بار $q_۱$ در خلاف جهت است و ممکن است جمع $E_۲$ و $E_۳$ برابر $E_۱$ بوده و آن را خنثی کند. البته دقت کنید که در نقطه‌ی B میدان $E_۱$ از $E_۲$ و $E_۳$ بزرگ‌تر است. اما در نقطه‌ی C میدان $E_۱$ از میدان $E_۲$ کوچک‌تر است. بنابراین $E_۱$ نمی‌تواند مجموع $E_۲$ و $E_۳$ را خنثی کند. در نقطه‌ی D میدان‌های $E_۱$ و $E_۲$ با هم جمع می‌شوند و میدان $E_۳$ در خلاف جهت آن‌ها است، میدان $E_۳$ قطعاً از میدان $E_۲$ کوچک‌تر است. بنابراین میدان $E_۳$ نمی‌تواند جمع $E_۱$ و $E_۲$ را خنثی کند. بنابراین تنها در نقطه‌ی B امکان صفر شدن میدان وجود دارد.



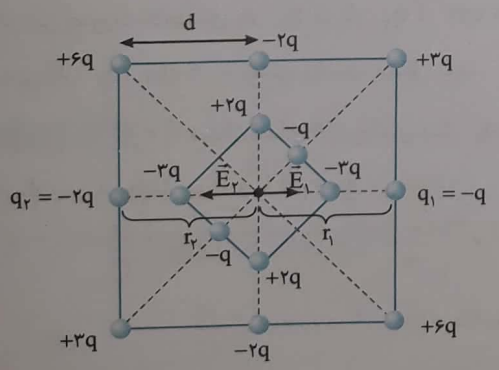


B **۱۴۱- گزینه‌ی ۴** اگر میدان بار q در مرکز مربع E باشد، با توجه به یکسان بودن فاصله‌ها میدان هر یک از بارها متناسب با اندازه‌ی بار برحسب E به دست می‌آید. با توجه به شکل خواهیم داشت:

$$E_T=\sqrt{(۵E-۲E)^۲+(۴E-E)^۲}=\sqrt{۹E^۲+۹E^۲}=۳\sqrt{۲}E$$



B **۱۴۲- گزینه‌ی ۴** میدان الکتریکی بار q در مرکز مربع را E می‌نامیم. میدان بارهای ۲q، ۳q و ۴q نیز به‌ترتیب ۲E، ۳E و ۴E می‌شوند. برآیند دو میدان ۴E و ۲E و همچنین برآیند دو میدان E و ۳E، برابر ۲E می‌شود که روی شکل رسم شده است. برآیند دو میدان ۲E نیز در جهت محور y (نیمساز زاویه‌ی بین دو بردار) به‌دست می‌آید.



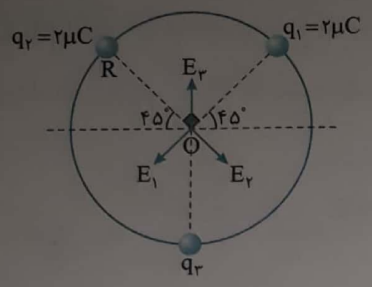
B **۱۴۳- گزینه‌ی ۳** با توجه به تقارن شکل و یکسان بودن اندازه‌ی برخی از بارهای الکتریکی و برابری فاصله‌ی آن‌ها تا نقطه‌ی P، درمی‌یابیم که میدان‌های الکتریکی بسیاری از این بارها به صورت دو به دو هم‌اندازه و در خلاف جهت هم ظاهر شده و یک‌دیگر را خنثی می‌کنند، به جز دو بار الکتریکی $q_۱$ و $q_۲$ که در شکل زیر نام‌گذاری و مشخص شده‌اند. بردار میدان الکتریکی این دو بار نقطه‌ای در نقطه‌ی P به ترتیب $\vec{E}_۱$ و $\vec{E}_۲$ نام دارند که در خلاف جهت یک‌دیگر می‌باشند. پس میدان الکتریکی برایند در نقطه‌ی P برابر خواهد شد با:

$$E_۱=\frac{kq_۱}{r_۱^۲}\Rightarrow E_۱=\frac{kq}{d^۲}$$ به سمت راست

$$E_۲=\frac{kq_۲}{r_۲^۲}\Rightarrow E_۲=\frac{۲kq}{d^۲}$$ به سمت چپ

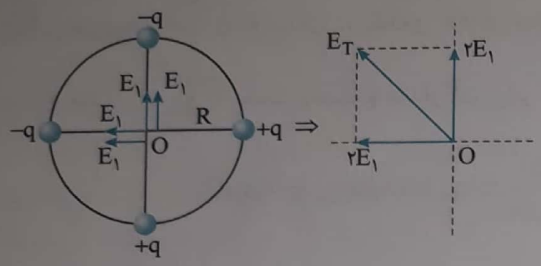
$$\vec{E}_P=\vec{E}_۲+\vec{E}_۱\Rightarrow E_P=E_۲-E_۱=\frac{۲kq}{d^۲}-\frac{kq}{d^۲}=\frac{kq}{d^۲}$$ به سمت چپ

Scanned by CamScanner



۱۴۴- گزینه‌ی ۳ میدان بارهای q_1 و q_2 را رسم می‌کنیم. E_1 و E_2 با هم برابرند و با توجه به تقارن، جهت برآیند آن‌ها رو به پایین است. برای آن که میدان در نقطه O صفر شود باید میدان E_3، برآیند E_1 و E_2 را خنثی کند یعنی مطابق شکل E_3 باید رو به بالا باشد و اندازه‌ی میدان E_3 برابر اندازه‌ی برآیند E_1 و E_2 باشد، بنابراین به کمک رابطه‌ی فیثاغورس می‌توان نوشت:

$$E_3^2=E_1^2+E_2^2 \xrightarrow{E_1=E_2} E_3=\sqrt{2}E_1 \Rightarrow k\frac{q_3}{R^2}=\sqrt{2}k\frac{2}{R^2} \Rightarrow q_3=2\sqrt{2}\mu C$$

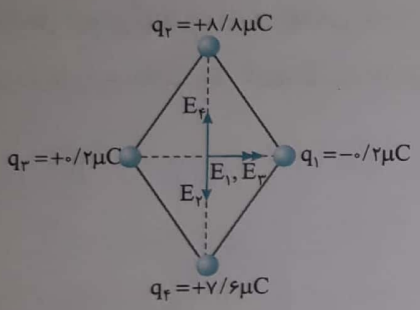


۱۴۵- گزینه‌ی ۱ با توجه به شکل خواهیم داشت:

$$E_T=2\sqrt{2}E_1$$

به کمک رابطه‌ی فیثاغورس میدان الکتریکی خالص (برآیند) را در نقطه‌ی O به‌دست می‌آوریم.

$$E_T=\sqrt{(2E_1)^2+(2E_1)^2}=2\sqrt{2}E_1$$



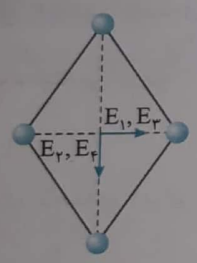
۱۴۶- گزینه‌ی ۳ با استفاده از فرمول $E=\frac{k|q|}{r^2}$ میدان حاصل از تک‌تک بارها را در مرکز لوزی محاسبه می‌کنیم:

$$E_1=9\times10^9\times\frac{0/2\times10^{-6}}{(2\times10^{-2})^2}=\frac{9}{2}\times10^6\ \frac{N}{C},\ E_2=9\times10^9\times\frac{8/8\times10^{-6}}{(3\times10^{-2})^2}=88\times10^6\ \frac{N}{C}$$

$$E_3=9\times10^9\times\frac{0/2\times10^{-6}}{(2\times10^{-2})^2}=\frac{9}{2}\times10^6\ \frac{N}{C},\ E_4=9\times10^9\times\frac{7/6\times10^{-6}}{(3\times10^{-2})^2}=76\times10^6\ \frac{N}{C}$$

میدان‌های E_1 و E_3 با هم در یک جهت قرار دارند:

$$E_{1,3}=E_1+E_3=\frac{9}{2}\times10^6+\frac{9}{2}\times10^6=9\times10^6$$

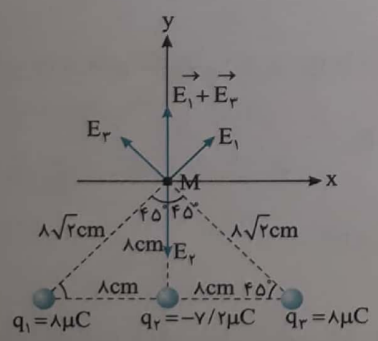


میدان‌های E_2 و E_4 در خلاف جهت هم می‌باشند:

$$E_{2,4}=E_2-E_4=88\times10^6-76\times10^6=12\times10^6$$

$$E_T=\sqrt{(9\times10^6)^2+(12\times10^6)^2}$$

$$=\sqrt{(9^2+12^2)\times(10^6)^2}=\sqrt{(81+144)}\times10^6=15\times10^6\ \frac{N}{C}$$



۱۴۷- گزینه‌ی ۴ میدان حاصل از بارهای q_1 و q_3 را در نقطه‌ی M محاسبه می‌کنیم و چون اندازه‌ی بارهای q_1 و q_3 و فاصله‌ی آن‌ها تا نقطه M با هم برابر است $E_1=E_3$ می‌باشد.

$$E_3=E_1=\frac{kq_1}{r^2}=\frac{9\times10^9\times8\times10^{-6}}{64\times2\times10^{-4}}=\frac{9}{16}\times10^7$$

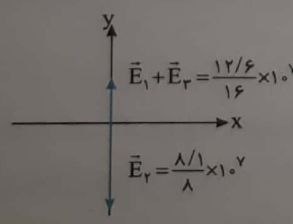
$$|\vec{E}_3+\vec{E}_1|=\sqrt{E_1^2+E_3^2}=\frac{9\sqrt{2}}{16}\times10^7=\frac{12/6}{16}\times10^7$$

و به دلیل تقارن شکل بردار برآیند $\vec{E}_1$ و $\vec{E}_3$ روی محور yها قرار می‌گیرد.

$$\vec{E}_2=\frac{k\times q_2}{r^2}=\frac{9\times10^9\times7/2\times10^{-6}}{64\times10^{-4}}=\frac{8/1}{8}\times10^7$$

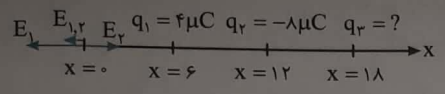
$$E_T=\frac{8/1}{8}\times10^7-\frac{12/6}{16}\times10^7=\frac{3/6}{16}\times10^7=\frac{1/8}{8}\times10^7=\frac{18}{8}\times10^6$$

$$\Rightarrow E_T=\frac{9}{4}\times10^7\ \frac{N}{C}$$



Scanned by CamScanner

Ⓑ **۱۴۸- گزینه‌ی ۲** **راه‌حل اول:** مطابق شکل میدان بار q_1 در $x=0$ به سمت چپ و میدان بار q_2 در $x=0$ به سمت راست است.



$$\begin{cases} E_1 = k\dfrac{q_1}{r_1^2} = k\dfrac{4}{36} = \dfrac{k}{9} \\ E_2 = k\dfrac{q_2}{r_2^2} = k\dfrac{8}{12^2} = \dfrac{k}{18} \end{cases} \Rightarrow E_1 > E_2 \Rightarrow E_{1,2} = E_1 - E_2 = \frac{k}{18}$$

در این صورت برای آن‌که میدان در نقطه‌ی $x=0$، صفر شود باید بار q_3 نیز منفی بوده و میدان آن رو به سمت راست و مقدار آن برابر $\frac{k}{18}$ باشد، از این‌رو:

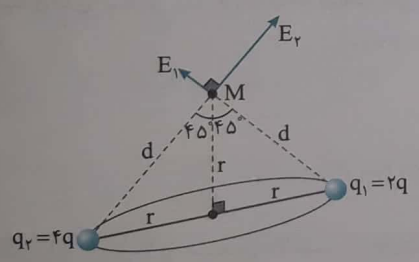
$$E_3 = k\frac{q_3}{r_3^2} \Rightarrow \frac{k}{18} = k\frac{|q_3|}{18\times 18} \Rightarrow |q_3| = 18 \Rightarrow q_3 = -18\mu C$$

راه‌حل دوم: برآیند میدان در نقطه‌ی $x=0$ باید صفر شود و چون سه بار الکتریکی (میدان) روی یک امتداد قرار دارند، می‌توان جهت بردارها را به علامت بار آن‌ها نسبت داد از این‌رو:

$$E_T = 0 \Rightarrow k\frac{q_1}{r_1^2} + k\frac{q_2}{r_2^2} + k\frac{q_3}{r_3^2} = 0 \Rightarrow \frac{4}{36} + \frac{-8}{144} + \frac{q_3}{18^2} = 0$$

$$\frac{1}{9} - \frac{1}{18} = \frac{-q_3}{18\times 18} \Rightarrow \frac{1}{18} = \frac{-q_3}{18\times 18} \Rightarrow q_3 = -18\mu C$$

Ⓑ **۱۴۹- گزینه‌ی ۳** ابتدا فاصله‌ی بارهای q_1 و q_2 را از نقطه‌ی M به کمک رابطه‌ی فیثاغورس به‌دست می‌آوریم:



$$d = \sqrt{r^2 + r^2} = \sqrt{2}r$$

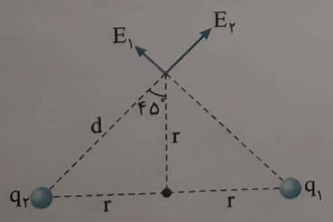
میدان بار q در فاصله‌ی r برابر E است.

$$E = k\frac{|q|}{r^2}$$

میدان بارهای الکتریکی q_1 و q_2 را در نقطه‌ی M به‌دست می‌آوریم:

$$E_1 = k\frac{q_1}{d^2} = k\frac{2q}{2r^2} \Rightarrow E_1 = k\frac{q}{r^2} \Rightarrow E_1 = E$$

$$E_2 = k\frac{q_2}{d^2} = k\frac{4q}{2r^2} \Rightarrow E_2 = 2k\frac{q}{r^2} \Rightarrow E_2 = 2E$$

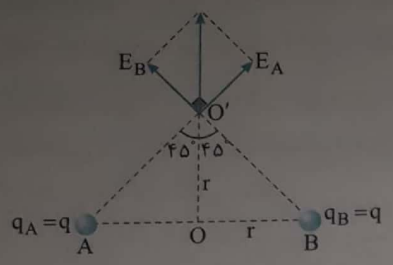


میدان برآیند (خالص) در نقطه‌ی M را از رابطه‌ی فیثاغورس به‌دست می‌آوریم:

$$E_T = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \sqrt{E^2 + (2E)^2} \Rightarrow E_T = \sqrt{5}E$$

دقت کنید اگر در ذهن خود شکل مسأله را به صورت روبه‌رو تصور کنید، مسأله به راحتی حل می‌شود.

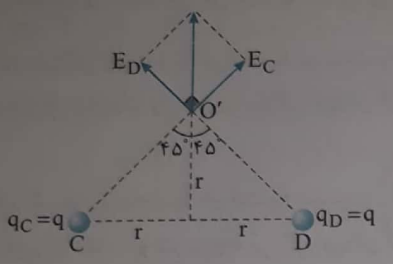
Scanned by CamScanner



(B) **۱۵۰- گزینه‌ی ۱** مثلث $OO'B$ قائم‌الزاویه‌ی متساوی‌الساقین است. مطابق شکل میدان‌های E_A و E_B بر هم عمودند و با هم برابرند، بنابراین به دلیل تقارن برآیند آن‌ها در امتداد قائم و رو به بالا است.

$$E_{A,B}=\sqrt{E_A^2+E_B^2}=\sqrt{2}E=5\sqrt{2}\times10^4\ \frac{N}{C}$$

با همین استدلال میدان‌های E_C و E_D برابر و برآیند آن‌ها در امتداد قائم و رو به بالاست.

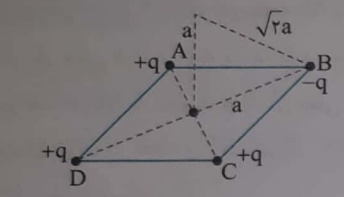


$$E_{C,D}=\sqrt{E_C^2+E_D^2}=\sqrt{2}E=5\sqrt{2}\times10^4\ \frac{N}{C}$$

در این صورت میدان خالص در نقطه O' خواهد شد:

$$E_T=E_{A,B}+E_{C,D}=5\sqrt{2}\times10^4+5\sqrt{2}\times10^4$$

$$E_T=10\sqrt{2}\times10^4\Rightarrow E_T=\sqrt{2}\times10^5\ \frac{N}{C}$$

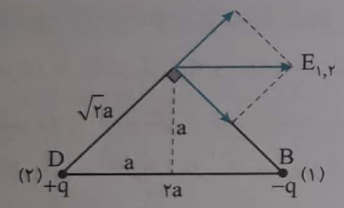


(D) **۱۵۱- گزینه‌ی ۱** قطر مربع $\sqrt{2}$ برابر ضلع آن است، بنابراین قطر مربع $\sqrt{2}\times\sqrt{2}a=2a$ است. فاصله‌ی وسط مربع از هر بار، a و هم‌چنین فاصله‌ی نقطه‌ی مورد نظر از مرکز مربع a است، پس فاصله‌ی هر بار از نقطه‌ی مورد نظر خواهد شد:

$$\sqrt{a^2+a^2}=\sqrt{2}a$$

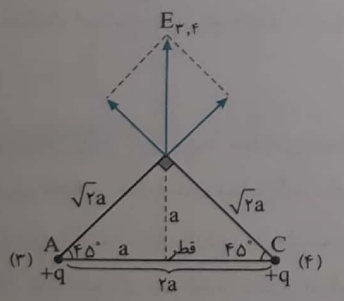
اندازه‌ی میدان هر بار برابر است با:

$$E=\frac{kq}{(\sqrt{2}a)^2}=\frac{kq}{2a^2}$$



میدان بارهای q_1 و q_2 در یک صفحه قرار دارند و بر هم عمودند. برآیند آن‌ها در جهت محور افقی است:

$$E_{1,2}=\sqrt{2}\frac{kq}{2a^2}$$

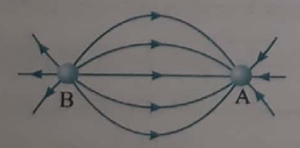


میدان بارهای q_3 و q_4 در یک صفحه قرار دارند و بر هم عمودند. برآیند آن‌ها در جهت محور قائم است:

$$E_{3,4}=\sqrt{2}\frac{kq}{2a^2}$$

میدان برآیند برابر می‌شود با:

$$E_T=\sqrt{E_{1,2}^2+E_{3,4}^2}=\sqrt{2(\frac{kq}{2a^2})^2+2(\frac{kq}{2a^2})^2}\Rightarrow E_T=\frac{kq}{a^2}$$



(A) **۱۵۲- گزینه‌ی ۳** تعداد خطوط و فاصله‌ی خطوط از یک‌دیگر در نزدیکی دو بار یکسان بوده، بنابراین بارهای A و B هم‌اندازه هستند. خطوط میدان از بار مثبت خارج و به بار منفی وارد می‌شوند، از این‌رو بار A منفی و بار B مثبت است.

(B) **۱۵۳- گزینه‌ی ۲** خطوط از هر دو بار خارج می‌شوند، پس هر دو بار مثبت هستند.

(A) **۱۵۴- گزینه‌ی ۳** اگر به شکل سؤال دقت کنید از A تا B، ابتدا فاصله‌ی خط‌های میدان از هم زیاد شده و تراکم خطوط کم می‌شود، پس میدان کاهش می‌یابد. اما در نقطه‌ی B دوباره تراکم خط‌های میدان افزایش یافته است، پس میدان دوباره افزایش می‌یابد.

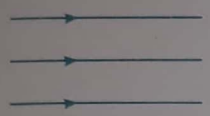
Scanned by CamScanner

Ⓐ **۱۵۵- گزینه‌ی ۲** در هر نقطه از فضای اطراف جسم ساکن باردار یک میدان الکتریکی خالص وجود دارد که بر خط میدان در آن نقطه مماس است و گزینه‌ی (۲) درست است.

Ⓑ **۱۵۶- گزینه‌ی ۴** ساختار کمی و جهت میدان الکتریکی در یک فضا ممکن است به گونه‌ای باشد که با جابه‌جایی در امتداد خطوط میدان الکتریکی مطابق شکل‌های زیر تراکم خطوط میدان الکتریکی کاهش یا افزایش یافته و یا تغییر نکند.

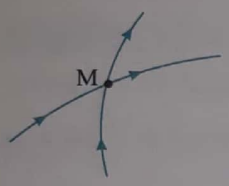
در شکل روبه‌رو با حرکت به سمت راست و در جهت میدان الکتریکی تراکم خطوط میدان الکتریکی کاهش یافته و در نتیجه بزرگی میدان الکتریکی نیز کاهش می‌یابد.

در شکل روبه‌رو با حرکت به سمت راست و در جهت میدان الکتریکی، تراکم خطوط میدان الکتریکی افزایش یافته و در نتیجه بزرگی میدان الکتریکی نیز افزایش می‌یابد.

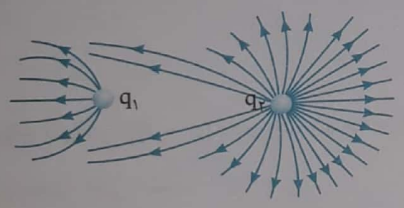


در شکل روبه‌رو با حرکت به سمت راست و در جهت میدان الکتریکی تراکم خطوط میدان الکتریکی تغییری نکرده و در نتیجه بزرگی میدان الکتریکی نیز ثابت می‌ماند.

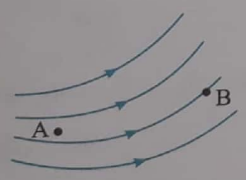
Ⓐ **۱۵۷- گزینه‌ی ۴** اگر در نقطه M بار مثبت قرار داشته باشد، باید تمام خط‌های میدان از آن خارج شود و اگر بار منفی قرار داشته باشد، باید تمام خط‌های میدان به آن وارد شود که در شکل این گونه نیست، بنابراین در نقطه‌ی M بار مثبت و یا بار منفی وجود ندارد و اگر در نقطه M بار الکتریکی وجود نداشته باشد، خط‌های میدان نباید در نقطه‌ی M یکدیگر را قطع کنند بنابراین چنین شکلی ممکن نیست وجود داشته باشد و گزینه‌ی (۴) درست است.



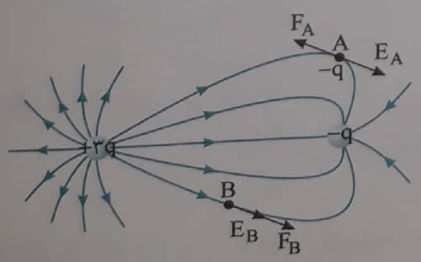
Ⓑ **۱۵۸- گزینه‌ی ۴** با توجه به شکل، چون جهت خطوط میدان الکتریکی برای هر دو بار الکتریکی q_1 و q_2 به طرف بیرون و خارج بار الکتریکی رسم شده، هر دو بار الکتریکی از نوع مثبت‌اند و با توجه به این که تراکم خطوط میدان الکتریکی در اطراف بار q_2 بیش‌تر از تراکم خطوط میدان الکتریکی در اطراف بار q_1 است، نتیجه می‌گیریم که q_2 بزرگ‌تر از q_1 است. یعنی: $|q_2|>|q_1|$



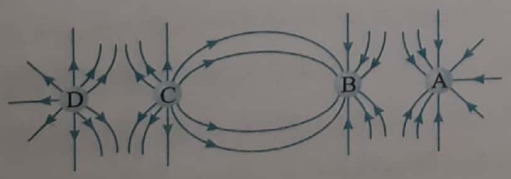
Ⓐ **۱۵۹- گزینه‌ی ۲** در نقطه‌ی B خطوط میدان از هم دورتر بوده و میدان ضعیف‌تر است، بنابراین نیروی وارد بر بار q در نقطه‌ی B از نقطه‌ی A کم‌تر است.



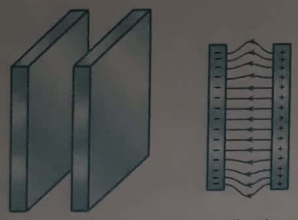
Ⓐ **۱۶۰- گزینه‌ی ۲** جهت خط‌های میدان از بار مثبت به بار منفی است و میدان در هر نقطه بر خط میدان مماس است اما نیروی وارد بر بار منفی $(-q)$ در خلاف جهت میدان و نیروی وارد بر بار مثبت در جهت میدان است که روی شکل نیروی وارد بر هر دو بار رسم شده است از طرفی در نقطه‌ی B میدان قوی‌تر است (تراکم خط‌های میدان بیش‌تر است و نیروی وارد بر بار $+q$ بزرگ‌تر خواهد بود.)



Ⓐ **۱۶۱- گزینه‌ی ۳** خطوط میدان از بار مثبت خارج و به بار منفی وارد می‌شود. بنابراین بار نقطه‌ای D مثبت است، اگر بار C منفی بود باید بخشی از خطوط میدانی که از بار D خارج می‌شوند، به بار C وارد می‌شد که این‌گونه نیست. بنابراین بار C مثبت است. حال بخشی از خطوط میدان C به ذره‌ی B وارد می‌شوند بنابراین ذره‌ی B دارای بار منفی است و در نهایت خطوط میدان بین A و B از هم دور می‌شوند، بنابراین B و A همنام بوده و بار A منفی است.



Scanned by CamScanner



۱۶۲- گزینه‌ی ۱ دو صفحه‌ی A و B با هم موازی و در فاصله‌ی کمی از هم قرار می‌گیرند، بنابراین هنگامی‌که این دو صفحه باردار با بار مساوی می‌شوند بین دو صفحه و در فاصله‌ی دور از لبه‌های آن بزرگی میدان ثابت است.

۱۶۳- گزینه‌ی ۳ در فضای بین صفحه‌ها میدان الکتریکی یکنواخت ایجاد می‌شود. در میدان الکتریکی یکنواخت بر بار الکتریکی مشخص q نیروی الکتریکی ثابتی وارد می‌شود، یعنی اندازه و جهت نیروی الکتریکی وارد بر بار q در تمام نقاط این میدان یکسان است.

۱۶۴- گزینه‌ی ۲ میدان الکتریکی بین صفحات موازی باردار برابر است با:

$$E=\frac{V}{d}\Rightarrow E=\frac{۵۰۰}{۰/۰۲}\Rightarrow E=۲/۵\times۱۰^{۴}\ \frac{V}{m}$$

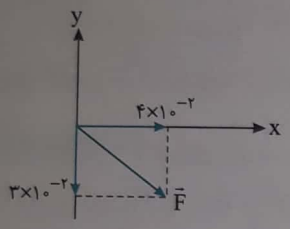
نیروی وارد بر ذره‌ی آلفا که بار آن $۲e=۳/۲\times۱۰^{-۱۹}C$ است، خواهد شد:

$$F=Eq\Rightarrow F=۲/۵\times۱۰^{۴}\times(۳/۲\times۱۰^{-۱۹})=۸\times۱۰^{-۱۵}N$$

۱۶۵- گزینه‌ی ۴ نیروی وارد بر ذره‌ای باردار در میدان الکتریکی برابر است با:

$$\vec{F}=q\vec{E}$$

$$\vec{F}=۲۰\times۱۰^{-۶}(۲۰۰۰\vec{i}-۱۵۰۰\vec{j})=۴\times۱۰^{-۲}\vec{i}-۳\times۱۰^{-۲}\vec{j}$$



دو بردار $\vec{i}$ و $\vec{j}$ بر هم عمودند، بنابراین اندازه‌ی نیرو برابر است با:

$$|\vec{F}|=\sqrt{(۴\times۱۰^{-۲})^{۲}+(۳\times۱۰^{-۲})^{۲}}=۵\times۱۰^{-۲}\ \frac{N}{C}$$

و جهت نیرو نیز مطابق شکل و با توجه به این که به بار مثبت در جهت میدان نیرو وارد می‌شود، معلوم می‌شود.

۱۶۶- گزینه‌ی ۴ نیروی وارد بر بار خواهد شد:

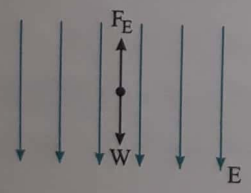
$$E=\frac{F}{|q_{۰}|}\Rightarrow F=|q_{۰}|E\Rightarrow F=۳/۲\times۱۰^{-۶}\times۲/۵\times۱۰^{۵}\Rightarrow F=۸\times۱۰^{-۱}N$$

۱۶۷- گزینه‌ی ۲ می‌دانیم میدان در امتداد محور x و میدان در امتداد محور y بر هم عمودند و اندازه میدان از رابطه‌ی فیثاغورس به‌دست می‌آید.

$$E=\sqrt{(۳\times۱۰^{۴})^{۲}+(۴\times۱۰^{۴})^{۲}}\Rightarrow E=۵\times۱۰^{۴}\ \frac{N}{C}$$

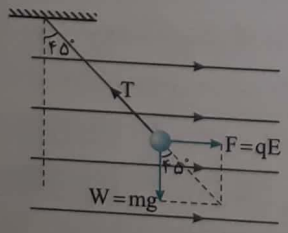
اکنون نیروی وارد بر بار ۲mC را به‌دست می‌آوریم:

$$E=\frac{F}{|q|}\Rightarrow F=|q|E=۲\times۱۰^{-۳}\times۵\times۱۰^{۴}\Rightarrow F=۱۰۰N$$



۱۶۸- گزینه‌ی ۲ نیروی وزن رو به پایین است، بنابراین نیروی الکتریکی وارد بر ذره باید رو به بالا بوده و نیروی وزن را خنثی کند تا ذره ساکن بماند. از طرفی بر بار منفی توسط میدان در خلاف جهت میدان نیرو وارد می‌شود، به همین دلیل جهت میدان الکتریکی باید رو به پایین باشد:

$$W=F\Rightarrow mg=qE\Rightarrow ۱۰\times۱۰^{-۳}\times۱۰=۵\times۱۰^{-۶}E\Rightarrow E=\frac{۱۰^{-۱}}{۵\times۱۰^{-۶}}\Rightarrow E=۲\times۱۰^{۴}\ \frac{N}{C}$$



۱۶۹- گزینه‌ی ۲ سه نیرو بر گلوله وارد می‌شود:

$W=mg$ ۱) نیروی وزن که توسط کره‌ی زمین بر جسم وارد می‌شود.

$F=qE$ ۲) نیروی الکتریکی که توسط میدان بر بار وارد می‌شود.

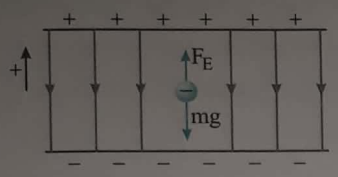
۳) نیرویی که نخ بر گلوله وارد می‌کند و این نیرو در امتداد نخ است (T)

گلوله ساکن است بنابراین باید برآیند نیروی F و W در امتداد T و هم‌اندازه‌ی T باشد تا نیروی خالص وارد بر گلوله صفر شود. با توجه به شکل می‌توان نوشت:

$$\tan ۴۵^{\circ}=\frac{F}{W}\Rightarrow ۱=\frac{F}{W}\Rightarrow F=W\Rightarrow Eq=mg$$

$$\Rightarrow E\times۱۰\times۱۰^{-۶}=۰/۰۶\times۱۰\Rightarrow E=۶\times۱۰^{۴}\ \frac{N}{C}$$

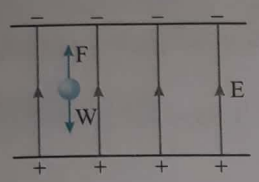
Scanned by CamScanner



Ⓑ **۱۷۰- گزینه‌ی ۱** نیروی وزن می‌خواهد ذره را با شتاب $۱۰\frac{m}{s^۲}$ به طرف پایین بکشد، با توجه به این که شتاب ذره $۶\frac{m}{s^۲}$ به طرف پایین است بنابراین باید یک نیروی رو به بالا بر ذره وارد شود و با توجه به منفی بودن بار ذره میدان الکتریکی به‌صورت روبه‌رو باید باشد تا نیرویی رو به بالا به آن وارد شود.

$$F_T = ma \Rightarrow F_E - mg = m\times(a) \Rightarrow E\times(۱۰\times۱۰^{-۹}) - ۲۰\times۱۰^{-۳}\times۱۰ = ۲۰\times۱۰^{-۳}\times(-۶)$$

$$E\times(۱۰^{-۸}) = ۰/۰۸ \Rightarrow E = ۸\times۱۰^{۶}\ \frac{N}{C}$$



Ⓑ **۱۷۱- گزینه‌ی ۲** دو نیرو بر ذره وارد می‌شود.

۱- نیروی وزن توسط کره‌ی زمین

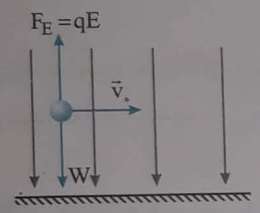
$$W = mg \Rightarrow W = ۴\times۱۰^{-۳}\times۱۰ = ۰/۰۴N$$

۲- نیروی الکتریکی که میدان الکتریکی یکنواخت E بر ذره وارد می‌کند.

$$F = qE \Rightarrow F = ۰/۰۲\times۱۰^{-۶}\times۷\times۱۰^{۶} \Rightarrow F = ۰/۱۴N$$

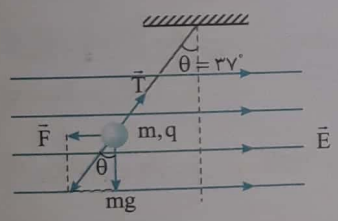
نیروی خالص (برآیند) وارد بر ذره خواهد شد:

$$F_T = F - W = ۰/۱۴ - ۰/۰۴ = ۰/۱N$$



Ⓑ **۱۷۲- گزینه‌ی ۳** نیروی وزن ذره را به پایین می‌کشد. برای آن‌که ذره منحرف نشود باید نیروی میدان الکتریکی، $\vec{F}_E$ رو به بالا بر آن وارد شود و این نیرو باید با نیروی وزن برابر شود. میدان $\vec{E}$ رو به پایین و نیروی F_E رو به بالاست بنابراین بار ذره منفی است. اکنون اندازه‌ی میدان را به‌دست می‌آوریم:

$$F_E = W \Rightarrow qE = mg \Rightarrow ۰/۴\times۱۰^{-۶}\times E = ۰/۰۲\times۱۰ \Rightarrow E = ۵\times۱۰^{۵}\ \frac{N}{C}$$



Ⓑ **۱۷۳- گزینه‌ی ۴** نیروهای وارد بر گلوله‌ی باردار را مطابق شکل روبه‌رو رسم می‌کنیم:

چون آونگ الکتریکی به سمت چپ و در خلاف جهت میدان الکتریکی یکنواخت منحرف شده نتیجه می‌گیریم که نیروی الکتریکی وارد بر آن نیز به سمت چپ بوده، یعنی بار الکتریکی گلوله‌ی فلزی کوچک از نوع منفی است. برای محاسبه‌ی اندازه‌ی این بار الکتریکی داریم:

$$\tan\theta = \frac{F}{mg} = \frac{E|q|}{mg} \Rightarrow \tan ۳۷^\circ = \frac{۳}{۴} = \frac{۶\times۱۰^{۳}\times|q|}{۲/۴\times۱۰^{-۳}\times۱۰}$$

$$\Rightarrow |q| = ۳\ \mu C \Rightarrow q = -۳\mu C$$

Ⓑ **۱۷۴- گزینه‌ی ۳** هرگاه بار الکتریکی مثبت در خلاف جهت میدان جابه‌جا شود، انرژی پتانسیل الکتریکی آن افزایش می‌یابد. از طرفی تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی برابر منفی کار میدان الکتریکی است، از این‌رو:

$$\Delta U = -W_E \Rightarrow \Delta U = -(F_E\times d\cos\alpha) \Rightarrow \Delta U = -(Eqd\cos ۱۸۰^\circ) \Rightarrow \Delta U = Eqd$$

Ⓐ **۱۷۵- گزینه‌ی ۲** چون الکترون دارای بار الکتریکی منفی بوده و در میدان الکتریکی یکنواخت رها شده است، به طور خودبه‌خود در جهت نیروی الکتریکی که در خلاف جهت میدان الکتریکی است، جابه‌جا شده و با حرکت خود به سمت چپ سرعت و انرژی جنبشی می‌گیرد. پس در این جابه‌جایی انرژی پتانسیل الکتریکی آن به تدریج کاهش می‌یابد.

Ⓐ **۱۷۶- گزینه‌ی ۱** هرگاه بار الکتریکی مثبت در خلاف جهت خطوط میدان جابه‌جا شود، انرژی پتانسیل الکتریکی آن افزایش می‌یابد.

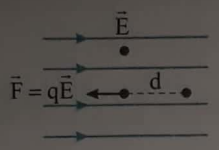
Ⓑ **۱۷۷- گزینه‌ی ۲** نیروی وارد بر بار در جهت میدان است و باعث حرکت بار در جهت خطوط میدان می‌شود. این نیرو باعث ایجاد شتاب، افزایش سرعت، افزایش انرژی جنبشی و طبق قضیه پایستگی انرژی، کاهش انرژی پتانسیل می‌شود.

Ⓑ **۱۷۸- گزینه‌ی ۲** کار نیروی میدان الکتریکی همواره برابر منفی تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی است.

$$W_E = -\Delta U_E \Rightarrow W_E = -(U_B - U_A)$$

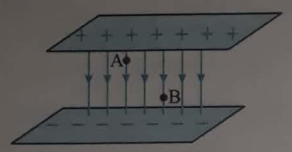
$$۲/۷ = -U_B + ۴ \Rightarrow U_B = +۱/۳J$$

Scanned by CamScanner

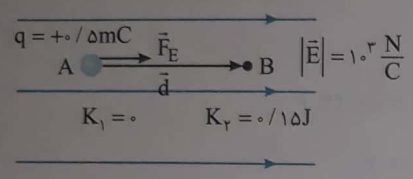


۱۷۹- گزینه‌ی ۴ (B) به بار منفی در خلاف جهت میدان الکتریکی نیرو وارد می‌شود. اگر بار در جهت خطوط میدان حرکت کند، جابه‌جایی و نیرو خلاف جهت هم بوده و کاری که میدان روی بار انجام می‌دهد منفی است.

$$W=Fd\cos\theta \xrightarrow{\theta=\pi} W<0$$



۱۸۰- گزینه‌ی ۴ (A) بین دو صفحه‌ی رسانا، میدان یکنواخت است و نیروی وارد بر بار در تمام نقاط یکسان است. $(F_A=F_B)$ هرگاه بار منفی در جهت خطوط میدان جابه‌جا شود، انرژی پتانسیل الکتریکی آن افزایش می‌یابد.



۱۸۱- گزینه‌ی ۴ (B) چون ذره‌ی باردار مثبت را در میدان الکتریکی یکنواخت رها کرده‌ایم، پس تحت تأثیر نیروی الکتریکی وارد بر آن و هم‌جهت با میدان شروع به حرکت کرده و سرعت و انرژی جنبشی آن افزایش می‌یابد. پس با در نظر گرفتن شکل زیر می‌توانیم تغییر و افزایش انرژی جنبشی آن را با کار نیروی الکتریکی وارد بر آن برابر قرار دهیم:

$$\Delta K=K_۲-K_۱=+۰/۱۵\,J$$

$$\boxed{\Delta K=W_E}\,,\quad W_E=F_E d\cos\alpha=|q|Ed\cos\alpha$$

$$\Delta K=|q|Ed\cos\alpha\Rightarrow ۰/۱۵=(۰/۵\times۱۰^{-۳})\times۱۰^۳\times d\times\underbrace{\cos۰}_{+۱}$$

$$\Rightarrow d=\frac{۰/۱۵}{۰/۵}=۰/۳m=۳۰\,cm$$

۱۸۲- گزینه‌ی ۳ (C) با توجه به قضیه‌ی کار و انرژی، تغییر انرژی جنبشی برابر کار نیروی میدان الکتریکی است:

$$\Delta K=W$$

$$W=F\cdot d\xrightarrow[q_p=q_e=e]{F=qE}W=eEd\Rightarrow W_p=W_e\xrightarrow{\Delta K=W}\Delta K_p=\Delta K_e\Rightarrow K_p=K_e$$

بنابراین انرژی جنبشی آن‌ها یکسان است. انرژی جنبشی الکترون با انرژی جنبشی پروتون هنگام جابه‌جایی برابر است، جرم الکترون کم‌تر، بنابراین سرعت آن بیش‌تر است و زمان کوتاه‌تری طول می‌کشد تا الکترون به صفحه‌ی روبه‌رو برسد:

$$K_e=K_p\Rightarrow\frac{۱}{۲}m_e v_e^۲=\frac{۱}{۲}m_p v_p^۲\xrightarrow{m_p>m_e}v_e>v_p$$

$$\begin{cases}\Delta x_e=\dfrac{v_e+v_۰}{۲}t_e\\[2ex]\Delta x_p=\dfrac{v_p+v_۰}{۲}t_p\end{cases}\xrightarrow[v_۰=۰]{\Delta x_e=\Delta x_p}v_e t_e=v_p t_p\xrightarrow{v_e>v_p}t_e<t_p$$

۱۸۳- گزینه‌ی ۳ (A) با توجه به تراکم خطوط از نقطه A تا B در سه آرایش میدان داریم $E_۱>E_۳>E_۲$

نیروی وارد بر الکترون‌ها تنها ناشی از میدان الکتریکی می‌باشد پس $F=Eq\Rightarrow F_۱>F_۲>F_۳$

$$F=ma\Rightarrow ma_۱>ma_۲>ma_۳\xrightarrow{v_۰=۰}V_۱>V_۳>V_۲$$

$$|\Delta U|=|E||q|d\cos\theta$$

قدر مطلق تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی داریم

حال با توجه به این‌که بار در هر سه آرایش الکترون است $|q_۱|=|q_۲|=|q_۳|$ و جابه‌جایی از A تا B با هم برابر است $d_۱=d_۲=d_۳$

سپس تغییرات انرژی پتانسیل در آرایشی بزرگ‌تر است که میدان در آن بزرگ‌تر باشد. $|\Delta U_۱|>|\Delta U_۳|>|\Delta U_۲|$

Scanned by CamScanner

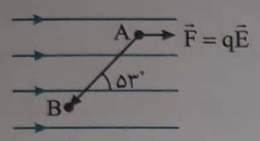
Ⓐ **۱۸۴- گزینه‌ی ۱** بنا بر قضیه‌ی کار و انرژی، تغییر انرژی جنبشی برابر کار نیروی وارد بر جسم است.

$$\Delta K = W \Rightarrow K_2 - K_1 = Fd\cos\theta \Rightarrow K - 0 = qEd = 5\times10^{-6}\times10^{5}\times0/2 \Rightarrow K = 0/1J$$

Ⓐ **۱۸۵- گزینه‌ی ۲** در فضای بین دو صفحه‌ی رسانا میدان الکتریکی یکنواخت ایجاد می‌شود، برای محاسبه‌ی اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو صفحه می‌توانیم از رابطه‌ی $\boxed{\Delta V = \frac{\Delta U_E}{q}}$ استفاده کنیم، پس داریم:

$$\Delta V = \frac{\Delta U_E}{q} \Rightarrow \Delta V = \frac{-9\times10^{-4}}{45\times10^{-6}} = -\frac{900}{45} = -20\,V \Rightarrow |\Delta V| = 20V$$

Ⓑ **۱۸۶- گزینه‌ی ۳** کار نیروی میدان الکتریکی برابر منفی تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی است. کار نیروی میدان را به‌دست می‌آوریم:

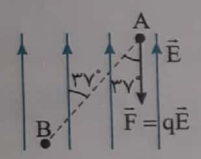


$$\begin{cases} W = Fd\cos\theta \\ F = qE \end{cases} \Rightarrow W_E = qEd\cos\theta$$

$$W_E = 5\times10^{-6}\times2\times10^{5}\times0/4\cos(\pi - 53^\circ) \Rightarrow W_E = -0/24\,J$$

$$W_E = -\Delta U_E \Rightarrow -0/24\,J = -\Delta U_E \Rightarrow \Delta U_E = 0/24\,J$$

Ⓑ **۱۸۷- گزینه‌ی ۳** کار نیروی میدان الکتریکی را به‌دست می‌آوریم. بر بار منفی در میدان الکتریکی نیرویی در خلاف جهت میدان وارد می‌شود. با توجه به شکل زاویه‌ی بین نیرو و جابه‌جایی ۳۷° است.



$$W = Fd\cos\theta = qEd\cos\theta$$

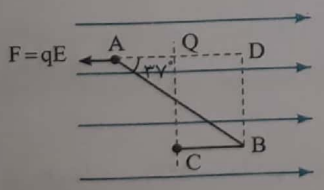
$$W_E = 100\times10^{-6}\times4\times10^{5}\times0/6\times0/8 \Rightarrow W_E = 19/2\ J$$

کار نیروی میدان الکتریکی برابر منفی تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی است.

$$\Delta U_E = -W_E \Rightarrow \Delta U_E = -19/2\,J$$

Ⓐ **۱۸۸- گزینه‌ی ۱** در جابه‌جایی بار در یک میدان الکتریکی، کار میدان الکتریکی به مسیر بستگی ندارد و برابر منفی تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار است. در هر سه مسیر نقاط ابتدایی و انتهایی یکسان است، از این‌رو انرژی پتانسیل ابتدایی و انتهایی بار در هر سه مسیر یکسان است و تغییرات انرژی پتانسیل $\Delta U = U_B - U_A$ در هر سه مسیر برابر است، در نتیجه کار میدان الکتریکی در هر سه مسیر یکسان است.

Ⓑ **۱۸۹- گزینه‌ی ۱** با توجه به شکل:



$$AD = AB\cos37^\circ \Rightarrow AD = 40\times0/8 = 32cm$$

نقطه‌های Q و C هم‌پتانسیل هستند و می‌توان به جای تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی از A تا C، تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی از A تا Q را بررسی کرد.

نکته: در یک میدان الکتریکی یکنواخت، تمام نقطه‌های واقع بر یک خط عمود بر خطوط میدان هم‌پتانسیل هستند.

$$AQ = AD - BC = 32 - 14 = 18cm$$

بر بار منفی، در خلاف جهت خط‌های میدان نیرو وارد می‌شود.

$$\Delta U = -W_E = -(qE)(AQ)\cos\pi$$

$$\Delta U = -(2\times10^{-6}\times5\times10^{5})(18\times10^{-2})(-1) \Rightarrow \Delta U = 0/18J$$

Ⓐ **۱۹۰- گزینه‌ی ۲** کار نیروی میدان الکتریکی و تغییر انرژی پتانسیل بار در میدان الکتریکی به مسیر بستگی ندارد.

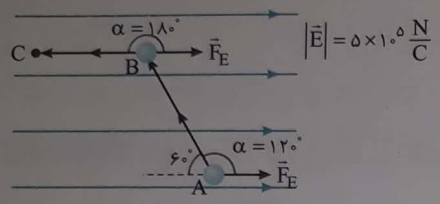
Scanned by CamScanner

Ⓐ **۱۹۱- گزینه‌ی ۱** کار میدان الکتریکی به مسیر بستگی ندارد و می‌توان کار میدان را از A تا B روی مسیر مستقیم به‌دست آورد:

$$W_E = Fd\cos\theta = qEd\cos\theta = ۶\times۱۰^{-۶}\times۶\times۱۰^{۶}\times۰/۵\times۱ = ۱۸\,J$$

Ⓑ **۱۹۲- گزینه‌ی ۳** برای محاسبه‌ی تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار q در طی مسیر ABC، ابتدا کار نیروی الکتریکی وارد بر آن را در هر یک از قسمت‌های مسیر به طور جداگانه به‌دست آورده و سپس مجموع این مقدارها را قرینه می‌کنیم:

$$AB = ۲۰\,cm = ۰/۲\,m \quad , \quad BC = ۲AB = ۴۰\,cm = ۰/۴\,m \quad , \quad q = +۸\mu C$$



$$W_E = F_E d\cos\alpha = |q|Ed\cos\alpha$$

$$W_{AB} = (۸\times۱۰^{-۶})\times۵\times۱۰^{۵}\times۰/۲\times\underbrace{\cos۱۲۰^\circ}_{-\frac{۱}{۲}} = -۰/۴J$$

$$W_{BC} = (۸\times۱۰^{-۶})\times۵\times۱۰^{۵}\times۰/۴\times\underbrace{\cos۱۸۰^\circ}_{-۱} = -۱/۶J$$

$$W_{ABC} = W_{AB} + W_{BC} = (-۰/۴)+(-۱/۶) = -۲J$$

$$\Delta U = -W_E \Rightarrow \Delta U = -(-۲) = +۲J$$

۱۹۳- گزینه‌ی ۱ ابتدا شعاع دایره را به‌دست می‌آوریم:

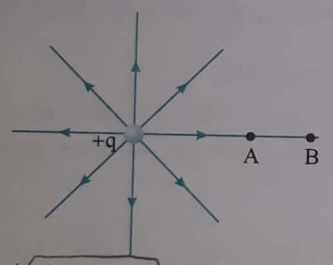
$$\text{محیط نیم‌دایره} = \frac{۱}{۲}(۲\pi r) = \pi r = ۶\pi \Rightarrow r = ۶m$$

$$|\Delta U_{AB}| = Eq\underbrace{d\cos\theta}_{\text{فاصله‌ی افقی دو نقطه A و B از هم که برابر ۲r می‌باشد}} = ۱۰^{۳}\times۲\times۱۰^{-۶}\times۱۲ = ۲۴\times۱۰^{-۳}J$$

چون ذره مثبت بوده و در جهت خطوط جابه‌جا می‌شود بنابراین انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش می‌یابد.

$$\Delta U_{AB} = -۲۴\times۱۰^{-۳}J$$

Ⓐ **۱۹۴- گزینه‌ی ۴** در شکل روبه‌رو خطوط میدان یک بار نقطه‌ای مثبت q رسم شده است و نقاط A و B دارای اختلاف پتانسیل بوده و پتانسیل نقطه‌ی B از پتانسیل نقطه‌ی A کم‌تر است و در هر دو نقطه بار الکتریکی وجود ندارد، بنابراین گزینه‌ی (۴) پاسخ درست است.



Ⓐ **۱۹۵- گزینه‌ی ۱** اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه عامل شارش بار الکتریکی است. اختلاف پتانسیل کمیت نرده‌ای است و سبب شارش بار مثبت از پتانسیل بیش‌تر به پتانسیل کم‌تر می‌شود.

Ⓐ **۱۹۶- گزینه‌ی ۳** اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه، نسبت تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی به بار مثبت جابه‌جا شده بین دو نقطه است. $(\Delta V = \frac{\Delta U_E}{q})$ که می‌توان آن را به صورت تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی یکای بار مثبت بین دو نقطه نیز تعریف کرد.

Ⓑ **۱۹۷- گزینه‌ی ۳** با حرکت در جهت میدان، پتانسیل الکتریکی نقاط کاهش می‌یابد و با توجه به $\Delta U = \Delta V_\circ q$، ΔU کاهش و در نتیجه W_E افزایش یافته و کار میدان مثبت است.

Ⓐ **۱۹۸- گزینه‌ی ۳** با توجه به تعریف اختلاف پتانسیل خواهیم داشت:

$$\Delta V = \frac{\Delta U_E}{q} \Rightarrow \Delta U_E = \Delta V.q \Rightarrow ۰/۰۲ = ۴۰۰q \Rightarrow q = \frac{۰/۰۲}{۴۰۰} = \frac{۱}{۲}\times۱۰^{-۴} \Rightarrow q = ۵\times۱۰^{-۵}C$$

$$q = ne = ۱۰^{۸}\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹} = ۱/۶\times۱۰^{-۱۱}C$$

Ⓐ **۱۹۹- گزینه‌ی ۲** ابتدا مقدار بار جابه‌جا شده را به‌دست می‌آوریم:

با توجه به تعریف اختلاف پتانسیل الکتریکی $(\Delta V = \frac{\Delta U_E}{q})$، انرژی را به‌دست می‌آوریم:

$$\Delta U_E = q\Delta V \Rightarrow \Delta U_E = ۱/۶\times۱۰^{-۱۱}\times۵ = ۸\times۱۰^{-۱۱}J$$

Scanned by CamScanner

Ⓐ **۲۰۰- گزینه‌ی ۴** اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه، برابر اختلاف انرژی پتانسیل الکتریکی یکای بار مثبت بین دو نقطه است:

$$V_2 - V_1 = \frac{U_{E_2} - U_{E_1}}{q} \Rightarrow -10-(-40) = \frac{\Delta U_E}{-2\times10^{-6}} \Rightarrow \Delta U_E = -6\times10^{-5}\,J$$

انرژی پتانسیل، $6\times10^{-5}\,J$ کاهش می‌یابد (هرگاه بار منفی از پتانسیل کم‌تر به پتانسیل بیش‌تر برود، انرژی پتانسیل آن کاهش می‌یابد).

Ⓑ **۲۰۱- گزینه‌ی ۴** طبق پایستگی انرژی مکانیکی، هر چه انرژی جنبشی افزایش یابد، انرژی پتانسیل کاهش می‌یابد.

$$\Delta K = 12/8\times10^{-19}\,J \xrightarrow{\Delta U = -\Delta K} \Delta U = -12/8\times10^{-19}\,J$$

$$\Delta V = \frac{\Delta U_E}{q} \Rightarrow \Delta V = \frac{-12/8\times10^{-19}}{-1/6\times10^{-19}} = 8\,V$$

Ⓑ **۲۰۲- گزینه‌ی ۱** تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی برابر منفی کار نیروی میدان الکتریکی است. از این‌رو:

$$\Delta U_E = -W_E \Rightarrow \Delta U_E = 6\times10^{-3}\,J$$

با توجه به تعریف اختلاف پتانسیل بین دو نقطه داریم:

$$\Delta V = \frac{\Delta U_E}{q} \Rightarrow V_B - V_A = \frac{\Delta U_E}{q} \Rightarrow V_B - 400 = \frac{6\times10^{-3}}{-30\times10^{-6}} \Rightarrow V_B = 200\,V$$

Ⓑ **۲۰۳- گزینه‌ی ۲** کار نیروی میدان الکتریکی، برابر با منفی تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی است.

$$W_E = -\Delta U_E \xrightarrow{\Delta U_E = q\Delta V} W_E = -q\Delta V \Rightarrow 5\times10^{-3} = -(-5\times10^{-3})(V_B - 2) \Rightarrow V_B = 3V$$

Ⓐ **۲۰۴- گزینه‌ی ۱** با حرکت در جهت میدان الکتریکی پتانسیل الکتریکی نقاط کاهش می‌یابد $(V_A > V_B)$. همچنین با انتقال بار مثبت در خلاف سوی خطوط میدان، انرژی پتانسیل آن افزایش می‌یابد $(U_A > U_B)$.

Ⓑ **۲۰۵- گزینه‌ی ۳** به کمک تعریف اختلاف پتانسیل تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی را به دست می‌آوریم:

$$\Delta V = \frac{\Delta U_E}{q} \Rightarrow 20-(-140) = \frac{\Delta U_E}{-1/6\times10^{-8}} \Rightarrow \Delta U_E = -2/56\times10^{-6}\,J$$

کار نیروی میدان الکتریکی حساب می‌کنیم:

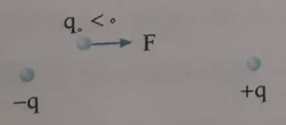
$$\Delta U_E = -W_E \Rightarrow -2/56\times10^{-6} = -W_E \Rightarrow W_E = 2/56\times10^{-6}\,J$$

با توجه به قضیه‌ی کار و انرژی می‌توان نوشت:

$$\Delta K = W_E \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = W_E \Rightarrow \frac{1}{2}\times5\times10^{-9}\times v^2 - 0 = 2/56\times10^{-6} \Rightarrow v^2 = \sqrt{1034} \Rightarrow v = 32\,\frac{m}{s}$$

Ⓐ **۲۰۶- گزینه‌ی ۱** پتانسیل الکتریکی یک نقطه، برابر انرژی یکای بار مثبت در آن نقطه است: $V = \frac{U_E}{q_0}$

Ⓑ **۲۰۷- گزینه‌ی ۴** **راه‌حل اول:** مطابق شکل نیرویی که توسط میدان بین دو بار بر q_0 وارد می‌شود، در جهت جابه‌جایی بار q_0 بوده و کار میدان مثبت است. تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی برابر منفی کار میدان است، بنابراین $\Delta U < 0$ بوده و انرژی پتانسیل الکتریکی در حال کاهش است.

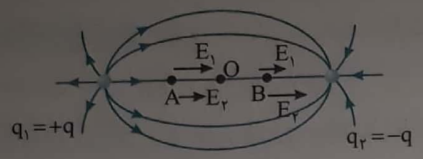


راه‌حل دوم: بار q_0 در خلاف جهت خطوط میدان در حال جابه‌جایی است، بنابراین انرژی پتانسیل الکتریکی آن در حال کاهش است.

Ⓑ **۲۰۸- گزینه‌ی ۴** وقتی از A به B می‌رویم، ابتدا در خلاف جهت خطوط میدان جابه‌جا شده و از بار منفی در نقطه‌ی A دور می‌شویم و پتانسیل الکتریکی افزایش می‌یابد و سپس در جهت خطوط به بار منفی در نقطه‌ی B نزدیک می‌شویم و پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد (دقت کنید که سوی خطوط به سمت بار A و B است، بنابراین هر دو بار منفی هستند.)

Scanned by CamScanner

۲۰۹- گزینه‌ی ۱ (B) از A تـا B در جهت خط‌های میدان حرکـت می‌کنیم. بنابراین پتانسیل الکتریکی در حال کاهش است. با حرکت دادن بار منفی از نقطه‌ی A تا B در جهت خط‌های میدان، انرژی پتانسیل الکتریکی آن افزایش می‌یابد.



اکنون به بررسی تغییر میدان الکتریکی از A تا B می‌پردازیم.

میدان در نقطه‌ی O وسط خط مستقیم بین دو بار خواهد شد:

$$E_O=E_{1O}+E_{2O}\Rightarrow E_O=k\frac{|q|}{(\frac{d}{2})^2}+k\frac{|q|}{(\frac{d}{2})^2}\Rightarrow E_O=8k\frac{|q|}{d^2}$$

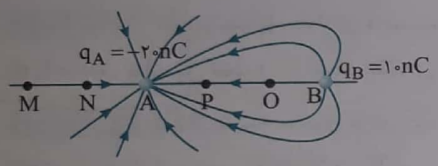
از A تـا O هـر اتفاقی که برای میدان الکتریکی خالص بیفتد، از O تـا B قرینه‌ی آن رخ می‌دهد. یعنی اگر از A تا O میدان کاهش یابد قطعاً از O تا B میدان افزایش می‌یابد و یا اگر از A تا O میدان افزایش یابد قطعاً از O تا B میدان کاهش می‌یابد. بنابراین باید بررسی کنیم از A تا O میدان کاهش می‌یابد و یا افزایش:

فرض کنید نقطه‌ی A در فاصله‌ی $\frac{d}{4}$ از بار q_1 است در این صورت: $E_A=E_{1A}+E_{2A}=k\frac{|q|}{(\frac{d}{4})^2}+k\frac{|q|}{(\frac{3d}{4})^2}=16k\frac{|q|}{d^2}+16k\frac{|q|}{9d^2}$

کاملاً مشخص است که E_A از ۱۶ برابر $k\frac{|q|}{d^2}$ بزرگ‌تر است بنابراین E_A قطعاً از E_O $(8k\frac{|q|}{d^2})$ بزرگ‌تر است.

یعنی از A تا O میدان الکتریکی در حال کاهش است و از O تا B در حال افزایش خواهد بود.

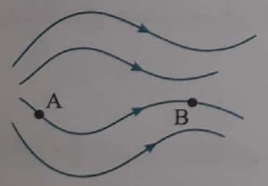
۲۱۰- گزینه‌ی ۳ (A) اگر خط‌های میدان را رسـم کنیم، از O تا P در جهت خط‌های میدان حرکت می‌کنیم و پتانسـیل الکتریکی نقـاط کاهش می‌یابد $(V_P<V_O)$ و هرگاه از N به M برویم، خلاف جهت خط‌های میدان حرکت کرده‌ایم و پتانسـیل الکتریکی نقاط افزایش می‌یابد $(V_M>V_N)$، بنابراین گزینه‌ی (۳) درست است.



۲۱۱- گزینه‌ی ۱ (B) بنا بر قضیه‌ی کار و انرژی، تغییر انرژی جنبشی برابر کار نیروی وارد بر جسم است.

$$\Delta K=W\Rightarrow K_2-K_1=Fd\cos\theta\Rightarrow K-0=qEd=5\times10^{-6}\times10^{5}\times(0/2)\Rightarrow K=0/1J$$

۲۱۲- گزینه‌ی ۳ (B) بـا رفتـن از A تا B در سـوی خطوط میدان حرکـت کرده‌ایم بنابراین پتانسیل الکتریکی در حال کاهش است. پس V_B باید $-12V$ باشد.



با توجه به روابط زیر خواهیم داشت:

$$\begin{cases}\Delta V=\frac{\Delta U_E}{q}\\ \Delta U_E=-W_E\\ \Delta K=W_E\end{cases}\Rightarrow\Delta V=\frac{-\Delta K}{q}\Rightarrow-12-10=-\frac{\Delta K}{-5\times10^{-6}}\Rightarrow\Delta K=+110J$$

۲۱۳- گزینه‌ی ۴ (A) بر بار منفی در یک میدان الکتریکی نیرویی در خلاف جهت میدان وارد می‌شود و بار منفی از مکان‌های با پتانسیل الکتریکی کم‌تر به سوی مکان‌های با پتانسیل الکتریکی بالاتر می‌رود و انرژی پتانسیل الکتریکی‌اش کاهش می‌یابد.

۲۱۴- گزینه‌ی ۳ (B) طبق قانون پایستگی انرژی داریم:

$$E_2=E_1\Rightarrow U_2+K_2=U_1+K_1\Rightarrow(\Delta U)+(\Delta K)=0\Rightarrow\Delta K=-\Delta U \qquad (1)$$

$$\Delta U_E=q\Delta V=400\times10^{-6}\times(-40-20)=-24\times10^{-3} \quad (2)$$

$$\Delta K=\frac{1}{2}m(v_B^2-v_A^2)=\frac{1}{2}\times3\times10^{-3}\times(v_B^2-9) \qquad (3)$$

با استفاده از سه معادله‌ی بالا می‌نویسیم:

$$\frac{1}{2}\times3\times10^{-3}\times(v_B^2-9)=+24\times10^{-3}\Rightarrow v_B^2=25\Rightarrow v_B=5\frac{m}{s}$$

Scanned by CamScanner

Ⓐ **۲۱۵- گزینه‌ی ۴** با توجه به رابطه‌ی $|\Delta V|=Ed$ مشخص است که واحد میدان الکتریکی برابر $\frac{\text{ولت}}{\text{متر}}$ می‌شود و گزینه (۴) درست است.

Ⓑ **۲۱۶- گزینه‌ی ۴** در میدان یکنواخت رابطه‌ی $V=E.d$ برقرار است و پتانسیل نقاط با حرکت در جهت میدان کاهش می‌یابد. پس در این شکل $V_A>V_B$ می‌باشد:

$$V_A-V_B=E.d=۳۰۰۰\times۲\times۱۰^{-۲}=۶۰V$$

Ⓐ **۲۱۷- گزینه‌ی ۱** تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی منفی کار نیروی میدان الکتریکی است.

$$\Delta U_E=-W_E\Rightarrow\Delta U_E=-۵\times۱۰^{-۵}J$$

اختلاف پتانسیل بین A و B برابر است با:

$$V_B-V_A=\frac{\Delta U_E}{q}=\frac{-۵\times۱۰^{-۵}}{۲\times۱۰^{-۶}}=-۲/۵\times۱۰^{-۵}\times۱۰^{۶}V\Rightarrow V_B-V_A=-۲۵V$$

Ⓐ **۲۱۸- گزینه‌ی ۴** میدان الکتریکی بین دو صفحه‌ی رسانای باردار، یکنواخت و برابر $E=\frac{V}{d}$ است.

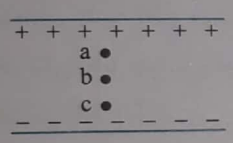
$$E=\frac{V}{d}=\frac{۲۰۰}{۴\times۱۰^{-۳}}=۵\times۱۰^{۴}\frac{N}{C}$$

Ⓑ **۲۱۹- گزینه‌ی ۱** در یک میدان الکتریکی یکنواخت اختلاف پتانسیل بین دو نقطه برابر است با $\Delta V=E.d$ که d فاصله‌ی بین دو نقطه است.

$$\frac{\Delta V_{MN}}{\Delta V}=\frac{E(MN)}{E(d)}\Rightarrow\frac{\Delta V_{MN}}{۱۰۰}=\frac{۲}{۱۰}\Rightarrow\Delta V_{MN}=۲۰V,\ \Delta U_E=q\Delta V=-۳\times۲۰=-۶۰\mu J$$

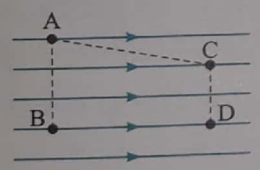
Ⓐ **۲۲۰- گزینه‌ی ۳** پتانسیل نقطه‌ی a نسبت به زمین $+۵۰V$ است و نقطه‌ی b در وسط فاصله‌ی a و c قرار دارد، بنابر رابطه‌ی $\Delta V=E.d$ پتانسیل نقطه‌ی b نصف نقطه‌ی a یعنی $+۲۵V$ خواهد بود.

Ⓐ **۲۲۱- گزینه‌ی ۲** از a به سوی c در جهت خط‌های میدان حرکت کرده‌ایم و پتانسیل در حال کاهش است از این رو: $V_a>V_b>V_c$



Ⓐ **۲۲۲- گزینه‌ی ۲** در میدان الکتریکی یکنواخت، تمام نقطه‌های روی یک خط عمود بر خط‌های میدان، هم‌پتانسیل هستند.

Ⓑ **۲۲۳- گزینه‌ی ۳** در یک میدان الکتریکی تمام نقاط واقع بر یک خط عمود بر خطوط میدان الکتریکی هم‌پتانسیل هستند، در این صورت:



$$\begin{cases}V_A=V_B\\V_C=V_D\end{cases}\Rightarrow V_A-V_D=V_B-V_C$$

Ⓑ **۲۲۴- گزینه‌ی ۲** با توجه به رابطه‌ی $|\Delta V|=Ed$ اختلاف پتانسیل الکتریکی بین این دو صفحه‌ی رسانای باردار و موازی را تعیین می‌کنیم:

$$|\Delta V|=۱۵\times(۳\times۱۰^{-۲})=۴۵\times۱۰^{-۲}kV=۴۵\times۱۰^{-۲}\times۱۰^{۳}=۴۵۰V$$

با محاسبه‌ی تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی این پروتون در حرکت از صفحه‌ی مثبت به سمت صفحه‌ی منفی و در جهت میدان الکتریکی، تغییر انرژی جنبشی آن را به‌دست می‌آوریم:

$$\Delta V=-۴۵۰V\ ,\ q=+۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C\ ,\ v_۱=۰\Rightarrow K_۱=۰$$

$$\Delta V=\frac{\Delta U_E}{q}=-\frac{\Delta K}{q}\Rightarrow\Delta V=-\frac{K_۲-K_۱}{q}\Rightarrow-۴۵۰=-\frac{\frac{۱}{۲}mv_۲^۲-۰}{+۱/۶\times۱۰^{-۱۹}}\Rightarrow\frac{۱}{۲}\times۲\times۱۰^{-۲۷}\times v_۲^۲=۴۵۰\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹}$$

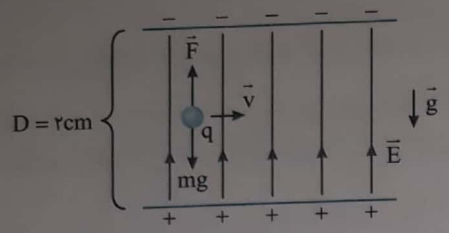
$$v_۲^۲=۷۲۰\times۱۰^{۸}\Rightarrow v_۲=۱۲\sqrt{۵}\times۱۰^{۴}\frac{m}{s}$$

Ⓐ **۲۲۵- گزینه‌ی ۳** بنا بر پایستگی انرژی داریم:

$$|\Delta K|=|\Delta U|\Rightarrow\frac{۱}{۲}mv^۲=|q\Delta V|\Rightarrow\frac{۱}{۲}\times۰/۱\times۱۰^{-۳}\times۱۰^{۲}=q(۲۰۰)\Rightarrow q=\frac{۱۰^{-۴}}{۴}\Rightarrow q=۲۵\times۱۰^{-۶}C=۲۵\mu C$$

Scanned by CamScanner

۲۲۶- گزینه‌ی ۳ چون ذره‌ی باردار با سرعت ثابت و افقی بین دو صفحه‌ی رسانای افقی، موازی و با بارهای الکتریکی هم‌اندازه و ناهمنام در حرکت است، بنابراین نیروی خالص وارد بر آن از طرف زمین و میدان الکتریکی یکنواخت صفر است. با در نظر گرفتن شکل زیر، بزرگی میدان الکتریکی بین این دو صفحه را به دست می‌آوریم:



سرعت ثابت $\Rightarrow$ شتاب صفر است $\Rightarrow \vec{F}_T = ۰$

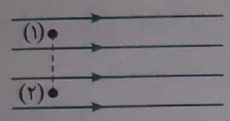
$$\Rightarrow F - mg = ۰ \Rightarrow F = |q|E = mg$$

$$\Rightarrow (۵\times۱۰^{-۶})\times E = (۰/۴\times۱۰^{-۳})\times۱۰ \Rightarrow E = \frac{۴\times۱۰^{-۳}}{۵\times۱۰^{-۶}} = \frac{۴۰۰۰}{۵} = ۸۰۰\,\frac{N}{C}$$

در میدان الکتریکی یکنواخت، اندازه‌ی اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو صفحه که سطوح هم‌پتانسیل می‌باشند، از رابطه‌ی $|\Delta V| = Ed$ قابل محاسبه است:

$$|\Delta V| = Ed \Rightarrow |\Delta V| = ۸۰۰\times(۲\times۱۰^{-۲}) = ۱۶\,V$$

۲۲۷- گزینه‌ی ۴ اگر ذره در امتداد قائم میدان حرکت کند هر سه گزینه‌ی اول نقض خواهد شد:



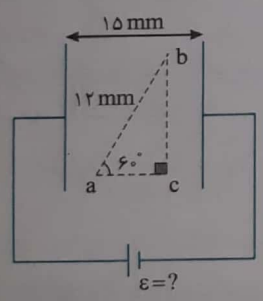
$$\Delta V = Ed\underbrace{\cos\theta}_{\cos ۹۰^\circ = ۰} = ۰$$

بنابراین در این حالت پتانسیل الکتریکی ثابت می‌ماند:

$$\Delta U = Edq\underbrace{\cos\theta}_{\cos ۹۰^\circ = ۰} = ۰$$

بنابراین انرژی پتانسیل الکتریکی نیز ممکن است تغییر نکند و ثابت بماند.

۲۲۸- گزینه‌ی ۱ اختلاف پتانسیل دو نقطه a و b با اختلاف پتانسیل دو نقطه‌ی a و c برابر است. زیرا b و c روی خطی عمود بر خطوط میدان قرار دارند و هم‌پتانسیل هستند بنابراین $|\Delta V_{ac}| = ۱۵V$ است. با توجه به شکل طول ac را حساب می‌کنیم.

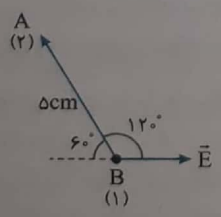


$$\cos ۶۰^\circ = \frac{ac}{ab} \Rightarrow ac = ۱۲\times\frac{۱}{۲} = ۶mm$$

رابطه‌ی اختلاف پتانسیل بین دو نقطه در میدان الکتریکی یکنواخت را در دو حالت می‌نویسیم و برهم تقسیم می‌کنیم.

$$|\Delta V| = Ed \Rightarrow \begin{cases} \varepsilon = E\times۱۵ \\ \Delta V_{ac} = E\times۶ \end{cases} \Rightarrow \frac{\varepsilon}{\Delta V_{ac}} = \frac{۱۵}{۶} \Rightarrow \frac{\varepsilon}{۱۵} = \frac{۱۵}{۶} \Rightarrow \varepsilon = ۳۷/۵V$$

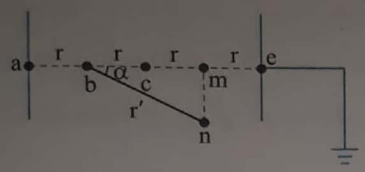
۲۲۹- گزینه‌ی ۱ اگر بخواهیم اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه‌ی A و B را در میدان الکتریکی یکنواخت و با استفاده از رابطه‌ی $\Delta V = -Ed\cos\alpha$ به‌دست آوریم باید به این نکته توجه کنیم که α زاویه‌ی بین بردارهای میدان الکتریکی $\vec{E}$ و جابه‌جایی $\vec{d}$ از نقطه‌ی اول (B) به نقطه‌ی دوم (A) می‌باشد. اگر شکل زیر را برای این بردارها در نظر بگیریم خواهیم داشت:



$$\Delta V = V_A - V_B = -Ed\cos\alpha$$

$$\Rightarrow \Delta V = -(۴\times۱۰^{۳})\times(۵\times۱۰^{-۲})\times\cos ۱۲۰^\circ = -۲۰۰\times(-\frac{۱}{۲}) = +۱۰۰V$$

Scanned by CamScanner



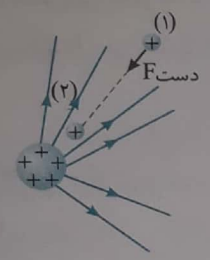
B **۲۳۰- گزینه‌ی ۳** اختلاف پتانسیل بین نقاط n و b برابر است با:

$$V_n - V_b = |\Delta V_{nb}| = E\underbrace{d\cos\alpha}_{۲r} = E\times ۲r = ۵V$$

$$|V_e - V_a| = |\Delta V_{ae}| = E\times\underbrace{d\cos\alpha}_{۴r} = E\times ۴r = ۲(E\times ۲r) = ۱۰V$$

پتانسیل نقطه‌ی n بیش‌تر از پتانسیل نقطه‌ی b است $(V_n - V_b > ۰)$ یعنی در این مسأله وقتی بین دو صفحه به سمت چپ می‌رویم پتانسیل کاهش می‌یابد، بنابراین باید پتانسیل نقطه‌ی e نیز از پتانسیل نقطه‌ی a بیش‌تر باشد.

$$V_e - V_a = ۱۰V \xrightarrow[\text{است بنابراین } V_e = ۰]{\text{نقطه‌ی e به زمین وصل}} V_a = -۱۰V$$



A **۲۳۱- گزینه‌ی ۱** در ابتدا باید گفت که ذره را در خلاف جهت میدان جابه‌جا کردیم بنابراین:

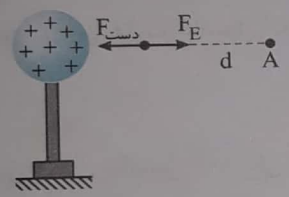
$$V_۲ > V_۱ \Rightarrow \Delta V > ۰$$

حال با توجه به اینکه:

$$\Delta U_E = q\Delta V \xrightarrow[q>۰]{\Delta V>۰} \Delta U_E > ۰$$

برای جابه‌جا کردن بار مثبت و نزدیک کردن آن به گوی با بار مثبت، باید در راستای جابه‌جایی به بار q+ نیرو وارد کرد بنابراین $W_{\text{دست}} > ۰$ و همان‌طور که می‌دانید:

$$W_T = \Delta K \xrightarrow{V_۲ = V_۱} W_T = ۰ \Rightarrow W_{\text{دست}} = -W_E \Rightarrow W_E < ۰$$

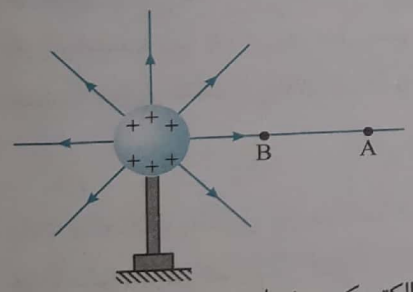


A **۲۳۲- گزینه‌ی ۲** ذره‌ی باردار دارای بار مثبت می‌باشد بنابراین نیروی الکتریکی وارد بر ذره از طرف میدان به صورت روبه‌رو است:

برای این‌که ذره با سرعت ثابت حرکت کند $(F_T = ۰)$ باید یک نیرو خلاف جهت F_E و هم‌اندازه با آن بر ذره وارد شود بنابراین $F_{\text{دست}}$ به‌صورت شکل بالا می‌باشد.

$$W = F_{\text{دست}} d\cos\theta = F_{\text{دست}} \times d \times \cos ۱۸۰^\circ = -F_{\text{دست}} d \Rightarrow W < ۰$$

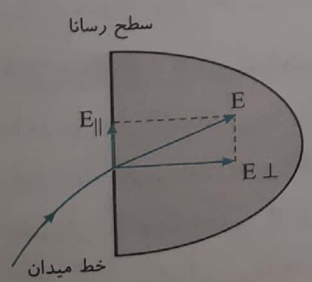
$$W' = F_E d\cos\theta = F_E \times d \times \cos ۰^\circ = F_E d \Rightarrow W' > ۰$$

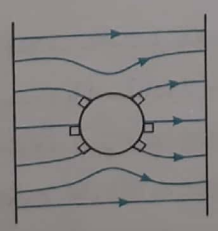


چون گوی دارای بار مثبت می‌باشد پس خطوط میدان اطراف آن به‌صورت زیر می‌باشد. از نقطه‌ی B تا نقطه‌ی A در جهت خطوط میدان حرکت می‌کنیم. پس $V_B > V_A$ می‌باشد بنابراین $V_A - V_B = \Delta V < ۰$ است.

B **۲۳۳- گزینه‌ی ۴** در حالت تعادل الکتریکی درون یک جسم رسانا، در هر صورت میدان الکتریکی صفر است و نمی‌تواند غیرصفر باشد مگر این که تعادل الکتریکی وجود نداشته باشد. یعنی در رسانا جریان الکتریکی برقرار باشد.

B **۲۳۴- گزینه‌ی ۲** خط‌های میدان بر سطح رسانا عمودند.





برهان خلف: فرض کنید که یک خط میدان بر سطح رسانا عمود نباشد. در این صورت بردار میدان که بر این خط میدان مماس است دارای دو مؤلفه‌ی موازی سطح $(E_{||})$ و عمود بر سطح $(E_\perp)$ است.

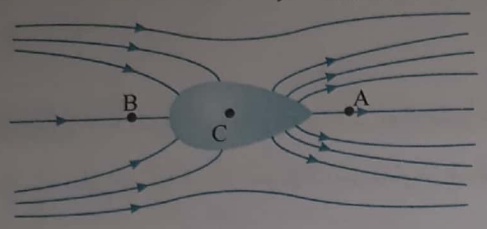
این مؤلفه‌ی موازی بر بارهای آزاد رسانا نیرو وارد می‌کند، پس در سطح رسانا باید جریان برقرار شود. که عبور جریان باعث گرم شدن رسانا می‌شود، اما در عمل چنین چیزی مشاهده نمی‌شود. پس خط میدان بر سطح رسانا عمود است. با توجه به مطلب بیان شده شکل گزینه‌ی (۲) درست است. دقت کنید میدان درون رسانا صفر است و خط میدانی در کره‌ی رسانا رسم نمی‌شود.

Scanned by CamScanner

B **۲۳۵- گزینه‌ی ۲** هنگامی که یک جسم رسانا به تعادل الکتروستاتیکی برسد، یعنی توزیع بار الکتریکی روی سطح آن به طور کامل انجام شود، دیگر تمام نقاط موجود درون آن در همه شرایط هم‌پتانسیل می‌باشند. بنابراین گزاره (الف) درست و گزاره (ب) نادرست است. همچنین می‌دانیم میدان در نقاط نوک‌تیز قوی‌تر می‌باشد بنابراین گزاره‌ی (پ)نیز درست است امّا همواره میدان الکتریکی خالص درون جسم رسانای در تعادل الکتروستاتیکی، چه در میدان خارجی باشد و چه نباشد، برابر صفر است، بنابراین گزاره‌ی (ت) نیز نادرست است.

B **۲۳۶- گزینه‌ی ۴** میدان درون رسانا در حالت تعادل الکتروستاتیکی در هر شرایطی برابر با صفر است.

B **۲۳۷- گزینه‌ی ۳** میدان الکتریکی در نقاط تیزتر جسم‌دوکی‌شکل قوی‌تر و خطوط میدان اطراف آن متراکم‌تر است پس خطوط میدان در نقطه‌ی A متراکم‌تر از نقطه‌ی B بوده و $E_A > E_B$ است. میدان درون رسانا (چه رسانا درون میدان الکتریکی باشد و چه نباشد) برابر صفر است بنابراین $E_C = 0$ است.



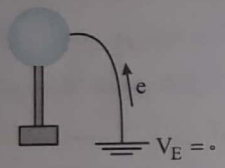
B **۲۳۸- گزینه‌ی ۳** نقاط A' و B' روی سطح رسانا می‌باشند و می‌دانیم همه‌ی نقاط داخل و روی سطح رسانا دارای پتانسیل یکسانی هستند. $V_{A'} = V_{B'}$

هر چه در جهت خطوط میدان حرکت کنیم پتانسیل نقاط کاهش می‌یابد. $V_A > V_B$

همچنین با استدلالی مشابه داریم: $V_A > V_{A'}, V_B < V_{B'}$

A **۲۳۹- گزینه‌ی ۱** در حالت تعادل الکتروستاتیکی میدان الکتریکی درون رسانا صفر و پتانسیل الکتریکی نقاط هم یکسان است.

A **۲۴۰- گزینه‌ی ۱** با اتصال کره به زمین، بار الکتریکی منفی از زمین به کره منتقل شده است. اصولاً بار الکتریکی منفی از پتانسیل کم‌تر به پتانسیل بیش‌تر جابه‌جا می‌شود. زمین به عنوان پتانسیل صفر است، بنابراین پتانسیل کره در ابتدا مثبت بوده است، پس از تماس با زمین کره و زمین هم‌پتانسیل می‌شوند، بنابراین پتانسیل کره صفر می‌شود.



A **۲۴۱- گزینه‌ی ۳** همواره در تمام نقاط یک رسانا در پدیده‌های الکتریسیته‌ی ساکن، پتانسیل یکسان است، زیرا اگر پتانسیل یکسان نباشد، در اثر اختلاف پتانسیل باید بارهای رسانا شارش کرده و در رسانا جریان برقرار شود که چنین چیزی مشاهده نمی‌شود.

A **۲۴۲- گزینه‌ی ۲** تمام نقاط یک جسم رسانای باردار هم‌پتانسیل بوده و جریانی در سیم برقرار نمی‌شود و لامپ روشن نخواهد شد.

A **۲۴۳- گزینه‌ی ۲** وقتی به اجسام رسانا که دارای بار آزاد (الکترون آزاد) هستند بار داده می‌شود، بار در سطح خارجی رسانا پخش می‌شود، اما در اجسام نارسانا که بار آزاد (الکترون آزاد) ندارد، بار داده شده در محل دریافت باقی می‌ماند.

A **۲۴۴- گزینه‌ی ۲** بار داده شده به جسم رسانا روی سطح خارجی پخش می‌شود و سطح داخلی بار نخواهد داشت.

A **۲۴۵- گزینه‌ی ۲** بار داده شده به رسانا همواره در سطح خارجی آن پخش می‌شود. وقتی کره با پوسته تماس پیدا می‌کند، بار $+5Q$ به سطح خارجی پوسته می‌رود و کره بدون بار می‌شود و بار سطح خارجی پوسته برابر با $+5Q+(-2Q)=+3Q$ خواهد شد.

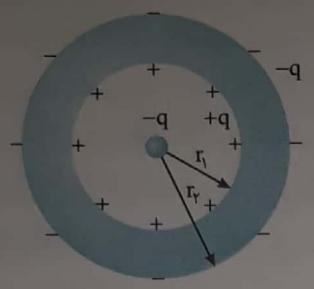
A **۲۴۶- گزینه‌ی ۴** چون بار الکتریکی داده شده به کره‌ی رسانا به طور متقارن در سطح بیرونی آن پخش می‌شود، پس تمام نقاط آن دارای چگالی سطحی بار الکتریکی یکسان می‌باشند. اما بار الکتریکی داده شده به کره‌ی نارسانا در همان محل ایجاد شده باقی می‌ماند، بنابراین بخشی از این کره‌ی نارسانا باردار و بخشی دیگر خنثی می‌باشد، یعنی چگالی سطحی بار الکتریکی در بعضی از قسمت‌های کره‌ی نارسانا بیش‌تر از سایر قسمت‌ها بوده و ممکن است در برخی قسمت‌ها نیز این چگالی سطحی برابر صفر باشد.

A **۲۴۷- گزینه‌ی ۳** بار الکتریکی در سطح خارجی رسانا پخش می‌شود، به همین علت توزیع بار به توخالی یا توپر بودن کره ارتباطی نخواهد داشت.

A **۲۴۸- گزینه‌ی ۳** در شرایط تعادل الکتروستاتیکی، سطح رسانا یک سطح هم‌پتانسیل بوده که اختلاف پتانسیل الکتریکی بین تمامی نقاط آن مانند A و B صفر است. پس طبق رابطه‌ی $\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \Rightarrow \Delta U = q\Delta V$ انتظار داریم با صفر بودن ΔV، ΔU نیز صفر شود، یعنی انرژی پتانسیل الکتریکی بار q در جابه‌جایی بین دو نقطه‌ی A و B تغییر نمی‌کند. لازم به ذکر است که تفاوت توزیع بار نقاط مختلف رسانا، اثری بر تغییر سطح هم‌پتانسیل آن ندارد.

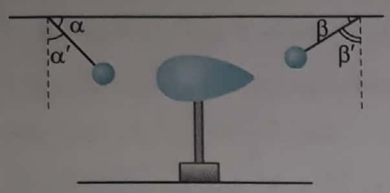
Scanned by CamScanner

Ⓐ **۲۴۹- گزینه‌ی ۲** با قرار دادن بار الکتریکی منفی داخل پوسته، در سطح درونی پوسته بار مثبت و به همان اندازه در سطح بیرونی آن بار منفی القا می‌شود، چون مساحت سطح بیرونی بزرگ‌تر است، بنابراین تراکم توزیع بار روی سطح بیرونی کم‌تر است.



Ⓑ **۲۵۰- گزینه‌ی ۲** مقدار بار موجود در سر نوک‌تیز دوک بیش‌تر و میدان در آن نقاط قوی‌تر است بنابراین آونگ در سر نوک‌تیز بیش‌تر منحرف می‌شود. بنابراین:

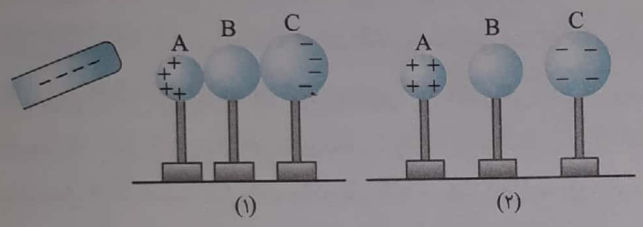
$$\beta' > \alpha' \Rightarrow \alpha > \beta$$



Ⓐ **۲۵۱- گزینه‌ی ۳** هرگاه A، B و C به هم وصل شوند، در حکم یک جسم رسانا خواهند بود و بار درون رسانا صفر است. پس کره‌ی C و پوسته‌ی B بدون بار شده و بار آن‌ها به پوسته‌ی A منتقل می‌شود.

$$q_A = -q + ۳q + ۲q = +۴q$$

Ⓐ **۲۵۲- گزینه‌ی ۳** با نزدیک کردن میله‌ی باردار منفی به گوی A، در اثر القا گوی A دارای بار مثبت، گوی B خنثی و گوی C دارای بار منفی می‌شود و اگر در حضور میله گوی‌ها را از هم جدا کنیم، بارها مطابق شکل (۲) توزیع می‌شوند. تراکم بار روی گوی B صفر است زیرا این گوی بدون بار است. تراکم بار روی گوی A از تراکم بار روی گوی C بیش‌تر است، زیرا مقدار بارها یکسان است اما سطح گوی C بزرگ‌تر بوده و تراکم بار روی گوی C کم‌تر است.



Ⓐ **۲۵۳- گزینه‌ی ۲** بنا بر تعریف، ظرفیت خازن برابر نسبت بار الکتریکی خازن به اختلاف پتانسیل دو سر آن است $(C=\frac{Q}{V})$.

Ⓐ **۲۵۴- گزینه‌ی ۲** با توجه به تعریف پتانسیل الکتریکی $(V=\frac{U}{Q})$ یکای کولن ولت معادل ژول است.

Ⓐ **۲۵۵- گزینه‌ی ۳** با توجه به تعریف ظرفیت خازن $(C=\frac{Q}{V})$، یکای کولن بر ولت معادل فاراد است.

Ⓐ **۲۵۶- گزینه‌ی ۴** با توجه به تعریف ظرفیت خازن خواهیم داشت:

$$C=\frac{Q}{V} \Rightarrow Q=CV$$

اکنون باید دید کدام گزینه در این رابطه صدق می‌کند که گزینه‌ی (۴) پاسخ این مسأله است.

$$Q=CV \Rightarrow ۲۰=۱۰\times۲$$

Ⓐ **۲۵۷- گزینه‌ی ۲** ظرفیت خازن تخت را به‌دست می‌آوریم:

$$C=k\varepsilon_\circ\frac{A}{d} \Rightarrow C=۱۰۰\times۸\times۱۰^{-۱۲}\times\frac{۱۰}{۱۰^{-۲}}=۸\times۱۰^{-۷}F=۰/۸\mu F$$

بار روی صفحات خازن خواهد شد:

$$Q=CV=۰/۸\times۳۰۰=۲۴۰\mu C$$

Ⓐ **۲۵۸- گزینه‌ی ۳** ابتدا ظرفیت خازن را به کمک تعریف آن به دست می‌آوریم:

$$C=\frac{Q}{V} \Rightarrow C=\frac{۲/۲۵\times۱۰^{-۹}}{۷۵} \Rightarrow C=۳\times۱۰^{-۱۱}F$$

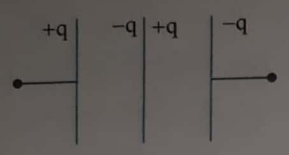
به کمک رابطه‌ی ساختمانی خازن، فاصله‌ی بین صفحات خازن را حساب می‌کنیم.

$$C=k\varepsilon_\circ\frac{A}{d} \Rightarrow ۳\times۱۰^{-۱۱}=۲۰\times۹\times۱۰^{-۱۲}\times\frac{۵\times۱۰^{-۴}}{d} \Rightarrow d=۳\times۱۰^{-۳}m=۳mm$$

Scanned by CamScanner

Ⓐ **۲۵۹- گزینه‌ی ۲** ظرفیت خازن از ویژگی‌های ساختمانی خازن است $(C=k\varepsilon_\circ \frac{A}{d})$. برای افزایش ظرفیت خازن می‌توان یک عایق (دی‌الکتریک) بین صفحه‌های خازن قرار داد.

Ⓑ **۲۶۰- گزینه‌ی ۴** در اثر القای الکتریکی دو طرف صفحه‌ی وسط (صفحه‌ی (۲)) دارای بار القایی $+q$ و $-q$ می‌شود.



Ⓐ **۲۶۱- گزینه‌ی ۲** هنگامی‌که خازن به مولد وصل است، اختلاف پتانسیل دو سر خازن ثابت و برابر نیروی محرکه‌ی مولد است. با دو برابر شدن فاصله‌ی بین صفحه‌های خازن خواهیم داشت:

$$C=\varepsilon_\circ \frac{A}{d} \xrightarrow{d_۲=۲d_۱} C_۲=\frac{۱}{۲}C_۱ \xrightarrow[\text{ثابت}=V]{Q=CV} Q_۲=\frac{۱}{۲}Q_۱$$

از طرفی طبق فرض مسأله $Q_۲=Q_۱-۳$، در این صورت:

$$\frac{۱}{۲}Q_۱=Q_۱-۳\Rightarrow ۳=\frac{۱}{۲}Q_۱\Rightarrow Q_۱=۶\mu C$$

حال ظرفیت خازن را به‌دست می‌آوریم:

$$Q_۱=CV\Rightarrow ۶=C_۱\times ۲۰\Rightarrow C_۱=۰/۳\,\mu F$$

Ⓑ **۲۶۲- گزینه‌ی ۲** میدان الکتریکی بین صفحه‌های خازن برابر است با:

$$E=\frac{V}{d}\Rightarrow E=\frac{۱۰۰}{۲\times ۱۰^{-۲}}\Rightarrow E=۵۰۰۰\frac{V}{m}$$

نیرویی که این میدان بر بار وارد می‌کند برابر است با:

$$F=Eq\Rightarrow F=۵۰۰۰\times ۵\times ۱۰^{-۶}=۲/۵\times ۱۰^{-۲}\,N$$

Ⓑ **۲۶۳- گزینه‌ی ۲** میدان الکتریکی بین صفحه‌های خازن $E=\frac{V}{d}$ و اختلاف پتانسیل آن $V=\frac{Q}{C}$ است. بنابراین:

$$E=\frac{V}{d}=\frac{\frac{Q}{C}}{d}=\frac{Q}{Cd}=\frac{Q}{\frac{k\varepsilon_\circ A}{d}\times d}=\frac{Q}{k\varepsilon_\circ A}\xrightarrow{k=۱}E=\frac{Q}{\varepsilon_\circ A}$$

Ⓑ **۲۶۴- گزینه‌ی ۳** با توجه به قضیه‌ی کار و انرژی، تغییر انرژی جنبشی جسم برابر کار نیروی وارد بر جسم است:

$$\Delta K=W\Rightarrow \frac{۱}{۲}mv^۲-\circ=F\cdot d\xrightarrow{F=qE}\frac{۱}{۲}mv^۲=qEd$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{۲}\times ۹/۱\times ۱۰^{-۳۱}\times ۱۰^{۱۴}=۱/۶\times ۱۰^{-۱۹}\times ۱۰۰۰d\Rightarrow d\simeq ۰/۲۸۴\,m\Rightarrow d=۲۸/۴\,cm$$

Ⓐ **۲۶۵- گزینه‌ی ۳** ابتدا با استفاده از رابطه‌ی $C=\frac{Q}{V}$، اختلاف پتانسیل الکتریکی بین صفحه‌های خازن را تعیین می‌کنیم:

$$C=\frac{Q}{V}\Rightarrow ۲۵\times ۱۰^{-۶}=\frac{۰/۱\times ۱۰^{-۳}}{V}\Rightarrow V=\frac{۱۰^{-۴}}{۲۵\times ۱۰^{-۶}}=\frac{۱۰^۲}{۲۵}=۴\,V$$

در فضای بین صفحه‌های خازن تخت، میدان الکتریکی یکنواخت ایجاد شده است که می‌توانیم بزرگی آن را از رابطه‌ی زیر به‌دست آوریم:

$$|\Delta V|=Ed\Rightarrow ۴=E\times(۰/۴\times ۱۰^{-۳})\Rightarrow E=\frac{۴}{۴\times ۱۰^{-۴}}=۱۰^۴\frac{V}{m}$$

Ⓑ **۲۶۶- گزینه‌ی ۴** دقت کنید ظرفیت خازن $C=k\varepsilon_\circ \frac{A}{d}$ و میدان الکتریکی بین صفحات خازن $E=\frac{V}{d}$ است. در صورت سؤال گفته شده اختلاف پتانسیل V برای دو خازن یکسان بوده اما مشخص نیست که d برای هر دو یکسان است یا نه؛ زیرا هر چند گفته شده ظرفیت خازن‌ها یکی می‌باشد، اما ممکن است که d آن‌ها متفاوت باشد. بنابراین گزینه‌ی (۴) پاسخ درست است.

Scanned by CamScanner

Ⓑ **۲۶۷- گزینه‌ی ۱** در فضای بین دو صفحه‌ی خازن، میدان الکتریکی یکنواخت و برابر $E=\frac{V}{d}$ است، پس نیروی وارد بر الکترون در تمام نقطه‌ها با هم برابر بوده، بنابراین گزینه‌ی (۱) درست است.

$F=qE \Rightarrow F=e\frac{V}{d}=$ مقدار ثابت

Ⓐ **۲۶۸- گزینه‌ی ۴** اگر ولتاژ بین دو صفحه‌ی خازن را افزایش دهیم، بار ذخیره شده روی صفحات آن افزایش یافته و میدان الکتریکی بین صفحات قوی‌تر می‌شود. اگر میدان الکتریکی بسیار قوی شود، باعث می‌گردد که دی‌الکتریک بین دو صفحه **به طور موقت** رسانا شود و با ایجاد جرقه بین دو صفحه، خازن تخلیه می‌شود. این پدیده را فروریزش خازن می‌نامند که سبب تغییر ماهیت یا سوراخ شدن دی‌الکتریک جامد و سوختن خازن می‌شود. بنابراین رسانا شدن دی‌الکتریک موقتی است نه دائم.

Ⓐ **۲۶۹- گزینه‌ی ۳** ظرفیت خازن با دی‌الکتریک برابر است با:

$$C=k\varepsilon_0\frac{A}{d}=4\times 8/85\times 10^{-12}\times\left(\frac{2\times 10^{-2}}{0/2\times 10^{-3}}\right)=35/4\times 10^{-10}F=3/54nF$$

حال با داشتن E_{max} و فاصله‌ی بین دو صفحه از هم می‌توان U_{max} را محاسبه کرد:

$$E_{max}=\frac{V_{max}}{d}\Rightarrow V_{max}=24\times 10^{3}\left(\frac{kV}{m}\right)\times 0/2\times 10^{-3}(m)=4/8kV$$

Ⓐ **۲۷۰- گزینه‌ی ۱** ابتدا بیشینه میدان الکتریکی را به‌دست می‌آوریم:

$$E_{max}=\frac{V_{max}}{d}=\frac{6000}{1/2\times 10^{-3}}=5\times 10^{6}\frac{V}{m}$$

حال با داشتن ظرفیت خازن جدید و ولتاژ ماکزیمم بیشینه بار را به‌دست می‌آوریم:

$$V_{max}=E_{max}\times d'=5\times 10^{6}\times 3/6\times 10^{-3}=18\times 10^{3}V,\ Q=CV=50\times 10^{-6}\times 18\times 10^{3}=0/9C$$

Ⓑ **۲۷۱- گزینه‌ی ۲** هنگامی که صفحات خازن را به ولتاژ بیشینه وصل کنیم میدان بین صفحات آن نیز بیشینه می‌شود. کار میدان الکتریکی روی پروتون را حساب می‌کنیم:

$$W_E=qEd=1/6\times 10^{-19}\times 10\times 10^{3}\times 5\times 10^{-3}\Rightarrow W_E=8\times 10^{-18}J$$

بنابه قضیه کار و انرژی خواهیم داشت:

$$W_E=\Delta K\Rightarrow 8\times 10^{-18}=\frac{1}{2}\times 2\times 10^{-27}\times v^2-0$$

$$v^2=8\times 10^{9}=80\times 10^{8}=5\times 16\times 10^{8}\Rightarrow v=4\sqrt{5}\times 10^{4}\frac{m}{s}$$

Ⓐ **۲۷۲- گزینه‌ی ۲** با توجه به رابطه‌ی انرژی ذخیره شده در خازن، ظرفیت خازن را به‌دست می‌آوریم. البته ابتدا واحد انرژی را از کیلووات ساعت به ژول تبدیل می‌کنیم:

$$U=10^{-6}kWh\Rightarrow U=10^{-6}\times 10^{3}\times 3600\Rightarrow U=3/6J$$

$$U=\frac{1}{2}CV^2\Rightarrow 3/6=\frac{1}{2}\times C\times(10^{3})^2\Rightarrow C=7/2\times 10^{-6}F\Rightarrow C=7/2\mu F$$

Ⓐ **۲۷۳- گزینه‌ی ۳** بنا بر رابطه‌ی انرژی خازن خواهیم داشت:

$$U=\frac{1}{2}CV^2\Rightarrow 1/8=\frac{1}{2}\times C\times(200)^2\Rightarrow C=90\mu F$$

Ⓐ **۲۷۴- گزینه‌ی ۴** ابتدا انرژی خازن را در دو حالت به‌دست آورده، سپس آن‌ها را از هم کم می‌کنیم:

$$U_1=\frac{CV_1^2}{2}=\frac{4\times 10^{-6}\times 100}{2}=2\times 10^{-4}J\quad,\quad U_2=\frac{CV_2^2}{2}=\frac{4\times 10^{-6}\times 400}{2}=8\times 10^{-4}J\Rightarrow \Delta U=6\times 10^{-4}J$$

Ⓐ **۲۷۵- گزینه‌ی ۴** برای محاسبه‌ی انرژی از رابطه‌ی $U=\frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$ استفاده می‌کنیم:

$$U=\frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}\Rightarrow U=\frac{1}{2}\times\frac{(60\times 10^{-6})^2}{0/2\times 10^{-3}}=\frac{3600\times 10^{-12}}{4\times 10^{-4}}=9\times 10^{-6}J$$

Scanned by CamScanner

B **۲۷۶- گزینه‌ی ۲** ابتدا اختلاف پتانسیل بیشینه‌ی دو سر خازن را به‌دست می‌آوریم:

$$E_{max}=\frac{V_{max}}{d}\Rightarrow ۲\times\frac{۱۰^{۳}V}{۱۰^{-۳}m}=\frac{V_{max}}{۰/۲\times۱۰^{-۳}m}\Rightarrow V_{max}=۴۰۰V$$

بیشینه انرژی خواهد شد:

$$U_{max}=\frac{۱}{۲}CV_{max}^{۲}\Rightarrow U_{max}=\frac{۱}{۲}\times۲۰\times۱۰^{-۶}\times(۴۰۰)^{۲}\Rightarrow U_{max}=۱۶\times۱۰^{-۱}=۱/۶J$$

A **۲۷۷- گزینه‌ی ۲** برای مقایسه‌ی انرژی‌های ذخیره شده در حالت‌های اولیه و ثانویه‌ی این خازن از رابطه‌ی $U=\frac{۱}{۲}\frac{Q^{۲}}{C}$ استفاده می‌کنیم. با معلوم بودن ظرفیت الکتریکی خازن و تفاوت انرژی‌های ذخیره شده در خازن می‌توانیم بنویسیم:

$$C=۲۲\mu F\ ,\ Q_{۲}=Q_{۱}+\frac{۲۰}{۱۰۰}q_{۱}=۱/۲q_{۱}\ ,\ U_{۲}=U_{۱}+۱۶\mu J$$

$$U_{۱}=\frac{۱}{۲}\frac{Q_{۱}^{۲}}{C}\Rightarrow U_{۱}=\frac{۱}{۲}\times\frac{Q_{۱}^{۲}}{۲۲}=\frac{Q_{۱}^{۲}}{۴۴}\ ,\ U_{۲}=\frac{۱}{۲}\frac{Q_{۲}^{۲}}{C}\Rightarrow U_{۲}=\frac{۱}{۲}\times\frac{(۱/۲Q_{۱})^{۲}}{۲۲}=\frac{۱/۴۴Q_{۱}^{۲}}{۴۴}$$

$$U_{۲}-U_{۱}=۱۶\Rightarrow\frac{۱/۴۴q_{۱}^{۲}}{۴۴}-\frac{Q_{۱}^{۲}}{۴۴}=۱۶\Rightarrow\frac{۰/۴۴Q_{۱}^{۲}}{۴۴}=۱۶\Rightarrow Q_{۱}^{۲}=\frac{۱۶\times۴۴}{۰/۴۴}=۱۶۰۰\Rightarrow Q_{۱}=۴۰\mu C$$

A **۲۷۸- گزینه‌ی ۴** با تخلیه‌ی بار الکتریکی ظرفیت خازن ثابت می‌ماند، حال با استفاده از رابطه‌ی $U=\frac{۱}{۲}CV^{۲}$ به حل مسأله می‌پردازیم:

$$\frac{U_{۲}}{U_{۱}}=\frac{\frac{۱}{۲}CV_{۲}^{۲}}{\frac{۱}{۲}CV_{۱}^{۲}}\Rightarrow\frac{U_{۲}}{U_{۱}}=\frac{(\frac{۲}{۱۰}V_{۱})^{۲}}{V_{۱}^{۲}}=\frac{۴}{۱۰۰}\Rightarrow U_{۲}=\frac{۴}{۱۰۰}U_{۱}$$

بنابراین انرژی خازن ٪۱۰۰−٪۴=٪۹۶ کاهش می‌یابد.

C **۲۷۹- گزینه‌ی ۲** انرژی که مصرف می‌کنیم در خازن ذخیره می‌شود، پس انرژی خازن را در دو حالت به دست آورده تفاضل آن‌ها را برابر ۵ میکروژول قرار می‌دهیم:

$$\begin{cases}U=\frac{۱}{۲}\frac{Q^{۲}}{C}\Rightarrow\Delta U=\frac{Q_{۲}^{۲}-Q_{۱}^{۲}}{۲C}\\ \Delta Q=۴\mu C\\ Q_{۲}^{۲}-Q_{۱}^{۲}=\underbrace{(Q_{۲}-Q_{۱})}_{۴\mu C}\underbrace{(Q_{۲}+Q_{۱})}_{(۲Q_{۱}+۴)\mu C}\end{cases}\Rightarrow\Delta U=\frac{۴\times(۲Q_{۱}+۴)}{۲C}\Rightarrow ۵=\frac{۴\times(۲Q_{۱}+۴)}{۲\times۸}\Rightarrow ۲Q_{۱}+۴=۲۰\Rightarrow ۲Q_{۱}=۱۶\Rightarrow Q_{۱}=۸\mu C$$

A **۲۸۰- گزینه‌ی ۱** هرگاه خازن بارداری از مولد جدا شود بار روی صفحه‌های آن ثابت می‌ماند. با کاهش d، ظرفیت خازن افزایش می‌یابد و اختلاف پتانسیل دو سر خازن و در نتیجه انرژی خازن کاهش می‌یابد.

$$\downarrow V=\frac{Q}{C\uparrow}\ ,\ U\downarrow=\frac{Q^{۲}}{۲C\uparrow}$$

A **۲۸۱- گزینه‌ی ۳** وقتی خازن از باتری جدا می‌شود، بار آن ثابت می‌ماند. با دور شدن صفحات از هم طبق رابطه‌ی $C=\frac{k\varepsilon_{۰}A}{d}$، ظرفیت خازن کم می‌شود. در رابطه‌ی $V=\frac{Q}{C}$، Q ثابت بوده و C کاهش یافته، پس V افزایش می‌یابد.

B **۲۸۲- گزینه‌ی ۱** در حالت اول انرژی ذخیره شده در خازن برابر است با:

$$U=\frac{۱}{۲}CV^{۲}\Rightarrow U=\frac{۱}{۲}\times۱۰^{-۶}\times۴۰۰۰۰\Rightarrow U=۲۰\ mJ$$

پس از جدا کردن خازن از مولد بار آن ثابت می‌ماند، از این‌رو:

$$Q'=Q=CV\Rightarrow q=۱\times۲۰۰=۲۰۰\mu C$$

$$C=\varepsilon_{۰}\frac{A}{d}\xrightarrow{A'=\frac{۱}{۲}A}C'=\frac{۱}{۲}C$$

اکنون انرژی را در حالت جدید به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{U'}{U}=\frac{\frac{۱}{۲}\frac{Q'^{۲}}{C'}}{\frac{۱}{۲}\frac{Q^{۲}}{C}}=\frac{C}{C'}\Rightarrow\frac{U'}{۲۰}=\frac{C}{\frac{۱}{۲}C}\Rightarrow U'=۴۰\ mJ$$

در این صورت انرژی خازن ۴۰−۲۰=۲۰ mJ افزایش می‌یابد.

Scanned by CamScanner

Ⓐ **۲۸۳- گزینه‌ی ۲** با باز کردن کلید k، خازن از مولد جدا می‌شود. به همین دلیل بار روی صفحه‌های آن ثابت می‌ماند. حال اگر فاصله‌ی بین صفحه‌های خازن را ٪۲۰ کاهش دهیم، یعنی $d_2 = 0/8\, d_1$ شود، خواهیم داشت:

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{\varepsilon_0 \frac{A}{d_2}}{\varepsilon_0 \frac{A}{d_1}} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{d_1}{d_2} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{1}{0/8} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{5}{4}$$

انرژی خازن را حساب می‌کنیم:

$$U = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C} \xrightarrow[q=\text{ثابت}]{C_2 = \frac{5}{4}C_1} \frac{U_2}{U_1} = \frac{C_1}{C_2} = \frac{4}{5} \Rightarrow U_2 = \frac{4}{5}U_1$$

تغییر انرژی خازن برابر است با:

$$\Delta U = U_2 - U_1 = \frac{4}{5}U_1 - U_1 \Rightarrow \Delta U = -0/2U_1$$

بنابراین انرژی خازن ٪۲۰ مقدار اولیه‌اش کاهش می‌یابد.

Ⓑ **۲۸۴- گزینه‌ی ۱** پس از پرشدن خازن و جدا کردن مولد از خازن، بار صفحه‌های خازن ثابت می‌ماند. با قرار دادن دی‌الکتریک، ظرفیت خازن k برابر می‌شود.

$$\begin{cases} C = \varepsilon_0 \frac{A}{d} \\ C' = k\varepsilon_0 \frac{A}{d} \end{cases} \Rightarrow \frac{C'}{C} = k$$

اختلاف پتانسیل بین صفحه‌های خازن $\frac{1}{k}$ برابر می‌شود.

$$\downarrow V = \frac{Q}{C\uparrow} \Rightarrow V' = \frac{1}{k}V$$

پس میدان الکتریکی بین صفحه‌های خازن $\frac{1}{k}$ برابر خواهد شد.

$$E = \frac{V}{d} \xrightarrow[d=\text{ثابت}]{V' = \frac{1}{k}V} E' = \frac{1}{k}E$$

Ⓐ **۲۸۵- گزینه‌ی ۲** با توجه به شکل سؤال، خازن باردار بوده اما به باتری متصل نیست، بنابراین بار روی صفحات آن ثابت می‌ماند. (ثابت=Q) با قراردادن دی‌الکتریک بین صفحات خازن ظرفیت خازن افزایش می‌یابد در این صورت ولتاژ دو سر خازن و میدان بین صفحات خازن کاهش می‌یابد.

$$V\downarrow = \frac{Q_{\text{ثابت}}}{C\uparrow}\ ,\ E\downarrow = \frac{V\downarrow}{d_{\text{ثابت}}}$$

Ⓑ **۲۸۶- گزینه‌ی ۳** با جداکردن خازن از مولد، بار روی صفحه‌های خازن **ثابت می‌ماند**. با زیادشدن فاصله‌ی بین صفحه‌ها ظرفیت خازن به نسبت عکس فاصله کاهش می‌یابد. در نتیجه اختلاف پتانسیل دو سر خازن به همان نسبت افزایش می‌یابد. در نتیجه میدان بین صفحات ثابت می‌ماند.

$$d' = nd \Rightarrow C' = \frac{1}{n}C \xrightarrow{V = \frac{Q}{C}} V' = nV \xrightarrow{E = \frac{V}{d}} E' = \frac{V'}{d'} = \frac{nV}{nd} = \frac{V}{d} \Rightarrow E' = E$$

Ⓑ **۲۸۷- گزینه‌ی ۱** با جداکردن خازن از مولد بار خازن ثابت می‌ماند.

$$Q_2 = Q_1 = C_1V_1 \Rightarrow Q_2 = Q_1 = 25 \times 60 = 1500\mu C$$

اکنون اختلاف پتانسیل جدید را به‌دست می‌آوریم.

$$V_2 = \frac{Q_2}{C_2} = \frac{1500}{150} \Rightarrow V_2 = 10V$$

Ⓐ **۲۸۸- گزینه‌ی ۴** با جداشدن خازن از مولد بار روی صفحات خازن ثابت می‌ماند. با چهاربرابر شدن فاصله‌ی صفحات خازن، ظرفیت آن $\frac{1}{4}$ برابر می‌شود.

$$\frac{C'}{C} = \frac{d}{d'} \Rightarrow \frac{C'}{15} = \frac{d}{4d} \Rightarrow C' = 3/75\mu F$$

اکنون اختلاف پتانسیل جدید دو سر خازن قابل محاسبه است.

$$V' = \frac{Q}{C'} \Rightarrow V' = \frac{300}{3/75} \Rightarrow V' = 80V$$

Scanned by CamScanner

Ⓐ **۲۸۹- گزینه‌ی ۲** با بازکردن کلید، خازن از مدار جدا می‌شود و بار روی صفحه‌های آن ثابت می‌ماند. با افزایش مساحت صفحه‌های خازن، ظرفیت خازن افزایش می‌یابد.

$$\frac{C'}{C}=\frac{A'}{A}\Rightarrow\frac{C'}{C}=\frac{A+۰/۲۵A}{A}\Rightarrow C'=۱/۲۵C$$

در این‌صورت انرژی خازن نسبت به حالت اول خواهد شد:

$$\frac{U'}{U}=\frac{\frac{۱}{۲}\frac{Q^۲}{C'}}{\frac{۱}{۲}\frac{Q^۲}{C}}\Rightarrow\frac{U'}{U}=\frac{C}{C'}=\frac{C}{۱/۲۵C}\Rightarrow\frac{U'}{U}=\frac{۴}{۵}\Rightarrow\Delta U=U'-U=\frac{۴}{۵}U-U\Rightarrow\Delta U=-\frac{۱}{۵}U=-۲۰\%U$$

در نتیجه انرژی خازن ٪۲۰ کاهش می‌یابد.

Ⓑ **۲۹۰- گزینه‌ی ۴** هنگامی که خازن به باتری متصل است، اختلاف پتانسیل دو سر آن ثابت است. با دور کردن صفحه‌های خازن، ظرفیت خازن کاهش و انرژی ذخیره شده در آن نیز کاهش می‌یابد.

$$C=\varepsilon_۰\frac{A}{d}\xrightarrow{d'=nd}C'=\frac{C}{n}$$

$$U=\frac{۱}{۲}CV^۲\xrightarrow[V'=V]{C'=\frac{C}{n}}U'=\frac{U}{n}\quad(۱)$$

هنگامی که خازن را از مولد جدا می‌کنیم، بار الکتریکی روی صفحه‌های آن ثابت می‌ماند در این صورت خواهیم داشت:

$$U=\frac{۱}{۲}\frac{Q^۲}{C}\xrightarrow[Q''=Q]{C''=\frac{C}{n}}U''=nU\quad(۲)\qquad\xrightarrow{(۱),(۲)}\frac{U''}{U'}=\frac{nU}{\frac{U}{n}}\Rightarrow\frac{U''}{U'}=n^۲$$

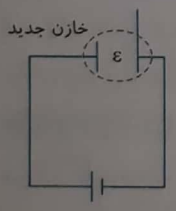
Ⓐ **۲۹۱- گزینه‌ی ۱** بار الکتریکی خازن پرشده و جدا از مولد ثابت و بدون تغییر باقی می‌ماند. با توجه به رابطه‌ی ظرفیت الکتریکی خازن مسطح و رابطه‌ی انرژی الکتریکی ذخیره شده در خازن می‌توانیم بنویسیم:

$$\frac{C_۲}{C_۱}=\frac{\frac{k_۲\varepsilon_۰A_۲}{d_۲}}{\frac{k_۱\varepsilon_۰A_۱}{d_۱}}\Rightarrow\frac{C_۲}{C_۱}=(\frac{k_۲}{k_۱})\times(\frac{A_۲}{A_۱})\times(\frac{d_۱}{d_۲})\Rightarrow\frac{C_۲}{C_۱}=\frac{k_۲}{k_۱}$$

$$Q_۲=Q_۱\ ,\ \frac{C_۲}{C_۱}=\frac{k_۲}{k_۱}\quad,\quad\frac{U_۲}{U_۱}=\frac{\frac{۱}{۲}\frac{Q_۲^۲}{C_۲}}{\frac{۱}{۲}\frac{Q_۱^۲}{C_۱}}\Rightarrow\frac{U_۲}{U_۱}=(\frac{Q_۲}{Q_۱})^۲\times(\frac{C_۱}{C_۲})\Rightarrow\frac{U_۲}{U_۱}=۱^۲\times\frac{k_۱}{k_۲}\Rightarrow\frac{U_۲}{U_۱}=\frac{k_۱}{k_۲}$$

Ⓐ **۲۹۲- گزینه‌ی ۲** خازنی که به باتری وصل است دارای اختلاف پتانسیل الکتریکی ثابت است. با قرار دادن تیغه‌ی شیشه‌ای ظرفیت زیاد شده و طبق رابطه‌ی $Q=CV$، بار نیز افزایش می‌یابد.

Ⓑ **۲۹۳- گزینه‌ی ۱** وقتی یک صفحه‌ی خازن را نصف می‌کنیم، ظرفیت خازن جدید نصف ظرفیت خازن قدیم می‌شود:



$$C=\varepsilon_۰\frac{A}{d}\xrightarrow{A'=\frac{۱}{۲}A}C'=\frac{۱}{۲}C$$

خازن به مولد متصل است و اختلاف پتانسیل دو سر آن مقدار ثابتی است، بنابراین بار روی صفحه‌های خازن برابر خواهد شد با:

$$Q=C\cdot V\xrightarrow{C'=\frac{۱}{۲}C}Q'=\frac{۱}{۲}Q$$

بار روی صفحه‌های خازن برابر و ناهمنام ($-Q'$ و $+Q'$) است و مقدار این بار نصف حالت اول خازن است.

Scanned by CamScanner

Ⓐ **۲۹۴- گزینه‌ی ۳** اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو صفحه‌ی خازن به دلیل اتصال به یک اختلاف پتانسیل ثابت، بدون تغییر می‌ماند، پس: $\uparrow Q = C \uparrow V$

Ⓑ **۲۹۵- گزینه‌ی ۲** اگر خازن را به باتری وصل کرده و پس از باردار شدن از مولد جدا کنیم، بار روی صفحات آن ثابت می‌ماند. در این حالت اگر یک دی‌الکتریک بین صفحات آن قرار دهیم، ظرفیت خازن افزایش می‌یابد و ولتاژ دو سر خازن کاهش می‌یابد $(V \downarrow = \frac{Q_{\text{ثابت}}}{C \uparrow})$ بنابراین میدان بین صفحه‌های خازن نیز کاهش می‌یابد $(E \downarrow = \frac{V \downarrow}{d_{\text{ثابت}}})$. اگر خازن به مولد وصل باشد و در این حالت بین صفحات آن دی‌الکتریک قرار دهیم، اختلاف پتانسیل دو سر آن ثابت می‌ماند در نتیجه میدان الکتریکی بین صفحات آن نیز ثابت می‌ماند. در این صورت جملات الف و ب نادرست است.

در مورد جمله ب و ت می‌توان گفت که هر دو درست هستند، زیرا اگر خازن از مولد جدا شود، بار ثابت می‌ماند و اگر خازن به مولد وصل باشد، میدان ثابت می‌ماند.

Ⓑ **۲۹۶- گزینه‌ی ۲** خازن به مولد متصل است و ولتاژ دو سر آن ثابت است. بنابراین با توجه به رابطه $E = \frac{V}{d}$ اگر فاصله‌ی صفحات را کم کنیم، میدان الکتریکی بین صفحات خازن افزایش می‌یابد و گزینه‌ی (۲) درست است.

Ⓐ **۲۹۷- گزینه‌ی ۱** با خارج‌کردن دی‌الکتریک از بین صفحات خازن ظرفیت خازن کاهش می‌یابد.

$$\begin{cases} C = k\varepsilon_0 \frac{A}{d} \\ C' = \varepsilon_0 \frac{A}{d} \end{cases} \Rightarrow \frac{C'}{C} = \frac{1}{k} \xrightarrow{k=2} C' = \frac{1}{2}C \Rightarrow C' = \frac{1}{2} \times 4 \times 10^{-2} \Rightarrow C' = 2 \times 10^{-2}\,\mu F$$

اما خازن به مولد متصل است و ولتاژ دو سر آن ثابت و برابر ۲۰۰V است.

$$Q' = C'V \Rightarrow Q' = 2 \times 10^{-2} \times 200 \Rightarrow Q' = 4\mu C$$

Ⓐ **۲۹۸- گزینه‌ی ۲** با سه برابر کردن فاصله‌ی صفحات ظرفیت خازن $\frac{1}{3}$ برابر می‌شود.

$$C = \varepsilon_0 \frac{A}{d} \xrightarrow{d'=3d} C' = \frac{1}{3}C$$

خازن به مولد متصل است و ولتاژ دو سر آن ثابت و برابر ۴۸V است. در این صورت بار خازن خواهد شد:

$$Q = CV_{\text{ثابت}} \xrightarrow{C' = \frac{1}{3}C} Q' = \frac{1}{3}Q$$

Ⓐ **۲۹۹- گزینه‌ی ۱** با توجه به رابطه‌ی $E = \frac{V}{d}$ در میدان الکتریکی یکنواخت، چون خازن به مولد متصل است، ولتاژ آن ثابت باقی می‌ماند و چون فاصله‌ی بین صفحه‌های خازن را نیز تغییر نداده‌ایم، نتیجه می‌گیریم که بزرگی میدان الکتریکی یکنواخت بین صفحه‌های خازن نیز ثابت می ماند، یعنی: $\frac{E_2}{E_1} = 1$

لازم به ذکر است که قرار دادن دی‌الکتریک در بین صفحه‌های خازن سبب افزایش ظرفیت خازن، بار الکتریکی خازن و بزرگی میدان الکتریکی حاصل از بارهای الکتریکی ذخیره شده در خازن می‌شود، اما اثر قطبیدگی مولکول‌های دی‌الکتریک، میدان الکتریکی‌ای بر خلاف این میدان الکتریکی افزایش یافته ایجاد می‌کند، به گونه‌ای که همچنان اندازه‌ی میدان الکتریکی برآیند ثابت می‌ماند.

Ⓐ **۳۰۰- گزینه‌ی ۲** خازن به مولد وصل است و اختلاف پتانسیل دو سر آن ثابت است. با تغییر دی الکتریک، ظرفیت خازن تغییر می‌کند. با توجه به رابطه‌ی $U = \frac{1}{2}CV^2$ می‌توان نوشت:

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{\frac{1}{2}C_2V_2^2}{\frac{1}{2}C_1V_1^2} \xrightarrow{V_2=V_1=V} \frac{U_2}{U_1} = \frac{C_2}{C_1} = \frac{k_2\varepsilon_0 \frac{A}{d}}{k_1\varepsilon_0 \frac{A}{d}} \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{k_2}{k_1}$$

Scanned by CamScanner

B **۳۰۱- گزینه‌ی ۳** ابتدا ظرفیت خازن جدید را به دست می‌آوریم:

$$\frac{C_2}{C_1}=\frac{k\varepsilon_0\frac{A}{d_2}}{k\varepsilon_0\frac{A}{d_1}}=\frac{d_1}{d_2}\Rightarrow\frac{C_2}{60}=\frac{5}{2}\Rightarrow C_2=150pF$$

بار را در دو حالت به‌دست می‌آوریم:

$$Q_1=C_1V\Rightarrow Q_1=60\times8=480pC$$

$$Q_2=C_2V\Rightarrow Q_2=150\times8=1200pC$$

بنابراین بار منتقل شده خواهد شد:

$$\Delta Q=Q_2-Q_1=1200-480=720pC$$

B **۳۰۲- گزینه‌ی ۱** دقت کنید اگر یک میله‌ی شیشه‌ای را با پارچه‌ی ابریشمی مالش دهید و به ذرات ریز کاغذ نزدیک کنید، میله‌ی باردار ذرات ریز کاغذ را می‌رباید. بنا بر قانون سوم نیوتون، ذرات ریز کاغذ نیز به میله نیرویی به سمت خود وارد می‌کنند. حال اگر یک بار مثبت را به نزدیک نارسانای خنثی (مثلاً ذرات کاغذ) نزدیک کنیم، نارسانای خنثی به بار مثبت در جهت نارسانا نیروی ربایشی وارد می‌کند.

A **۳۰۳- گزینه‌ی ۱** وقتی دو کره‌ی رسانای مشابه با هم تماس می‌یابند، بار الکتریکی هر کره برابر خواهد شد با:

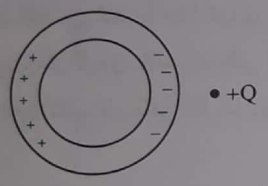
$$q_1'=q_2'=\frac{q_1+q_2}{2}\Rightarrow q_1'=q_2'=\frac{-12+(-4)}{2}=-8\,\mu C$$

بار الکتریکی کره‌ی اول از $-12\,\mu C$ به $-8\,\mu C$ رسیده است، بنابراین $-4\,\mu C$ بار از کره‌ی اول به کره‌ی دوم رفته است:

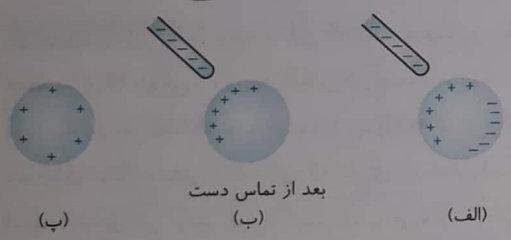
$$q=ne\Rightarrow-4\times10^{-6}=n\times(-1/6\times10^{-19})\Rightarrow n=2/5\times10^{13}$$ الکترون

تعداد $2/5\times10^{13}$ الکترون از کره‌ی اول به کره‌ی دوم منتقل شده است.

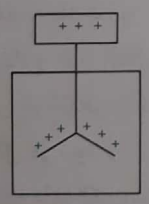
A **۳۰۴- گزینه‌ی ۴** بار الکتریکی در دو طرف پوسته‌ی فلزی مطابق شکل القا می‌شود و مقدار بار القا شده با هم برابر است. در این صورت هر سه شکل نادرست‌اند.



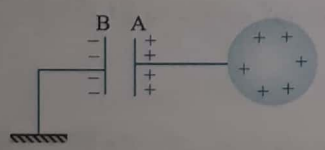
B **۳۰۵- گزینه‌ی ۲** مالش میله‌ی پلاستیکی با پارچه‌ی پشمی باعث می‌شود که میله دارای بار منفی و پارچه دارای بار مثبت شود. با نزدیک کردن میله‌ی منفی به کره، در یک طرف بار مثبت و در طرف مخالف بار منفی القا می‌شود. با تماس دست به کره، بار منفی کره خنثی می‌شود.
با دور شدن میله، بار مثبت در کره باقی می‌ماند و در سطح خارجی آن پخش می‌شود.



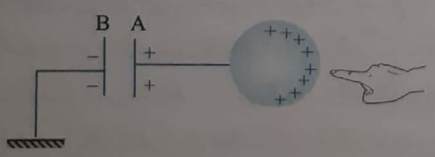
A **۳۰۶- گزینه‌ی ۴** وقتی به الکتروسکوپ بار داده می‌شود، ورقه‌ها به دلیل داشتن بارهای همنام از یک‌دیگر دور می‌شوند و هر چه بار روی ورقه‌ها بیش‌تر باشد، زاویه‌ی بین دو ورقه (α) افزایش می‌یابد، البته در نهایت زاویه‌ی بین دو ورقه می‌تواند حدود 180° باشد و هر چه مقدار بار افزایش یابد، انحراف ورقه‌ها و زاویه‌ی α بیش‌تر نخواهد شد.



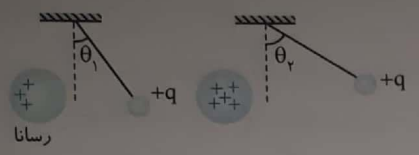
C **۳۰۷- گزینه‌ی ۳** مقدار بار القا شده در صفحه‌ی B برابر بار موجود در صفحه‌ی A است.



با نزدیک شدن انگشت که رسانا است به کره، بار منفی در انگشت القا شده و بارهای مثبت بیش‌تر به سمت انگشت کشیده می‌شوند و از مقدار بار مثبت صفحه‌ی A کاسته می‌شود. بنابراین مقدار بار القا شده روی صفحه‌ی B نیز کاهش می‌یابد.



Scanned by CamScanner



Ⓑ **۳۰۸- گزینه‌ی ۲** وقتی کره‌ی رسانا به بار نقطه‌ای نزدیک می‌شود، در اثر رانش الکتریکی بارهای همنام، مقداری از بار کره‌ی رسانا در دورترین نقطه‌ی کره نسبت به بار q قرار می‌گیرد و نیروی دافعه‌ی الکتریکی بین دو بار نسبت به حالتی که کره نارسانا است و توزیع بار آن تغییر نمی‌کند کم‌تر بوده، پس زاویه‌ی انحراف θ در حالت اول کم‌تر است.

Ⓑ **۳۰۹- گزینه‌ی ۱** بار q در سطح نزدیک‌تر ورقه‌ی فلزی به خود بار ناهمنام و در سطح دورتر بار همنام القا کرده که به دلیل اتصال به زمین این بارهای همنام تخلیه و خنثی شده و تنها بارهای ناهمنام روی ورقه‌ی فلزی باقی می‌مانند. با نزدیک شدن بار q به ورقه‌ی فلزی، شدت القا افزایش یافته که سبب زیاد شدن اندازه‌ی بار ناهمنام القایی می‌شود. این دو اثر یعنی کاهش فاصله‌ی بار q تا ورقه‌ی فلزی و زیاد شدن اندازه‌ی بار ناهمنام القایی روی آن باعث می‌شود که اندازه‌ی نیروی جاذبه‌ی الکتریکی وارد بر بار q افزایش یافته و در نتیجه طبق قانون دوم نیوتون اندازه‌ی شتاب ذره‌ی باردار q نیز رفته‌رفته زیادتر شود.

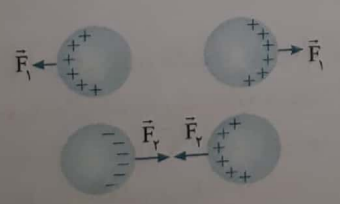
Ⓑ **۳۱۰- گزینه‌ی ۳** میله‌ی پلاستیکی دارای بار منفی با نزدیک شدن به میله‌ی رسانای AB شروع به القای بارهای الکتریکی مثبت در سر نزدیک‌تر A و منفی در سر دورتر B می‌کند، مدت زمان انجام این فرآیند بسیار کوتاه بوده و پس از این مدت، بارهای الکتریکی القایی به تعادل رسیده و در اصطلاح «مقید» می‌شوند و دیگر جابه‌جا نمی‌شوند. پس چنانچه میکروآمپرسنجی را بین دو نقطه‌ی A و B و یا هر دو نقطه‌ی دیگر این میله‌ی رسانا قرار دهیم، شارش باری از آن صورت نگرفته و عبور جریانی را نشان نمی‌دهد.

Ⓑ **۳۱۱- گزینه‌ی ۱** در ابتدا بار الکتریکی مثبت میله‌ی شیشه‌ای در کره‌ی A بار مثبت و در کره‌ی C بار منفی القا می‌کند و در کره‌ی B هیچ باری القا نمی‌کند. با جدا کردن کره‌ی A از مجموعه در حضور میله‌ی باردار شیشه‌ای، این کره با بار مثبت القا شده در آن جدا شده، پس بار کره‌ی A مثبت باقی خواهد ماند. حال اگر در حین تماس کره‌های فلزی B و C با یک‌دیگر، میله‌ی باردار شیشه‌ای را از آن‌ها دور کنیم، بار منفی القا شده در کره‌ی C، در هر دو کره پخش شده، پس کره‌های فلزی B و C دارای بار همنام و منفی خواهند شد.

Ⓐ **۳۱۲- گزینه‌ی ۱** با توجه به این که الکتروسکوپ باردار است به این نتیجه می‌رسیم که رسانای یکپارچه‌ی آن و سیم اتصال و صفحه‌ی B همگی دارای بار الکتریکی همنام می‌باشند. با قرار دادن یک صفحه‌ی شیشه‌ای بین صفحه‌های A و B، مولکول‌های شیشه در این فضا قطبیده شده و تبدیل به ذراتی با قطب‌های مثبت و منفی می‌شوند. سر مثبت این مولکول‌های قطبی به سمت صفحه‌ی مخالف یعنی صفحه‌ای که دارای بار منفی است متمایل می‌شود و سر منفی آن‌ها به سمت صفحه‌ای که دارای بار مثبت است، متمایل می‌گردد. این فرآیند سبب می‌شود که نیروی جاذبه‌ای بین یک سر مولکول‌های قطبیده شده و بارهای الکتریکی ناهمنام هر یک از صفحه‌ها ایجاد شود و در نتیجه بارهای الکتریکی به سمت صفحه‌های A و B کشیده شوند. پس تراکم بارهای الکتریکی روی صفحه‌های A و B با انتقال بار الکتریکی به آن‌ها افزایش می‌یابد. صفحه‌ی A این بار اضافی را از اتصال به زمین تأمین می‌کند و صفحه‌ی B این بار اضافی را از اتصال به الکتروسکوپ تأمین می‌کند، یعنی مقداری از بار الکتریکی الکتروسکوپ به سمت صفحه‌ی B کشیده و منتقل می‌شود و در نتیجه تراکم بارهای الکتریکی روی ورقه‌های الکتروسکوپ کاهش می‌یابد که این پدیده همراه با کم شدن انحراف ورقه‌های الکتروسکوپ است.

Ⓐ **۳۱۳- گزینه‌ی ۴** بنا بر قانون کولن، نیروی کولنی بین دو بار با مجذور فاصله‌ی آن‌ها از هم نسبت وارون دارد.

$$\frac{F'}{F}=(\frac{r}{r'})^2=(\frac{3}{1})^2 \Rightarrow \frac{F'}{F}=9$$



Ⓑ **۳۱۴- گزینه‌ی ۳** هنگامی که بارهای همنام به دو کره می‌دهیم، بارها روی سطح خارجی دو کره و در دورترین نقاط قرار می‌گیرند و هنگامی که بار ناهمنام به دو کره می‌دهیم، در نزدیک‌ترین نقاط قرار می‌گیرند و فاصله‌ی بارها کم‌تر از حالت اول است. پس نیرو در این حالت (F_2) بیش‌تر از حالت اول (F_1) است.

Scanned by CamScanner

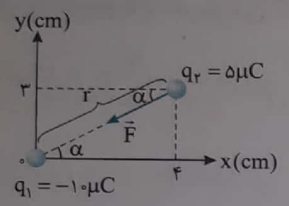
۳۱۵- گزینه‌ی ۳ در ابتدا میله‌ی باردار مثبت، در کره‌ی رسانای A بار $-۸۰nC$ و در کره‌ی رسانای C بار $+۸۰\ nC$ القا می‌کند و کره‌ی رسانای B بدون بار الکتریکی خواهد ماند. اگر در این شرایط به طور همزمان سه کره را از هم جدا کنیم، بارهای الکتریکی القا شده در آن‌ها باقی می‌ماند و پس از آن، تماس بین کره‌ها سبب تقسیم بار بین آن‌ها می‌شود. در تماس اول بین کره‌ی رسانای باردار A و کره‌ی رسانای خنثی B، بار الکتریکی ثانویه‌ی ایجاد شده در آن‌ها یکسان بوده که از قانون پایستگی بار الکتریکی به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$q'_A = q'_B \Rightarrow q_A + q_B = q'_A + q'_B \Rightarrow (-۸۰)+(۰) = q'_A + q'_A \Rightarrow q'_A = \frac{-۸۰}{۲} = -۴۰\ nC = q'_B$$

در تماس دوم بین کره‌ی رسانای باردار C و کره‌ی رسانای باردار شده‌ی B پس از تماس اول، بار الکتریکی ثانویه‌ی دیگری ایجاد شده که در دو کره یکسان است و با استفاده از قانون پایستگی بار الکتریکی به‌دست می‌آید: $q'_C = q''_B$

$$q_C + q'_B = q'_C + q''_B \Rightarrow (+۸۰)+(-۴۰) = q''_B + q''_B \Rightarrow q''_B = \frac{+۴۰}{۲} = +۲۰\ nC = q'_C$$

بنابراین پس از این دو تماس ایجاد شده بین کره‌های رسانای مشابه A، B و C، در نهایت در کره‌ی B بار الکتریکی $+۲۰nC$ ایجاد می‌شود.

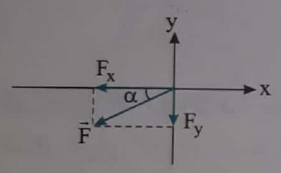


۳۱۶- گزینه‌ی ۲ بین این دو بار الکتریکی ناهمنام، نیروی جاذبه‌ی الکتریکی وجود دارد. در شکل زیر نیروی جاذبه‌ی الکتریکی وارد بر بار $q_۲$ از سوی بار الکتریکی $q_۱$ نشان داده شده است. با توجه به شکل فاصله‌ی بین این دو بار نقطه‌ای برابر خواهد شد با:

$$r = \sqrt{x^۲ + y^۲} = \sqrt{۴^۲ + ۳^۲} = ۵\ cm$$

برای محاسبه‌ی اندازه‌ی این نیرو از قانون کولن استفاده می‌کنیم:

$$F = k\frac{q_۱ q_۲}{r^۲} \Rightarrow F = \frac{۹\times۱۰^۹ \times (۱۰\times۱۰^{-۶}) \times (۵\times۱۰^{-۶})}{(۵\times۱۰^{-۲})^۲} = \frac{۴۵۰\times۱۰^{-۳}}{۲۵\times۱۰^{-۴}} = ۱۸۰N$$



برای تعیین بردار نیروی $\vec{F}$ بر حسب بردارهای یکه‌ی $\vec{i}$ و $\vec{j}$ این بردار را در یک صفحه‌ی xy دیگر رسم و به مؤلفه‌های افقی و عمودی آن تجزیه می‌کنیم:

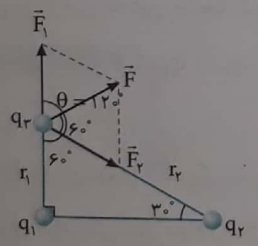
$$\cos\alpha = \frac{x}{r} = \frac{۴}{۵} \quad , \quad \sin\alpha = \frac{y}{r} = \frac{۳}{۵}$$

$\vec{F}_x$ و $\vec{F}_y$ در جهت منفی محورهای x و y هستند.

$$\begin{cases} F_x = -F\cos\alpha = -۱۸۰\times\frac{۴}{۵} = -۱۴۴\ N \\ F_y = -F\sin\alpha = -۱۸۰\times\frac{۳}{۵} = -۱۰۸\ N \end{cases} \Rightarrow \vec{F} = F_x\vec{i} + F_y\vec{j} \Rightarrow \vec{F} = -۱۴۴\vec{i} - ۱۰۸\vec{j}\ \ (N)$$

۳۱۷- گزینه‌ی ۴ در صورت سؤال نوع بارها و اندازه‌ی کره‌ها مشخص نیست بنابراین هر حالتی ممکن است رخ دهد.

۳۱۸- گزینه‌ی ۱ بار الکتریکی $q_۳$ توسط بار الکتریکی $q_۱$ دفع و توسط بار الکتریکی $q_۲$ جذب می‌شود. با توجه به شکل داریم:



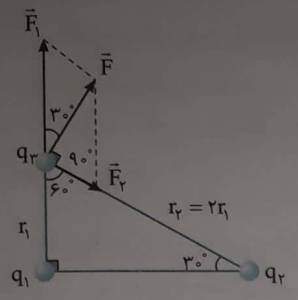
$$\sin ۳۰^\circ = \frac{r_۱}{r_۲} \Rightarrow \frac{۱}{۲} = \frac{r_۱}{r_۲} \Rightarrow r_۲ = ۲r_۱$$

از طرفی با توجه به فرض مسأله $|q_۲| = ۴q_۱$ نسبت اندازه‌ی دو نیروی $\vec{F}_۱$ و $\vec{F}_۲$ را از قانون کولن به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{F_۱}{F_۲} = \frac{\frac{kq_۱q_۳}{r_۱^۲}}{\frac{kq_۲q_۳}{r_۲^۲}} = (\frac{q_۱}{q_۲})\times(\frac{r_۲}{r_۱})^۲ \Rightarrow \frac{F_۱}{F_۲} = (\frac{q_۱}{۴q_۱})\times(\frac{۲r_۱}{r_۱})^۲ = \frac{۱}{۴}\times۴ = ۱$$

پس دو نیروی $\vec{F}_۱$ و $\vec{F}_۲$ هم‌اندازه بوده و بردار برایند آن‌ها یعنی $\vec{F}$ نیمساز زاویه‌ی بین آن‌ها $(\theta = ۱۲۰^\circ)$ خواهد بود، یعنی نیروی $\vec{F}$ با وتر مثلث قائم‌الزاویه‌ی رسم شده، زاویه‌ی $\frac{\theta}{۲} = ۶۰^\circ$ را خواهد ساخت. در نتیجه شکل نشان داده شده در گزینه‌ی (۱) پاسخ درست این مسأله است.

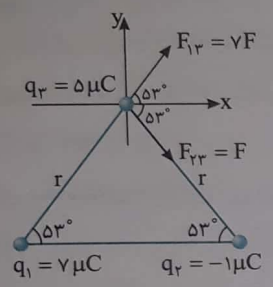
Scanned by CamScanner



۳۱۹- گزینه‌ی ۳ مطابق شکل، $\vec{F}$ را در امتداد اضلاع مثلث تجزیه می‌کنیم. خواهیم دید که نیروی بین بارهای q_1 و q_3 به صورت رانشی و نیروی بین بارهای q_2 و q_3 به صورت ربایشی است، پس نتیجه می‌گیریم که بارهای الکتریکی q_1 و q_2 ناهمنام هستند.

با توجه به متمایل بودن بردار F به سمت بردار $\vec{F}_1$ به این نتیجه می‌رسیم که اندازه‌ی نیروی $\vec{F}_1$ از اندازه‌ی نیروی $\vec{F}_2$ بزرگ‌تر است، به کمک قانون کولن رابطه‌ی زیر را بین اندازه‌ی بارهای q_1 و q_2 به‌دست می‌آوریم:

$$F_1 > F_2 \Rightarrow \frac{k|q_1||q_3|}{r_1^2} > \frac{k|q_2||q_3|}{r_2^2} \Rightarrow \frac{|q_1|}{r_1^2} > \frac{|q_2|}{(2r_1)^2} \Rightarrow \frac{|q_1|}{r_1^2} > \frac{|q_2|}{4r_1^2} \Rightarrow |q_2| < |4q_1|$$



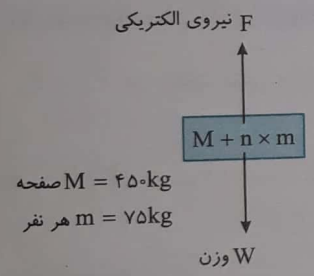
۳۲۰- گزینه‌ی ۳ اگر نیرویی که بار q_2 به بار q_3 وارد می‌کند را F در نظر بگیریم با توجه به اینکه $|\frac{q_1}{q_2}| = 7$ است نیرویی که بار q_1 به بار q_3 وارد می‌کند 7F می‌باشد:

$$F_{T_x} : F_{23}\cos 53^\circ + F_{13}\cos 53^\circ = 0/6F + 4/2F = 4/8F$$

$$F_{T_y} : F_{13}\sin 53^\circ - F_{23}\sin 53^\circ = 5/6F - 0/8F = 4/8F$$

زاویه‌ی بین بردار برآیند و محور xها خواهد شد:

$$\tan\alpha = \frac{F_{T_y}}{F_{T_x}} = \frac{4/8F}{4/8F} = 1 \Rightarrow \alpha = 45^\circ$$

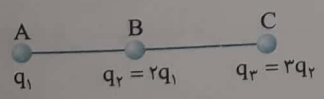


۳۲۱- گزینه‌ی ۴ اگر قرار باشد صفحه‌ی بالایی شروع به پایین آمدن کند، باید مجموع وزن حداقل نفراتی که روی آن می‌ایستند به همراه وزن صفحه‌ی بالایی بتواند هم‌اندازه یا بزرگ‌تر از نیروی دافعه‌ی الکتریکی بین بارهای همنام قرار گرفته روی صفحه‌های A و B باشد. این صفحات را با توجه به فاصله‌ی زیادشان از هم می‌توان در مقابل هم بار نقطه‌ای در نظر گرفت. اندازه‌ی این نیروی الکتریکی برابر است با:

$$F = \frac{kq_Aq_B}{r^2} = \frac{9\times10^9\times1\times1}{(1\times10^3)^2} = 9\times10^3 N$$

$$W \geq F \Rightarrow (M + n\times m)g \geq F \Rightarrow (450 + n\times75)\times10 \geq 9000 \Rightarrow 450 + n\times75 \geq 900 \Rightarrow n \geq \frac{450}{75} = 6$$

پس برای این که این صفحه شروع به حرکت رو به پایین کند، باید حداقل ۶ نفر روی آن بایستند.



۳۲۲- گزینه‌ی ۳ q_3 و q_2 را بر حسب q_1 می‌نویسیم:

$$q_3 = 3q_2 = 3\times2q_1 = 6q_1 \quad , \quad q_2 = 2q_1$$

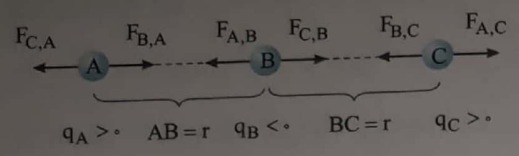
اندازه‌ی نیروی الکتریکی بین دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و q_2 یعنی F_{12}، ۴ برابر اندازه‌ی نیروی الکتریکی بین دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_2 و q_3 یعنی F_{23} است، با استفاده از قانون کولن می‌توانیم بنویسیم:

$$r_{12} = AB \quad , \quad r_{23} = BC$$

$$\frac{F_{12}}{F_{23}} = \frac{\frac{kq_1q_2}{r_{12}^2}}{\frac{kq_2q_3}{r_{23}^2}} = \frac{q_1}{q_3}\times\left(\frac{r_{23}}{r_{12}}\right)^2 \Rightarrow \frac{4F_{23}}{F_{23}} = \frac{q_1}{6q_1}\times\left(\frac{BC}{5\sqrt{6}}\right)^2 \Rightarrow 4 = \frac{1}{6}\times\frac{BC^2}{25\times6} \Rightarrow BC^2 = 3600 \Rightarrow BC = 60cm$$

Scanned by CamScanner

Ⓑ **۳۲۳- گزینه‌ی ۳** اگر بخواهیم هر سه گلوله‌ی باردار در وضعیت تعادل باقی بمانند، باید برایند نیروهای الکتریکی افقی وارد بر هر یک از آن‌ها صفر باشد. پس می‌توانیم شکل مقابل را در نظر بگیریم (با فرض این که علامت بار q_A مثبت است). سپس برای هر یک از بارهای الکتریکی، برایند نیروها را برابر صفر قرار می‌دهیم:



برای این‌که برایند نیروهای وارد بر q_A صفر باشد باید q_B و q_C ناهمنام باشد.

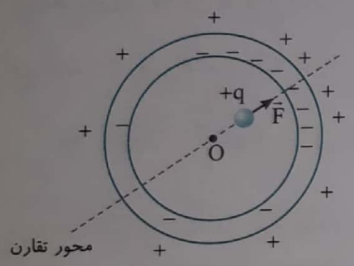
بار الکتریکی q_A : $F_{B,A} = F_{C,A} \Rightarrow \frac{kq_Bq_A}{AB^2} = \frac{kq_Cq_A}{AC^2} \Rightarrow \frac{q_B}{r^2} = \frac{q_C}{(2r)^2} \Rightarrow |q_C| = 4|q_B|$

بار الکتریکی q_B : $F_{A,B} = F_{C,B} \Rightarrow \frac{kq_Aq_B}{AB^2} = \frac{kq_Cq_B}{BC^2} \Rightarrow \frac{q_A}{r^2} = \frac{q_C}{r^2} \Rightarrow |q_A| = |q_C|$

بار الکتریکی q_C : $F_{B,C} = F_{A,C} \Rightarrow \frac{kq_Bq_C}{BC^2} = \frac{kq_Aq_C}{AC^2} \Rightarrow \frac{q_B}{r^2} = \frac{q_A}{(2r)^2} \Rightarrow |q_A| = 4|q_B|$

با توجه به علامت‌های مشخص شده برای سه بار الکتریکی A ، B و C می‌فهمیم که بارهای q_A و q_C هم‌اندازه و همنام بوده و بار الکتریکی q_B با آن‌ها ناهمنام است و رابطه‌ی $q_A = q_C = -4q_B$ برقرار است.

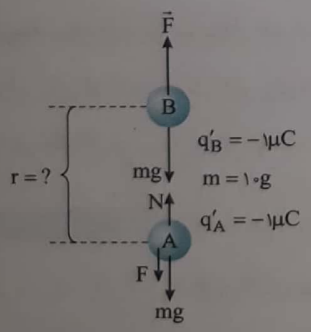
Ⓒ **۳۲۴- گزینه‌ی ۲** اگر بار الکتریکی q را مثبت فرض کنیم، وجود این بار نقطه‌ای درون یک پوسته‌ی کروی رسانای خنثی سبب القای بار الکتریکی منفی در سطح داخلی پوسته و القای بار الکتریکی مثبت در سطح خارجی پوسته می‌شود. چون بار q در مرکز این پوسته‌ی کروی قرار ندارد، توزیع بار الکتریکی القایی در کل سطح نامتقارن بوده و به شکل روبه‌رو است و با توجه به شکل بار ناهمنام با q (در قسمت نشان داده شده) به q نزدیک‌تر بوده و ربایش قوی‌تر است و نیرویی به سمت خارج در امتداد شعاع به q وارد می‌شود.



Ⓒ **۳۲۵- گزینه‌ی ۱** در ابتدا دو گلوله‌ی کوچک و رسانای مشابه دارای بار الکتریکی ناهمنام بوده، پس یک‌دیگر را جذب می‌کنند، پس از تماس با یک‌دیگر بار آن‌ها همنام و هم‌اندازه می‌شود. بار الکتریکی ثانویه‌ی هر یک از این گلوله‌ها را می‌توانیم با استفاده از قانون پایستگی بار الکتریکی تعیین کنیم:

$$q'_A + q'_B = q_A + q_B \Rightarrow q'_A + q'_B = (-4) + (+2) \Rightarrow 2q'_A = -2 \Rightarrow q'_A = -1\mu C \Rightarrow q'_B = -1\mu C$$

پس از این دو گلوله‌ی سبک فلزی بر اثر نیروی دافعه‌ی بین بارهای الکتریکی همنام و منفی ایجاد شده، یک‌دیگر را دفع کرده و از هم جدا می‌شوند تا جایی که برایند نیروهای وارد بر هر یک از آن‌ها صفر شود. در این شرایط برای گلوله‌ی بالایی، یعنی B باید نیروی دافعه‌ی الکتریکی، نیروی وزن را خنثی کند، اما برای توقف A باید A به کف استوانه رسیده باشد و نیروی عمودی تکیه‌گاه با مجموع نیروی وزن A و دافعه‌ی الکتریکی برابر شود. پس با در نظر گرفتن شکل روبه‌رو می‌توانیم محاسبات زیر را انجام دهیم:

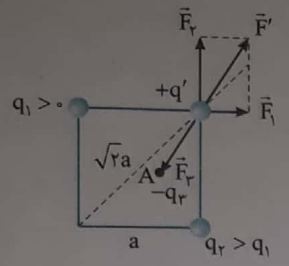


برای گلوله‌ی B : $F_T = 0 \Rightarrow F - mg = 0 \Rightarrow F = \frac{kq'_Aq'_B}{r^2} = mg$

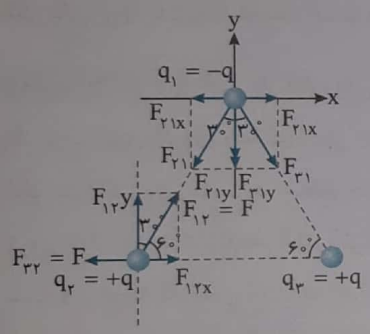
$$\Rightarrow \frac{9\times10^9 \times (1\times10^{-6}) \times (1\times10^{-6})}{r^2} = (10\times10^{-3})\times10 \Rightarrow r^2 = 9\times10^{-2}$$

$$\Rightarrow r = 3\times10^{-1} m = 30\,cm$$

Scanned by CamScanner



Ⓒ **۳۲۶- گزینه‌ی ۱** نیروهای وارد بر بار الکتریکی q' را که از سوی بارهای الکتریکی q_1 و q_2 بر آن وارد می‌شود، رسم می‌کنیم. با فرض این که بار q' مثبت باشد، نیروهای $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ به صورت دافعه ظاهر شده و با توجه به یکسان بودن فاصله‌ی بارهای q_1 و q_2 تا بار q' و مقدار این دو بار نتیجه می‌گیریم که اندازه‌ی $\vec{F}_2$ از اندازه‌ی $\vec{F}_1$ بزرگ‌تر است. اگر برایند دو نیروی $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ را نیروی $\vec{F}'$ در نظر بگیریم، این نیرو به سمت نیروی بزرگ‌تر ($\vec{F}_2$) متمایل بوده و در راستای قطر مربع نخواهد بود. پس اگر بخواهیم بار q' در حال تعادل باشد، باید نیرویی همانند $\vec{F}_3$ وجود داشته باشد که در خلاف جهت $\vec{F}'$ باشد و با آن زاویه‌ی 180° بسازد. پس نتیجه می‌گیریم که اگر بار الکتریکی از نوع منفی درون مربع و در نقطه‌ی A قرار گیرد، می‌تواند نیرویی خلاف جهت $\vec{F}'$ به بار $+q'$ وارد کند.



Ⓐ **۳۲۷- گزینه‌ی ۱** نیروهای وارد بر بار $q_1 = -q$ را رسم کرده این نیروها هم اندازه هستند. نیروها را روی محور x و y تجزیه می‌کنیم F_{21x} و F_{31x} برابر هستند و یکدیگر را خنثی می‌کنند و نیروی خالص وارد بر بار q_1 توسط دو بار q_2 و q_3 خواهد شد:

$$F_1 = F_{21y} + F_{31y} = F\cos 30^\circ + F\cos 30^\circ = 2F\cos 30^\circ,\ F_1 = 2F \times \frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3}F \quad (1)$$

نیروهای وارد بر q_2 را رسم کرده و تجزیه می‌کنیم.

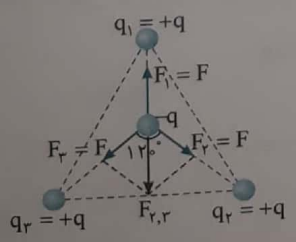
$$F_2 = \sqrt{(F_{12y})^2 + (F_{32} - F_{12x})^2} \Rightarrow F_2 = \sqrt{F^2 \sin^2 60^\circ + (F - F\cos 60^\circ)^2}$$

$$F_2 = \sqrt{F^2(\frac{\sqrt{3}}{2})^2 + (F - \frac{F}{2})^2} = \sqrt{\frac{3}{4}F^2 + \frac{1}{4}F^2} = F \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)} \frac{F_1}{F_2} = \frac{\sqrt{3}F}{F} = \sqrt{3}$$

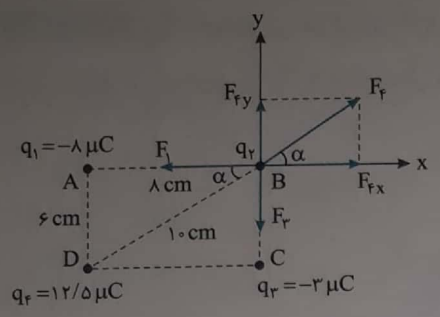
با توجه به حل مسأله برای دو بردار هم‌اندازه می‌توان به نتیجه زیر رسید.

نتیجه: زاویه‌ی بین دو بردار هم اندازه 60° باشد، اندازه بردار حاصل‌جمع (برایند)، $\sqrt{3}$ برابر یکی از آن‌ها است. اگر زاویه‌ی بین دو بردار هم‌اندازه 120° باشد، اندازه بردار برایند با هر یک از دو بردار برابر است.



Ⓐ **۳۲۸- گزینه‌ی ۴** فاصله سه بار $+q$ تا بار $-q$ یکسان است از این رو نیروهایی که این سه بار بر بار $-q$ وارد می‌کنند هم‌اندازه هستند و زاویه‌ی بین هر دو تا از آن‌ها 120° است، بنابراین برایند F_2 و F_3 با توجه به نتیجه مسأله قبلی هم اندازه هر یک از آن‌ها است $(F_{2,3} = F)$ و در خلاف جهت بردار $F_1 = F$ است بنابراین نیروی خالص وارد بر بار $-q$ صفر است.

Scanned by CamScanner



۳۲۹- گزینه‌ی ۳ ابتدا فاصله‌ی BD را به‌دست می‌آوریم:

$$BD^۲=AB^۲+AD^۲=۸^۲+۶^۲\Rightarrow BD=۱۰\,cm$$

سپس نیروهای وارد بر بار $q_۲$ توسط تک‌تک بارهای $q_۱$، $q_۳$ و $q_۴$ را رسم کرده و مقدار آن‌ها را حساب می‌کنیم:

$$F_۱=k\frac{q_۱q_۲}{r^۲}\Rightarrow F_۱=۹\times۱۰^۹\times\frac{۸\times۱۰^{-۶}\times۸\times۱۰^{-۶}}{(۸\times۱۰^{-۲})^۲}\Rightarrow F_۱=۹۰\,N$$

$$F_۳=k\frac{q_۲q_۳}{r^۲}\Rightarrow F_۳=۹\times۱۰^۹\times\frac{۸\times۱۰^{-۶}\times۳\times۱۰^{-۶}}{(۶\times۱۰^{-۲})^۲}\Rightarrow F_۳=۶۰\,N$$

$$F_۴=k\frac{q_۲q_۴}{r^۲}\Rightarrow F_۴=۹\times۱۰^۹\times\frac{۱۲/۵\times۱۰^{-۶}\times۸\times۱۰^{-۶}}{(۱۰\times۱۰^{-۲})^۲}\Rightarrow F_۴=۹۰\,N$$

اکنون نیروی $F_۴$ را به دو مؤلفه‌ی عمود بر هم تجزیه می‌کنیم:

$$F_{۴y}=F_۴\sin\alpha=۹۰\times\frac{۶}{۱۰}\Rightarrow F_{۴y}=۵۴\,N$$

$$F_{۴x}=F_۴\cos\alpha=۹۰\times\frac{۸}{۱۰}\Rightarrow F_{۴x}=۷۲\,N$$

مؤلفه‌های نیروی برایند را روی محور x و y به‌دست می‌آوریم:

$$R_x=F_۱-F_{۴x}=۹۰-۷۲=۱۸\,N,\ R_y=F_۳-F_{۴y}=۶۰-۵۴=۶\,N$$

نیروی برایند وارد بر بار $q_۲$ برابر خواهد شد با:

$$R=\sqrt{۱۸^۲+۶^۲}=\sqrt{۶^۲(۳^۲+۱)}\Rightarrow R=۶\sqrt{۱۰}N$$

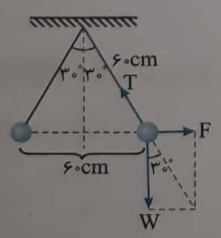
دقت کنید برایند $F_۱$ و $F_۳$ در امتداد نیروی $F_۴$ نیست.

۳۳۰- گزینه‌ی ۴ انرژی خازن برابر $\frac{۱}{۲}CV^۲$ می‌باشد چون در هر چهار حالت خازن‌ها به یک مولد وصل شده‌اند بنابراین ولتاژ در این رابطه در هر چهار حالت ثابت و برابر v می‌باشد اما زمانی انرژی ذخیره شده بیشینه است که ظرفیت خازن بیش‌ترین مقدار باشد و می‌دانیم زمانی که خازن‌ها با هم موازی‌اند $C_{eq}=C_۱+C_۲$ ظرفیت معادل از ظرفیت تک‌تک خازن‌ها بیش‌تر است بنابراین ۴۰۰μJ برای زمانی است که خازن‌ها موازی می‌باشد و اگر خازن‌ها سری بودند ظرفیت معادل $C_{eq}=\frac{C_۱C_۲}{C_۱+C_۲}$ از ظرفیت تک‌تک خازن‌ها کم‌تر می‌باشد پس کم‌ترین انرژی یعنی ۷۵μJ برای حالتی است که خازن‌ها سری می‌باشند حال اگر $C_۱>C_۲$ فرض کنیم؛ داریم:

$$V_{C_۱}=\frac{۱}{۲}C_۱V^۲=۳۰۰\times۱۰^{-۶}=۳\times۱۰^{-۴}$$

$$V_{C_۲}=\frac{۱}{۲}C_۲V^۲=۱۰۰\times۱۰^{-۶}=۱\times۱۰^{-۴}\Rightarrow\frac{۱}{۲}C_۲\times(۱۰)^۲=۱۰^{-۴}\Rightarrow C_۲=۲\times۱۰^{-۶}F=۲\mu F$$

۳۳۱- گزینه‌ی ۲ نیروهای وارد بر یکی از بارها را رسم می‌کنیم. سه نیرو بر هر بار وارد می‌شود:



۱- نیروی وزن از سوی کره‌ی زمین $W=mg$

۲- نیروی رانش الکتریکی بین دو بار $F=k\frac{q_۱q_۲}{r^۲}$

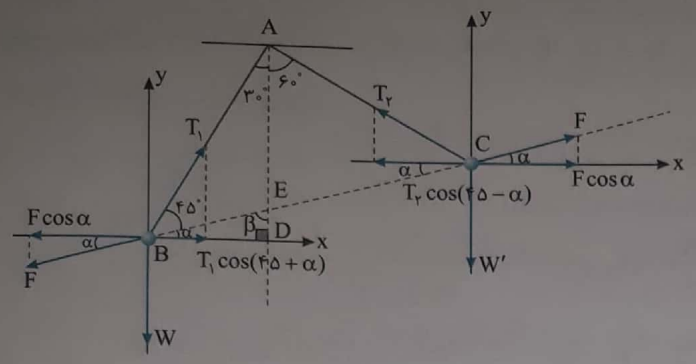
۳- نیرویی که ریسمان بر بار وارد می‌کند و آن را با T نمایش می‌دهیم.

برایند این سه نیرو باید صفر شود. با توجه به شکل می‌توان نوشت:

$$\tan ۳۰^\circ=\frac{F}{W}\Rightarrow\frac{\sqrt{۳}}{۳}=۹\times۱۰^۹\times\frac{۸\times۱۰^{-۶}\times۸\times۱۰^{-۶}}{W\times(۶۰\times۱۰^{-۲})^۲}\Rightarrow W=۱/۶\sqrt{۳}N$$

Scanned by CamScanner

Ⓒ **۳۳۲- گزینه‌ی ۳** زاویه‌ی بین دو نیروی F با محور xها، α است. مثلث ABC متساوی‌الساقین است، پس زاویه‌ی بین T_1 با خط واصل دو بار و زاویه‌ی بین T_2 با خط واصل دو بار 45° است.



با توجه به شکل می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} F\cos\alpha = T_1\cos(45+\alpha) \\ F\cos\alpha = T_2\cos(45-\alpha) \end{cases} \Rightarrow T_1\cos(45+\alpha) = T_2\cos(45-\alpha)$$

اکنون باید زاویه‌ی α را به‌دست آوریم. زاویه‌ی β، زاویه‌ی خارجی مثلث ABE است، پس:

$$\beta = 45+30 = 75^\circ$$

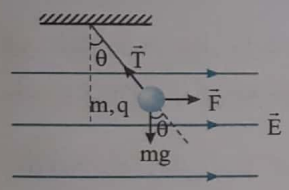
در مثلث BED داریم:

$$\alpha+\beta+90=180 \Rightarrow \alpha+75+90=180^\circ \Rightarrow \alpha=15^\circ$$

اکنون α را جایگزین می‌کنیم:

$$T_1\cos(45+15) = T_2\cos(45-15) \Rightarrow T_1\times\frac{1}{2} = T_2\times\frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2}=\sqrt{3}$$

Ⓑ **۳۳۳- گزینه‌ی ۲** شکل مقابل را در نظر می‌گیریم و با توجه به آن از رابطه‌ی زیر استفاده می‌کنیم:



$$\tan\theta = \frac{|q|E}{mg}$$

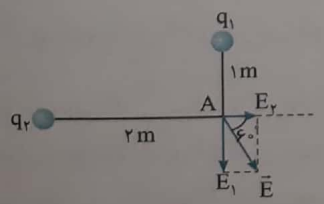
برای آونگ‌های الکتریکی A و B اطلاعات زیر را در اختیار داریم:

$$\theta_A = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ \quad , \quad \theta_B = 90^\circ - 60^\circ = 30^\circ \quad , \quad |q_A| = 4\mu C \quad , \quad |q_B| = 2\mu C$$

$$E_A = E_B = E = 2\times10^5\,\frac{N}{C} \quad , \quad \frac{m_A}{m_B} = ?$$

$$\frac{\tan\theta_A}{\tan\theta_B} = \frac{\dfrac{|q_A|E_A}{m_A g}}{\dfrac{|q_B|E_B}{m_B g}} \Rightarrow \frac{\tan 60^\circ}{\tan 30^\circ} = \frac{\sqrt{3}}{\frac{\sqrt{3}}{3}} = 3 = \frac{4\times10^{-6}}{2\times10^{-6}}\times\frac{m_B}{m_A} \Rightarrow 3 = 2\times\frac{m_B}{m_A} \Rightarrow \frac{m_A}{m_B} = \frac{2}{3}$$

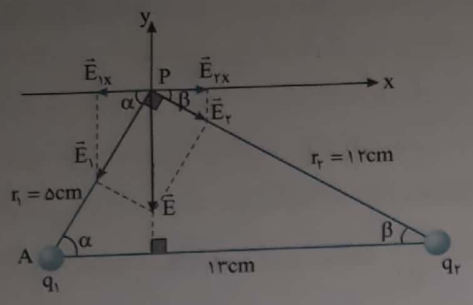
Ⓑ **۳۳۴- گزینه‌ی ۱** با توجه به جهت بردار $\vec{E}$ باید میدان E_1 و E_2 در نقطه‌ی A به صورت زیر باشد. بنابراین:



$$\tan 60^\circ = \frac{E_1}{E_2} \Rightarrow \sqrt{3} = \frac{k\frac{q_1}{r_1^2}}{k\frac{q_2}{r_2^2}} \Rightarrow \sqrt{3} = \frac{q_1}{\frac{q_2}{4}} \Rightarrow \frac{q_1}{q_2} = \frac{\sqrt{3}}{4}$$

Scanned by CamScanner

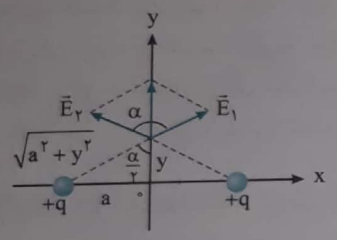
۳۳۵- گزینه‌ی ۳ (B) میدان الکتریکی $\vec{E}$ را در راستای اضلاع PA و PB مثلث قائم‌الزاویه‌ی ABP تجزیه می‌کنیم تا بردارهای میدان الکتریکی $\vec{E}_1$ و $\vec{E}_2$ مشخص شوند. با توجه به جهت‌های تعیین شده برای میدان‌های الکتریکی $\vec{E}_1$ و $\vec{E}_2$ به این نتیجه می‌رسیم که هر دو بار الکتریکی q_1 و q_2 از نوع منفی می‌باشند. چون میدان الکتریکی خالص در رأس P، در راستای قائم (محور y ها) است، نتیجه می‌گیریم که مؤلفه‌های افقی میدان‌های الکتریکی $\vec{E}_1$ و $\vec{E}_2$ در نقطه‌ی P خلاف جهت هم بوده و یک‌دیگر را خنثی کرده‌اند. بنابراین:



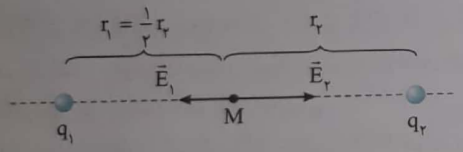
در نقطه‌ی P : $E_x = 0 \Rightarrow E_{2x} - E_{1x} = 0 \Rightarrow E_{2x} = E_{1x}$

$$\begin{cases} E_{1x} = E_1 \cos\alpha = \dfrac{kq_1}{r_1^2} \times \cos\alpha = \dfrac{kq_1}{5^2} \times \dfrac{5}{13} = \dfrac{kq_1}{5\times 13} \\ E_{2x} = E_2 \cos\beta = \dfrac{kq_2}{r_2^2} \times \cos\beta = \dfrac{kq_2}{12^2} \times \dfrac{12}{13} = \dfrac{kq_2}{12\times 13} \end{cases} \Rightarrow \frac{kq_2}{12\times 13} = \frac{kq_1}{5\times 13} \Rightarrow \frac{q_2}{q_1} = \frac{12}{5} \Rightarrow |q_2| > |q_1|$$

۳۳۶- گزینه‌ی ۱ (C) میدان الکتریکی در نقطه‌ی O وسط خط واصل دو بار صفر است. ضمناً میدان روی محور y در فاصله‌ی خیلی دور ($r \to -\infty$ یا $r \to +\infty$) نیز صفر است، ولی روی محور y در نقطه‌ای دلخواه به فاصله‌ی r میدان صفر نیست. پس از منفی بی‌نهایت به سمت O ابتدا میدان صفر بوده و افزایش می‌یابد سپس با نزدیک شدن به نقطه‌ی O به صفر می‌رسد یعنی کاهش می‌یابد. سپس با دور شدن از O میدان مجدداً افزایش می‌یابد و با نزدیک شدن به مثبت بی‌نهایت مجدداً به صفر می‌رسد یعنی کاهش می‌یابد.



۳۳۷- گزینه‌ی ۲ (B) برای میدان‌های الکتریکی حاصل از بارهای نقطه‌ای q_1 و q_2 در نقطه‌ی M معادله‌های برداری زیر را می‌نویسیم:



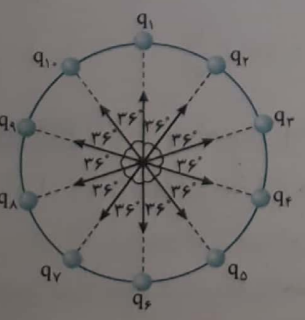
$$\begin{cases} \text{حالت اول}: \vec{E}_M = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = \vec{E} \\ \text{حالت دوم}: q_2 = 0 \Rightarrow \vec{E}_2 = 0 \Rightarrow \vec{E}'_M = \vec{E}_1 = -0/8\vec{E} \text{ خنثی شده} \end{cases}$$

$$\Rightarrow -0/8\vec{E} + \vec{E}_2 = \vec{E} \Rightarrow \vec{E}_2 = 1/8\vec{E}$$

چون بردارهای میدان الکتریکی $\vec{E}_1$ و $\vec{E}_2$ در نقطه‌ی M که بین دو بار نقطه‌ای قرار دارد، در خلاف جهت یک‌دیگر هستند به این نتیجه می‌رسیم که بارهای الکتریکی q_1 و q_2 همنام بوده و داریم:

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{\dfrac{kq_2}{r_2^2}}{\dfrac{kq_1}{r_1^2}} \Rightarrow \frac{1/8E}{0/8E} = \left(\frac{q_2}{q_1}\right) \times \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \Rightarrow \frac{1/8}{0/8} = \left(\frac{q_2}{q_1}\right) \times \left(\frac{1}{2}\right)^2 \Rightarrow \frac{9}{4} = \left(\frac{q_2}{q_1}\right) \times \frac{1}{4} \Rightarrow \left|\frac{q_2}{q_1}\right| = 9 \Rightarrow \frac{q_2}{q_1} = 9 \Rightarrow q_2 = 9q_1$$

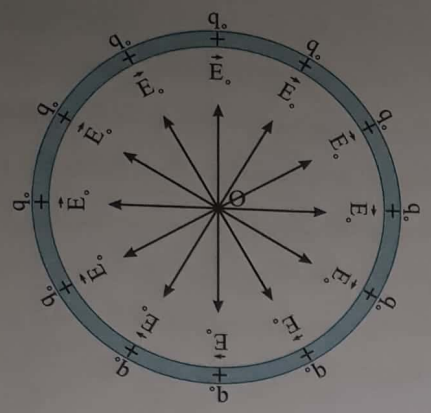
۳۳۸- گزینه‌ی ۱ (A) میدان الکتریکی این بارهای نقطه‌ای را در مرکز دایره رسم می‌کنیم. چون فاصله‌ی بین هر دو بار الکتریکی مجاور روی محیط دایره یکسان است، بردارهای میدان الکتریکی، دو به دو در خلاف جهت هم قرار می‌گیرند.



$$\begin{cases} r_1 = r_2 = \cdots = r_{10} = R = 60cm \\ |q_1| = |q_2| = \cdots = |q_{10}| = 40\mu C = q \end{cases} \Rightarrow E_1 = E_2 = \cdots = E_{10} = \frac{kq}{R^2}$$

پس تمامی این میدان‌ها هم‌اندازه هستند و چون دو به دو یک‌دیگر را خنثی می‌کنند نتیجه می‌گیریم میدان الکتریکی خالص در مرکز این دایره صفر است.

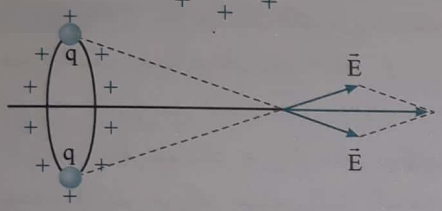
Scanned by CamScanner



Ⓑ **۳۳۹- گزینه‌ی ۳** چون سیم رسانا و نازک را به صورت یک حلقه‌ی دایره‌ای شکل و متقارن درآورده‌ایم، پس از باردار کردن این حلقه بار الکتریکی $+10\mu C$ به صورت بارهای الکتریکی بسیار کوچک $+q_0$ و به‌طور یکنواخت و متقارن روی این حلقه توزیع می‌شود. پس میدان‌های الکتریکی حاصل از این بارهای الکتریکی q_0 نیز در مرکز دایره به صورت متقارن و در خلاف جهت یک‌دیگر قرار گرفته‌اند و چون اندازه‌ی همه‌ی آن‌ها با هم برابر و مساوی $E_0=\frac{kq_0}{R^2}$ است، برایند هر دو میدان قرار گرفته در یک راستا صفر بوده و برایند کل میدان‌های الکتریکی نیز صفر خواهد بود.

Ⓑ **۳۴۰- گزینه‌ی ۳** به دلیل تقارن، تمام میدان‌ها در مرکز حلقه یک‌دیگر را خنثی می‌کنند و برآیند میدان‌ها در مرکز حلقه صفر است.

برای هر دو نقطه‌ی متقارن از حلقه که در مقابل هم قرار دارند و دارای بار یکسان کوچک q هستند، میدان را رسم می‌کنیم. مشاهده می‌شود که برایند این دو میدان روی محور حلقه قرار می‌گیرد. حال اگر برای هر دو نقطه‌ی متقارن این کار را انجام دهیم و میدان برآیند را به‌دست آوریم، میدان کل منطبق بر محور حلقه خواهد شد. از این رو از مرکز که میدان در آن صفر است تا بی‌نهایت دور که مجدداً میدان صفر می‌شود، ابتدا میدان افزایش و سپس کاهش یافته است.

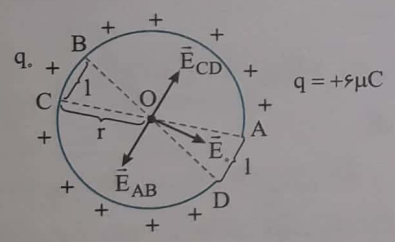


Ⓒ **۳۴۱- گزینه‌ی ۲** ابتدا طول شکاف باریکی را که در محیط این دایره با حلقه کردن سیم فلزی ایجاد می‌شود، به صورت زیر به‌دست می‌آوریم:

طول سیم : $L=18\,cm$ ، شعاع دایره : $r=3cm$

$l=2\pi r-L=2\times3/14\times3-18=18/84-18=0/84\,cm$

بار الکتریکی داده شده به این سیم نازک فلزی حلقه شده به صورت یکنواخت در سراسر طول آن پخش می‌شود، به گونه‌ای که می‌توانیم شکل زیر را برای بار الکتریکی توزیع شده در نظر بگیریم:



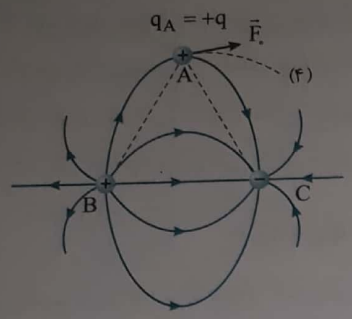
با توجه به تقارن کمان AB و کمان CD، میدان‌های الکتریکی این دو قسمت در نقطه‌ی O هم‌اندازه و در خلاف جهت می‌باشند و یک‌دیگر را خنثی می‌کنند و تنها میدان الکتریکی حاصل از کمان BC که طولی برابر l دارد باقی می‌ماند. اگر برای این قسمت کوچک از محیط دایره بار الکتریکی q_0 را در نظر بگیریم، با فرض این که بار q_0 نقطه‌ای است می‌توانیم اندازه‌ی میدان الکتریکی آن را در نقطه‌ی O محاسبه کرده و به عنوان اندازه‌ی میدان الکتریکی برایند در مرکز حلقه بپذیریم:

$$\frac{6\mu C}{18cm}=\frac{q_0}{\overset{\frown}{BC}}\xrightarrow{\overset{\frown}{BC}=l=0/84cm}\frac{6}{18}=\frac{q_0}{0/84}\Rightarrow q_0=\frac{6\times0/84}{18}=0/28\,\mu C$$

$$E_0=\frac{kq_0}{r^2}\Rightarrow E_0=\frac{9\times10^9\times(0/28\times10^{-6})}{(3\times10^{-2})^2}=2/8\times10^6\,\frac{N}{C}$$

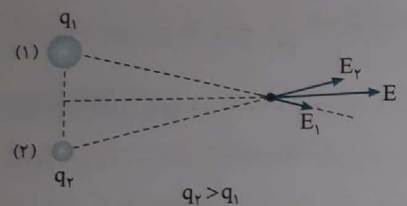
Ⓐ **۳۴۲- گزینه‌ی ۱** اگر بخواهیم بار $+q$ در امتداد خطی از خطوط میدان الکتریکی حرکت کند، باید این خط میدان الکتریکی مستقیم باشد و بار $+q$ را روی این خط قرار دهیم و رها کنیم تا بدون سرعت اولیه در مسیری مستقیم حرکت کند. توجه کنید که هیچ لزومی ندارد که راستای سرعت (حرکت) و راستای شتاب (نیرو) در طی حرکت بر هم منطبق باشند و اگر بخواهیم این راستاها بر هم منطبق شوند تا حرکت مستقیم‌الخط شود، باید جهت نیرو ثابت و هم‌جهت با سرعت اولیه‌ی جسم باقی بماند.

Scanned by CamScanner

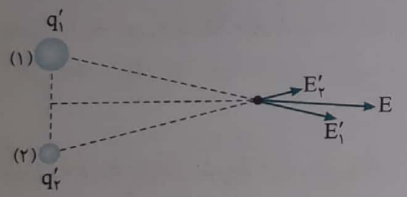


۳۴۳- گزینه‌ی ۴ خطـوط میدان الکتریکی را برای بارهای الکتریکی واقع در نقاط B و C ، در فضـای اطراف آن‌ها رسـم می‌کنیم. در ابتدا بر بـار الکتریکی واقع در نقطه‌ی A نیروی الکتریکی $(\vec{F}_0)$ مماس و هم‌جهت با خط میدان الکتریکی گذرنده از آن نقطه وارد می‌شود و سبب شروع حرکت بار الکتریکی q_A به سمت راست می‌شود. با جابه‌جایی بار q_A به سـمت نقاط دیگر جهت خطوط میـدان الکتریکی و بردار میدان الکتریکی تغییر کرده و به سمت پایین می‌آید، پس جهت نیروی الکتریکی وارد بر بار الکتریکی q_A نیز رفته رفته تغییر کرده و به سمت پایین می‌آید. بنابراین انتظار داریم بار q_A روی مسیر منحنی شکل منطبق بر مسیر (۴) حرکت کند و به سمت پایین منحرف شود.

۳۴۴- گزینه‌ی ۲ ابتدا به شکل دقت کنید.



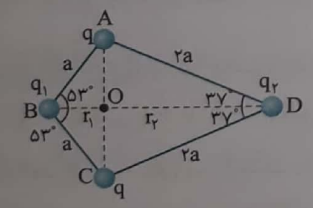
$q_2 > q_1$



$q'_1 > q'_2$

میدان‌های ناشـی از دو کره‌ی باردار باید مطابق شـکل روبه‌رو باشـد تـا بردار میدان الکتریکی به صورت شکل مسأله باشد. در این صورت بار کره‌ی کوچک‌تر از بار کره‌ی بزرگ‌تر بیش‌تر است و بار هر دو کره مثبت است. وقتی کره‌ها را با هم تماس می‌دهیم، بار آن‌قدر بین دو کره جابه‌جا می‌شـود تا پتانسـیل کره‌ها برابر شـود. در این صورت مقداری از بار کره‌ی کوچک‌تر به کره‌ی بزرگ‌تر منتقل می‌شـود و بار کره‌ی بزرگ‌تر از بار کره‌ی کوچک‌تر بیش‌تر خواهد شد و شکل میدان به صورت زیر خواهد بود:

۳۴۵- گزینه‌ی ۳ بارهایی که در رأس‌های A و C قرار گرفته‌اند با هم برابر و فاصله‌ی نقطه‌ی O تا A و O تا C با هم یکسان است.



بنابرایـن انـدازه‌ی میدان حاصل از آن‌ها در نقطه‌ی O بـا هم برابر و خلاف جهت هم است و میدان خالص حاصل از این دو بار در نقطه‌ی O برابر صفر است.

میـدان حاصـل از بارهایی که در نقاط D و B قرار دارند، خلاف جهت هم بوده و برای اینکه میدان خالص این دو بار نیز در نقطه‌ی O صفر شود باید اندازه‌ی آن‌ها نیز با هم برابر باشد

$$E_{DO} = k\frac{q_2}{r_2^2} = \frac{kq_2}{(2a\cos 37^\circ)^2} = \frac{kq_2}{4a^2\times(0/8)^2} = \frac{kq_2}{4a^2\times 0/64}$$

$$E_{BO} = k\frac{q_1}{r_1^2} = \frac{kq_1}{(a\cos 53^\circ)} = \frac{kq_1}{a^2\times(0/6)^2} = \frac{kq_1}{a^2\times 0/36}$$

$$E_{DO} = E_{BO} \Rightarrow \frac{kq_2}{4a^2\times 0/64} = \frac{kq_1}{a^2\times 0/36} \Rightarrow \frac{q_1}{q_2} = \frac{0/36}{4\times 0/64} = \frac{9}{64}$$

Scanned by CamScanner

Ⓑ **۳۴۶- گزینه‌ی ۴** از شکل اولیه‌ی خطوط میدان الکتریکی می‌فهمیم بار الکتریکی اولیه‌ی کره‌ی A از نوع مثبت و بار الکتریکی کره‌ی B از نوع منفی می‌باشد. همچنین برای کره‌ی B تراکم خطوط میدان الکتریکی بیش‌تر و انحنای خطوط میدان الکتریکی کم‌تری نسبت به کره‌ی A می‌بینیم که نشان‌دهنده‌ی آن است که اندازه‌ی بار الکتریکی کره‌ی B از اندازه‌ی بار الکتریکی کره‌ی A بیش‌تر است.

اگر دو کره‌ی باردار را با هم تماس دهیم، طبق قانون پایستگی بار الکتریکی و نتیجه‌گیری‌های انجام شده، انتظار داریم بار الکتریکی هر دو کره هم‌اندازه و از نوع منفی شود:

$$q_A > 0 \ , \ q_B < 0 \ , \ |q_B| > |q_A|$$

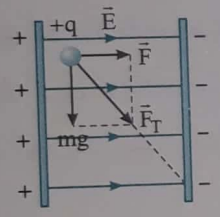
$$q'_A = q'_B \ , \ q'_A + q'_B = q_A + q_B < 0 \Rightarrow q'_A = q'_B < 0$$

در حالت دوم خطوط میدان الکتریکی برای دو کره‌ی مشابه A و B که دارای بار الکتریکی هم‌اندازه و منفی می‌باشند به صورت متقارن و به سمت داخل بارهای الکتریکی رسم می‌شود.

Ⓐ **۳۴۷- گزینه‌ی ۴** با وجود شش بار الکتریکی، میدان در مرکز دایره صفر است.

برایند میدان الکتریکی ۵ بار، هم‌اندازه‌ی میدان الکتریکی بار ششم و در خلاف جهت آن است. پس میدان برابر $E = k\frac{q}{r^2}$ است.

Ⓒ **۳۴۸- گزینه‌ی ۳** در فضای بین این دو صفحه‌ی رسانا و موازی، میدان الکتریکی یکنواختی به سمت راست ایجاد می‌شود. به ذره‌ی باردار $+q$، نیروی ثابت وزن که به سمت پایین است و نیروی الکتریکی ثابتی که به سمت راست است وارد می‌شود.



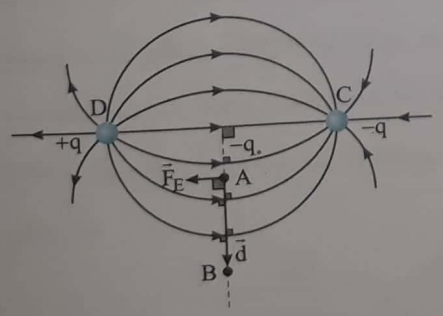
پس برآیند نیروهای وارد بر این ذره مطابق شکل روبه‌رو است:

$q > 0 \Rightarrow$ $\vec{F}$ و $\vec{E}$ هم‌جهت

$$\vec{F}_T = \vec{F} + m\vec{g}$$

چون به ذره‌ی باردار، نیروهای ثابت mg و F وارد می‌شوند، بنابراین برایند نیروهای وارد بر آن نیز ثابت بوده و همواره برابر $\vec{F}_T$ باقی می‌ماند. با توجه به این که ذره را در این فضا بدون سرعت اولیه رها کرده‌ایم، پس ذره روی مسیر مستقیم و در جهت برآیند نیروها $(\vec{F}_T)$ به سمت صفحه‌ی منفی حرکت می‌کند.

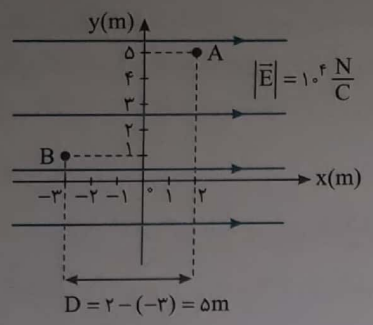
Ⓑ **۳۴۹- گزینه‌ی ۳** ابتدا خطوط میدان الکتریکی را برای این دو قطبی الکتریکی (بارهای الکتریکی $+q$ و $-q$) مطابق شکل روبه‌رو رسم می‌کنیم:



همان‌طور که از شکل پیدا است به دلیل تقارن موجود در میدان الکتریکی، خطوط میدان بر عمودمنصف پاره‌خط CD عمود می‌باشند. پس انتظار داریم که نیروی الکتریکی وارد بر بار آزمون $(-q_0)$ در طی انتقال آن از نقطه‌ی A به نقطه‌ی B، بر راستای جابه‌جایی $(\vec{d})$ عمود باشد و طبق رابطه‌ی $W_E = F_E d \cos 90^\circ$ کاری توسط نیروی میدان الکتریکی انجام نمی‌شود، پس $W_{AB} = 0$ است.

Ⓑ **۳۵۰- گزینه‌ی ۲** می‌دانیم که در جهت میدان الکتریکی پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد و اگر بین دو نقطه پتانسیل الکتریکی تغییری نکرد، جابه‌جایی و مسیر بین آن دو نقطه بر میدان الکتریکی عمود است. با توجه به مقدارهای پتانسیل الکتریکی بیان شده برای نقاط می‌فهمیم که میدان الکتریکی بر محور y عمود بوده، یعنی در راستای محور x است و از طرف دیگر جهت آن خلاف جهت محور xها است.

Scanned by CamScanner



۳۵۱- گزینه‌ی ۱ موقعیت‌های نقاط A و B با توجه به دستگاه مختصات، در میدان الکتریکی یکنواخت مورد نظر نشان داده شده است. با حرکت در جهت میدان الکتریکی و خطوط میدان از نقطه‌ی B به سمت نقطه‌ی A پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد. به کمک رابطه‌ی $|\Delta V| = ED$ اختلاف پتانسیل الکتریکی $V_A - V_B$ را به صورت زیر تعیین می‌کنیم:

$$|\Delta V| = ED \xrightarrow[\text{میدان}]{\text{در جهت}} V_A - V_B = -ED$$

$$\Rightarrow V_A - V_B = -۱۰^۴ \times ۵ = -۵\times ۱۰^۴ V$$

۳۵۲- گزینه‌ی ۲ با حرکت در جهت میدان الکتریکی و خطوط میدان الکتریکی پتانسیل الکتریکی نقاط کاهش می‌یابند، چون پتانسیل الکتریکی نقطه‌ی A ، $V_A = -۱۸ V$ کم‌تر از پتانسیل الکتریکی نقطه‌ی B ، $V_B = -۸V$ است، پس میدان الکتریکی از نقطه‌ی B به سمت نقطه‌ی A می‌باشد.

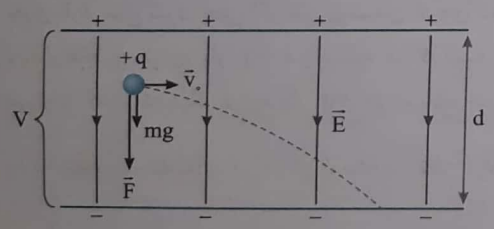
۳۵۳- گزینه‌ی ۱ با استفاده از روابط $\Delta K = -\Delta U$ و $\Delta V = \frac{\Delta U}{q}$ می‌توانیم تغییر انرژی جنبشی و سرعت این ذره‌ی باردار در نقطه‌ی B را به‌دست آوریم:

$$\Delta V = V_۲ - V_۱ = V_B - V_A = ۱۰ V , q = +۵\mu C, \Delta V = \frac{\Delta U}{q} \Rightarrow ۱۰ = \frac{\Delta U}{۵\times ۱۰^{-۶}} \Rightarrow \Delta U = ۵\times ۱۰^{-۵} J , \Delta K = -\Delta U = -۵\times ۱۰^{-۵} J$$

$$m = ۲ mg = ۲\times ۱۰^{-۶} kg \quad , \quad v_۱ = v_A = ۵\sqrt{۶}\frac{m}{s} \quad , \quad v_۲ = v_B = ?$$

$$\Delta K = K_۲ - K_۱ \Rightarrow \Delta K = \frac{۱}{۲} m(v_۲^۲ - v_۱^۲) \Rightarrow -۵\times ۱۰^{-۵} = \frac{۱}{۲}\times ۲\times ۱۰^{-۶} \times (v_B^۲ - (۵\sqrt{۶})^۲)$$

$$\Rightarrow -۵۰ = v_B^۲ - ۱۵۰ \Rightarrow v_B^۲ = ۱۰۰ \Rightarrow v_B = ۱۰\frac{m}{s}$$

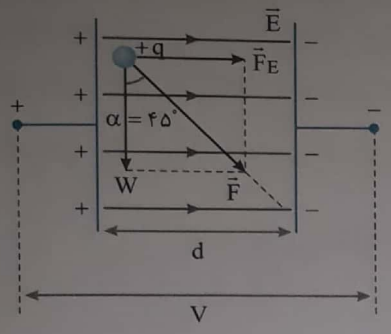


۳۵۴- گزینه‌ی ۱ نیروهای وارد بر ذره‌ی مورد نظر در فضای میدان الکتریکی یکنواخت بین صفحه‌های خازن تخت به صورت روبه‌رو است. هر قدر اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو صفحه (V) بیش‌تر شود، چون فاصله‌ی دو صفحه (d) ثابت است، طبق رابطه‌ی $V = Ed$ اندازه‌ی میدان الکتریکی بین این دو صفحه افزایش می‌یابد، از طرفی با توجه به رابطه‌ی $F = |q|E$ ، بزرگی نیروی الکتریکی وارد بر این ذره‌ی باردار مثبت که به سمت پایین و هم‌جهت با میدان الکتریکی است، نیز افزایش می‌یابد. پس برایند نیروهای الکتریکی وارد به این ذره یعنی $F_T = F + mg$ به سمت پایین بوده و اندازه‌ی آن با افزایش اختلاف پتانسیل الکتریکی، زیاد می‌شود. با توجه به سرعت افقی $\vec{v}_۰$ و روابط حرکت شتاب‌دار که می‌توان در راستای قائم در نظر گرفت، شتاب عمودی و سقوط این ذره $(a_y = \frac{F_T}{m})$ افزایش یافته و مدت زمان حرکت آن $(\Delta y = \frac{۱}{۲} a_y t^۲)$ کاهش می‌یابد و ذره زودتر به صفحه‌ی پایین برخورد می‌کند.

توجه کنید به دلیل سرعت افقی $\vec{v}_۰$ مسیر حرکت ذره در این فضا به صورت منحنی است.

Scanned by CamScanner

Ⓒ **۳۵۵- گزینه‌ی ۲** چون ذره‌ی باردار در فضای میدان الکتریکی یکنواخت بین صفحه‌های خازن تخت رها شـده، بنابراین مسیری مستقیم و در جهت برایند نیروهای وارد بر خود را طی می‌کند. در این فضا به این ذره دو نیروی ثابت، وزن (W) به سمت پایین و نیروی الکتریکی افقی (F_E) وارد می‌شـود. بزرگی میدان الکتریکی یکنواخت بین این دو صفحه برابر است با:



$$V = Ed \Rightarrow E = \frac{V}{d}$$

اندازه‌ی نیـروی الکتریکی وارد بر این بار الکتریکی در میدان الکتریکی به صورت مقابل به‌دست می‌آید:

$$F_E = Eq \Rightarrow F_E = \frac{V}{d}q$$

با توجه به زاویه‌ی انحراف مسیر حرکت ذره از راستای قائم $(\alpha = ۴۵^\circ)$ رابطه‌ی زیر را می‌توانیم بین نیروهای W و F_E به کار بریم:

$$\tan\alpha = \frac{F_E}{W} \Rightarrow \tan ۴۵^\circ = ۱ = \frac{\frac{Vq}{d}}{W} \Rightarrow \frac{Vq}{Wd} = ۱ \Rightarrow q = \frac{Wd}{V}$$

Ⓑ **۳۵۶- گزینه‌ی ۲** میدان بین دو صفحه‌ی رسانای موازی باردار، یکنواخت بوده و برابر $E = \frac{V}{d}$ است. $F = Eq = \frac{V}{d}q$

Ⓑ **۳۵۷- گزینه‌ی ۴** ابتدا اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه‌ی A و B را به‌دست می‌آوریم. چون جابه‌جایی از نقطه‌ی A به سمت نقطه‌ی B و در جهت میدان الکتریکی است، پتانسیل الکتریکی نقاط کاهش می‌یابد:

$$|\Delta V| = ED \Rightarrow \Delta V = V_B - V_A = -ED \Rightarrow \Delta V = -(۴\times۱۰^{۳})\times(۴/۵۵\times۱۰^{-۲}) = -۱۸۲\ V$$

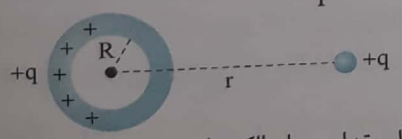
با محاسبه‌ی تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی الکترون جابه‌جا شده بین این دو نقطه و رابطه‌ی آن با تغییر انرژی جنبشی، سرعت اولیه‌ی الکترون در نقطه‌ی A را تعیین می‌کنیم:

$$q = -e = -۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C \quad , \quad v_A = v_\circ = ? \quad , \quad v_B = v = \circ \Rightarrow K = \circ \quad , \quad m = ۹/۱\times۱۰^{-۳۱}kg$$

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} = -\frac{\Delta K}{q} = -\frac{K - K_\circ}{q} \Rightarrow -۱۸۲ = -\frac{\circ - K_\circ}{-۱/۶\times۱۰^{-۱۹}} \Rightarrow K_\circ = ۱۸۲\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹}J$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{۲}\times۹/۱\times۱۰^{-۳۱}\times v_\circ^{۲} = ۱۸/۲\times۱۶\times۱۰^{-۱۹} \Rightarrow v_\circ^{۲} = ۶۴\times۱۰^{۱۲} \Rightarrow v_\circ = \sqrt{۶۴\times۱۰^{۱۲}} = ۸\times۱۰^{۶}\ \frac{m}{s}$$

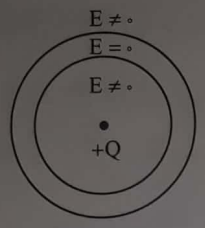
Ⓑ **۳۵۸- گزینه‌ی ۴** بار الکتریکی خالص پوسـته‌ی کروی رسـانا همواره در سـطح خارجی آن قرار گرفته و هرگز در سطح داخلی آن باری قرار نمی‌گیرد، حتی اگر این پوسته‌ی کروی تحت القای بار الکتریکی باشد. وجود بار q+ در بیرون این پوسته‌ی کروی رسانای باردار فقط بر توزیع بار q+ در پوسته اثر گذاشته و سبب دفع آن‌ها به سمت دیگر پوسته می‌شود. پس با در نظر گرفتن شکل زیر می‌توان گفت که دیگر توزیع بار q+ در سـطح خارجی پوسـته‌ی کروی در حضور بار q+ یکنواخت نبوده و دیگر نمی‌توان بار q+ را به عنوان بار نقطه‌ای در مرکز پوسته در نظر گرفت و بر مبنای آن قانون کولن را به صورت $F = \frac{kq^{۲}}{r^{۲}}$ نوشت.



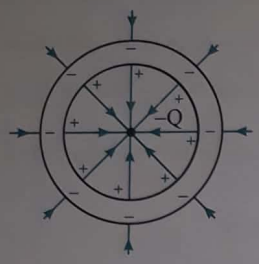
توجه کنید ممکن است بار الکتریکی q+ در سمت راست سطح بیرونی پوسته‌ی کروی رسانا، مقداری بار الکتریکی منفی القا کند که ما از نمایش این بار منفی چشم‌پوشی کرده‌ایم.

Ⓑ **۳۵۹- گزینه‌ی ۴** بار الکتریکی داده شـده به این جسـم رسانا روی سطح خارجی آن پخش شده و به تعادل می‌رسد. در این شرایط میدان الکتریکی بر سطح رسانا عمود بوده و سطح رسانا، یک سطح هم‌پتانسیل می‌باشد، به گونه‌ای که اختلاف پتانسیل الکتریکی بین تمامی نقاط آن صفر است. حال اگر هر بار دلخواهی مانند q را بین دو نقطه‌ی این سطح مانند نقاط A و B جابه‌جا کنیم، چون نیروی حاصل از میدان الکتریکی بر جابه‌جایی و سـطح عمود بوده، کاری توسـط نیروی الکتریکی یا عامل خارجی انجام نمی‌شود و کار صفر است. توجه کنید که تفاوت تراکم بار الکتریکی در نقاط نوک‌تیز با سایر نقاط هیچ تأثیری بر مقدار این کار ندارد و به طور کلی کار در یک سطح هم‌پتانسیل صفر است.

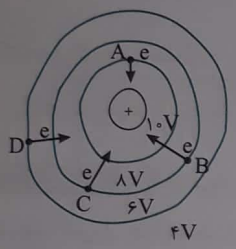
Scanned by CamScanner



Ⓑ **۳۶۰- گزینه‌ی ۳** میدان الکتریکی درون رسانا صفر است. در این صورت در قسمت فلزی پوسته، میدان الکتریکی صفر است. اما به دلیل القای الکتریکی سطح درونی و بیرونی کره باردار شده و میدان درون پوسته $(r<R_i)$ و در بیرون پوسته $(r>R_o)$ مخالف صفر و در فلز پوسته $(R_i<r<R_o)$ صفر است.



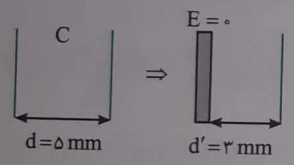
Ⓑ **۳۶۱- گزینه‌ی ۱** هنگامی‌که یک بار منفی را در مرکز کره‌ی رسانای توخالی قرار می‌دهیم، در پوسته بار القایی ایجاد می‌شود اما درون فلز پوسته میدان الکتریکی صفر می‌شود و خطوط میدان به شکل روبه‌رو خواهد بود (شبیه سکان کشتی!).



Ⓑ **۳۶۲- گزینه‌ی ۱** مسأله‌ی مشکلی به نظر می‌رسد! بیایید با هم بررسی کنیم که با دور شدن از مرکز شکل، پتانسیل الکتریکی در حال کاهش است یا در حال افزایش؟

مشخص است که پتانسیل از ۱۰V به ۴V در حال کاهش است و هنگام دور شدن از بار مثبت و حرکت در جهت خطوط میدان، پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد، بنابراین در وسط خطوط با یک توزیع بار مثبت روبه‌رو هستیم و در نقطه‌ی A مطابق شکل نیروی وارد بر الکترون رو به پایین است.

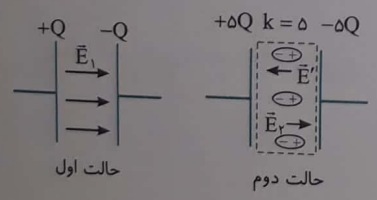
Ⓐ **۳۶۳- گزینه‌ی ۳** بر اثر تماس گلوله‌ی فلزی باردار با سطح داخلی جعبه‌ی نارسانا و خنثی، مقداری از بار الکتریکی مثبت گلوله در محل تماس به جعبه‌ی نارسانا منتقل می‌شود و چون به دلیل نبود الکترون آزاد در نارسانا، امکان جابه‌جایی بارهای الکتریکی وجود ندارد، بار مثبت در همان محل اتصال باقی می‌ماند.



Ⓐ **۳۶۴- گزینه‌ی ۲** هرگاه بین صفحه‌های خازن یک تیغه‌ی رسانا قرار گیرد، به دلیل آن‌که میدان درون رسانا صفر است، مانند این است که فاصله‌ی صفحه‌های رسانا به اندازه‌ی ضخامت تیغه کم شده است.

$$\frac{C'}{C}=\frac{d}{d'}\Rightarrow\frac{C'}{۱۵}=\frac{۵}{۳}\Rightarrow C'=۲۵\mu F$$

Ⓒ **۳۶۵- گزینه‌ی ۲** میدان الکتریکی خازن از رابطه‌های $E=\frac{V}{d}=\frac{Q}{k\varepsilon_۰A}$ به دست می‌آید. هنگامی‌که خازن به مولد وصل است و فاصله‌ی صفحه‌های آن تغییر نمی‌کند، میدان آن نیز تغییر نمی‌کند. ابتدا میدان خازن فقط شامل میدان ایجاد شده توسط بارهای +Q و −Q روی صفحه‌های خازن است $(E_۱)$، بعد از قرار دادن دی‌الکتریک، میدان خازن برایند دو میدان است. یکی میدان ایجاد شده توسط بارهای +۵Q و −۵Q روی صفحه‌های خازن $(E_۲)$ و دیگری میدان ایجاد شده توسط دوقطبی‌ها (E').



می‌دانیم میدان خازن تغییر نکرده است:

$$E_۱=E_۲-E' \quad (۱)$$

از آن‌جا که بار صفحات ۵ برابر شده، میدانی که ایجاد می‌کند نیز ۵ برابر می‌شود:

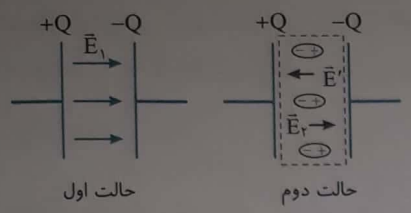
$$E_۲=۵E_۱ \quad (۲)$$

$$(۲),(۱)\Rightarrow E_۱=۵E_۱-E'\Rightarrow E'=۴E_۱=۴\frac{V}{d}=\frac{۴\times۲۰}{۱۰^{-۳}}=۸\times۱۰^{۴}\ \frac{N}{C}$$

نکته: هرگاه بین صفحات خازنی که به مولد متصل است، یک دی‌الکتریک با ثابت k قرار دهیم، میدان الکتریکی ناشی از قطبیدگی دی‌الکتریک برابر است با: $E'=(k-۱)\frac{V}{d}$

Scanned by CamScanner

Ⓒ **۳۶۶- گزینه‌ی ۳** میدان الکتریکی خازن از رابطه‌های $E=\frac{V}{d}=\frac{Q}{k\varepsilon_0 A}$ به دست می‌آید. اگر خازن از مولد جدا شده باشد، بار آن ثابت می‌ماند. بنابراین با توجه به رابطه‌ی $E=\frac{Q}{k\varepsilon_0 A}$ میدان خازن با قرار دادن دی‌الکتریک $\frac{1}{k}$ برابر می‌شود.



ابتدا میدان خازن فقط شامل میدان ایجاد شده توسط بارهای $+Q$ و $-Q$ روی صفحه‌های خازن می‌باشد (E_1). بعد از قرار دادن دی‌الکتریک بار صفحه‌ها ثابت مانده و میدان آن‌ها نیز کماکان E_1 است. میدان دوقطبی‌ها E' بوده و خلاف جهت E_1 به وجود می‌آید. میدان برایند (E_1-E')، $\frac{1}{k}$ میدان اولیه است.

$$E_1-E'=\frac{1}{k}E_1 \Rightarrow E_1-E'=\frac{1}{5}E_1 \Rightarrow E'=\frac{4}{5}E_1=\frac{4}{5}\left(\frac{Q}{\varepsilon_0 A}\right) \xrightarrow{\frac{Q}{A}=10^{-8}} E'=\frac{4}{5}\times\frac{10^{-8}}{8\times10^{-12}}=10^{3}\ \frac{N}{C}$$

نکته: هرگاه بین صفحات خازن بارداری که از مولد جدا شده است یک دی‌الکتریک با ثابت k قرار دهیم، میدان ناشی از قطبیدگی دی‌الکتریک برابر است با: $E'=\frac{k-1}{k}\left(\frac{Q}{\varepsilon_0 A}\right)$

Ⓑ **۳۶۷- گزینه‌ی ۲** از مرکز کره‌ی رسانا تا سطح آن که جابه‌جا شویم $(r<R)$، چون درون رسانا قرار داریم، میدان الکتریکی صفر است. پس از جدا شدن از سطح کره‌ی رسانا و دور شدن از آن $(r>R)$ به دلیل تقارن موجود در کره‌ی رسانای باردار، می‌توانیم بار الکتریکی q را به طور متمرکز و نقطه‌ای در مرکز کره در نظر بگیریم و با توجه به رابطه‌ی $E=\frac{kq}{r^2}$ در مورد اندازه‌ی میدان الکتریکی اظهار نظر کنیم. بنابراین با دور شدن از کره‌ی رسانای باردار، میدان الکتریکی متناسب با $\frac{1}{r^2}$ ضعیف می‌شود (نه به صورت خطی).

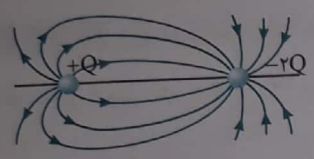
Scanned by CamScanner

پاسخ آزمون

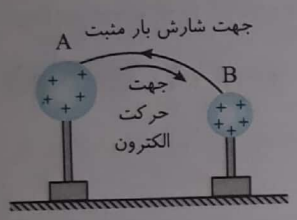
Ⓐ **۱- گزینه‌ی ۳** هر گاه نارسانای باردار شبیه یک میله‌ی پلاستیکی را به یک فلز (رسانا) بدون بار نزدیک کنیم، در اثر القا، فلز دارای بار القایی مثبت و منفی می‌شود. قسمتی از فلز که به جسم نارسانا نزدیک‌تر است دارای بار ناهمنام با نارسانا شده و قسمت دورتر فلز دارای بار همنام می‌شود. در این حالت ربایش الکتریکی از رانش قوی‌تر بوده، نارسانا و فلز (رسانا) یکدیگر را می‌ربایند.

یادآوری: اجسام باردار بر تمام اجسام بدون بار چه رسانا و چه نارسانا نیروی ربایش الکتریکی وارد می‌کنند.

Ⓐ **۲- گزینه‌ی ۴** خطوط میدان دو بار نقطه‌ای $-2Q$ و $+Q$ به صورت روبه‌رو است که نسبت به خط واصل دو بار تقارن دارند.



Ⓑ **۳- گزینه‌ی ۳** بار دو کره برابر است و بارها در کره‌ی کوچک‌تر به هم نزدیک‌تر بوده و رانش الکتریکی در آن‌ها قوی است و مقداری از بار مثبت کره‌ی کوچک‌تر به کره‌ی بزرگ‌تر منتقل می‌شود (در واقع مقداری الکترون از کره‌ی A به B می‌رود) و بار مثبت کره‌ی A بیش‌تر و بار مثبت کره‌ی B کم‌تر می‌شود.

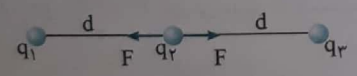


Ⓐ **۴- گزینه‌ی ۱** با توجه به قانون کولن $F=k\frac{q_1q_2}{r^2}$ در دو حالت، نیرو را نوشته و بر هم تقسیم می‌کنیم:

$$\begin{cases}\dfrac{k\times Q\times 10^{-6}\times Q\times 10^{-6}}{r^2}=300\\[2ex]\dfrac{k(Q-3)\times 10^{-6}\times (Q+3)\times 10^{-6}}{r^2}=200\end{cases}\Rightarrow\frac{Q^2}{(Q-3)(Q+3)}=\frac{3}{2}\Rightarrow 2Q^2=3Q^2-27\Rightarrow Q^2=27\Rightarrow Q=3\sqrt{3}\mu C$$

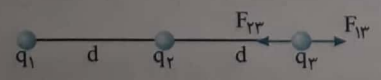
Ⓑ **۵- گزینه‌ی ۱** ابتدا تعادل بار q_2 را درنظر می‌گیریم:

$$F_{12}=F_{32}\Rightarrow\frac{kq_1q_2}{r_{12}^2}=\frac{kq_2q_3}{r_{32}^2}\Rightarrow\frac{q_1}{d^2}=\frac{q_3}{d^2}\Rightarrow q_1=q_3$$



نیرویی که بار q_1 و q_3 بر بار q_2 وارد می‌کنند در خلاف جهت هم است، بنابراین دو بار q_1 و q_3 هر دو بار q_2 را می‌رانند یا هر دو بار q_2 را می‌ربایند، پس q_1 و q_3 باید همنام باشند و خواهیم داشت: $\frac{q_1}{q_3}=1$، حال، تعادل یک بار دیگر را درنظر می‌گیریم:

با توجه به همنام بودن بار q_3 و q_1، بار q_1، q_3 را می‌راند، پس q_2 باید q_3 را برباید تا برآیند نیروهای وارد بر بار q_3 صفر شود. پس q_1 و q_3 ناهمنام با q_2 هستند.



$$F_{23}=F_{13}\Rightarrow\frac{kq_2q_3}{r_{23}^2}=\frac{kq_1q_3}{r_{13}^2}\Rightarrow\frac{q_2}{d^2}=\frac{q_1}{4d^2}\Rightarrow\frac{q_1}{q_2}=4$$

می‌دانیم q_1 و q_2 ناهمنام هستند، یعنی داریم: $\frac{q_1}{q_2}=-4$

Scanned by CamScanner

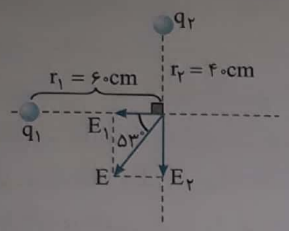
Ⓐ **۶- گزینه‌ی ۳** میدان الکتریکی برابر نیروی وارد بر یکای بار است. ابتدا اندازه‌ی نیروی F را به‌دست می‌آوریم:

$$F=\sqrt{(-400)^2+(300)^2}\Rightarrow F=500\,N$$

اکنون میدان را حساب می‌کنیم:

$$E=\frac{F}{q}\Rightarrow E=\frac{500}{0/5}\Rightarrow E=1000\,\frac{N}{C}$$

Ⓑ **۷- گزینه‌ی ۲** با توجه به شکل باید بار q_1 منفی و بار q_2 مثبت باشد.



$$\tan 53^\circ=\frac{E_2}{E_1}=\frac{k\frac{q_2}{r_2^2}}{k\frac{q_1}{r_1^2}}\Rightarrow\frac{4}{3}=\frac{q_2}{q_1}\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$$

$$\frac{4}{3}=\frac{q_2}{q_1}\left(\frac{60}{40}\right)^2\Rightarrow\frac{4}{3}=\frac{q_2}{q_1}\left(\frac{9}{4}\right)\Rightarrow\frac{q_2}{q_1}=\frac{16}{27}\xrightarrow{q_1\text{ منفی و }q_2\text{ مثبت است}}\frac{q_2}{q_1}=-\frac{16}{27}$$

Ⓐ **۸- گزینه‌ی ۲** در وسط خط واصل دو بار، میدان الکتریکی دو بار هم‌اندازه و در خلاف جهت هم بوده و برآیندشان صفر است. در فاصله‌ی خیلی دور $(r\to\infty)$ نیز میدان الکتریکی صفر است $(E=\frac{kq}{r^2})$، پس وقتی از نقطه‌ی O در جهت مثبت محور yها پیش می‌رویم، میدان ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

Ⓐ **۹- گزینه‌ی ۲** با توجه به قانون دوم نیوتون، شتاب حاصل از نیروی الکتریکی وارد بر ذره برابر خواهد شد با: $a=\frac{F}{m}=\frac{|q|E}{m}$

$$\frac{a_\alpha}{a_p}=\frac{\frac{|q_\alpha|E}{m_\alpha}}{\frac{|q_p|E}{m_p}}\Rightarrow\frac{a_\alpha}{a_p}=\left|\frac{q_\alpha}{q_p}\right|\times\frac{m_p}{m_\alpha}=\left|\frac{2q_p}{q_p}\right|\times\frac{m_p}{4m_p}=2\times\frac{1}{4}=\frac{1}{2}$$

Ⓑ **۱۰- گزینه‌ی ۴** فرض می‌کنیم که بردارهای میدان الکتریکی حاصل از بارهای نقطه‌ای q_1 و q_2 در نقطه‌ی M، وسط فاصله‌ی دو بار به ترتیب $\vec{E}_1$ و $\vec{E}_2$ است. پس می‌توانیم در دو حالت گفته شده معادله‌های برداری زیر را بنویسیم:

$$\begin{cases}\text{حالت اول}:\vec{E}_M=\vec{E}_1+\vec{E}_2=\vec{E}\\ \text{حالت دوم}:q_1=0\Rightarrow\vec{E}_1=0\Rightarrow\vec{E}'_M=\vec{E}_2=-2\vec{E}\end{cases}\Rightarrow\vec{E}_1+(-2\vec{E})=\vec{E}\Rightarrow\vec{E}_1=3\vec{E}$$

پس اندازه‌ی این دو میدان الکتریکی برابر $E_1=3E$ و $E_2=2E$ خواهد شد. نسبت اندازه‌ی این دو میدان الکتریکی را با استفاده از رابطه‌ی $E=\frac{kq}{r^2}$ می‌نویسیم، تا نسبت اندازه‌ی دو بار الکتریکی q_1 و q_2 تعیین شود:

$$\frac{E_2}{E_1}=\frac{\frac{kq_2}{r_2^2}}{\frac{kq_1}{r_1^2}}\Rightarrow\frac{2E}{3E}=\left(\frac{q_2}{q_1}\right)\times\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2\xrightarrow{r_1=r_2}\left|\frac{q_2}{q_1}\right|=\frac{2}{3}$$

چون جهت میدان‌های الکتریکی $\vec{E}_1$ و $\vec{E}_2$ در نقطه‌ی M بین دو بار خلاف جهت یک‌دیگر می‌باشد ($\vec{E}_1=+3\vec{E}$ و $\vec{E}_2=-2\vec{E}$) به این نتیجه می‌رسیم که بارهای الکتریکی q_1 و q_2 همنام بوده و نسبت $\frac{q_2}{q_1}$ برابر $\frac{2}{3}$ است.

Ⓐ **۱۱- گزینه‌ی ۲** افزایش انرژی جنبشی بار، برابر کاهش انرژی پتانسیل الکتریکی آن است، پس $U_B-U_A=-8mJ$. بنا بر تعریف اختلاف پتانسیل بین دو نقطه داریم:

$$V_B-V_A=\frac{U_B-U_A}{q_0}=\frac{-8\times10^{-3}}{-4\times10^{-6}}=2000V=2kV$$

Scanned by CamScanner

Ⓐ **۱۲- گزینه‌ی ۲** رابطه‌ی میدان الکتریکی را در دو حالت نوشته بر هم تقسیم می‌کنیم:

$$\frac{E_1}{E_2}=\frac{\frac{kq}{r_1^2}}{\frac{kq}{r_2^2}}\Rightarrow\frac{250}{160}=\left(\frac{r+10}{r}\right)^2\Rightarrow\frac{5}{4}=\frac{r+10}{r}\Rightarrow r=40\,cm$$

Ⓑ **۱۳- گزینه‌ی ۳** میدان الکتریکی یکنواخت خازن از رابطه‌ی $E=\frac{q}{k\varepsilon_0 A}$ به دست می‌آید. اگر خازن از مولد جدا شده باشد، بار صفحات آن ثابت مانده و در صورتی میدان الکتریکی خازن تغییر می‌کند که دی‌الکتریک یا مساحت صفحه‌ها را تغییر دهیم. پس با تغییر فاصله‌ی دو صفحه، میدان خازن تغییر نمی‌کند و ثابت می‌ماند.

(دقت کنید که در تمام مدتی که فاصله‌ی صفحات را افزایش می‌دهیم باید ابعاد صفحه‌های خازن از فاصله‌ی بین صفحه‌ها بسیار بزرگ‌تر باشد تا بتوان در مورد آن لفظ خازن و میدان الکتریکی یکنواخت را به کار برد.)

Ⓐ **۱۴- گزینه‌ی ۳** هنگام فروریزش معمولاً نه همواره با ایجاد جرقه همراه است، بنابراین گزینه (۱) نادرست است.

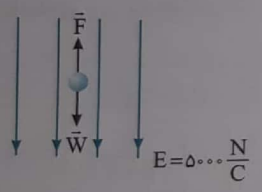
حضور دی‌الکتریک سبب افزایش بیشینه ولتاژ قابل تحمل خازن است، بنابراین گزینه (۲) نادرست است.

فروریزش ناشی از کنده‌شدن الکترون‌های اتم‌های ماده‌ی دی‌الکتریک توسط میدان الکتریکی، سپس رانده شدن این الکترون‌ها توسط میدان الکتریکی و ایجاد یک مسیر رسانا درون دی‌الکتریک موسوم به نقش‌های لیچنبرگ است. بنابراین گزینه (۳) درست است.

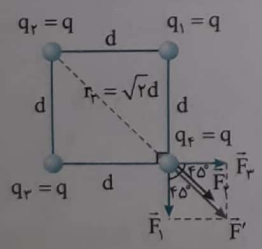
در فروریزش الکتریکی در بیشتر مواقع نه همواره خازن می‌سوزد بنابراین گزینه (۴) نادرست است.

Ⓐ **۱۵- گزینه‌ی ۱** بار الکتریکی روی کره‌ی فلزی پخش می‌شود و چگالی در تمام نقاط آن یکسان است. ولی در کره‌ی شیشه‌ای، بار در همان نقطه باقی می‌ماند و چگالی آن نقطه زیاد بوده و در بقیه‌ی نقاط چگالی بار صفر است.

Ⓐ **۱۶- گزینه‌ی ۴** بر بار منفی در خلاف جهت میدان نیرو وارد می‌شود. پس نیروی وارد بر بار رو به بالا است. وزن ذره برابر $W=mg=\frac{1}{1000}\times10=0/01N$ و نیرویی که میدان بر ذره وارد می‌کند $F=qE=2\times10^{-6}\times5000=0/01N$ است. پس $F_T=0$ و بار ساکن می‌ماند.



Ⓑ **۱۷- گزینه‌ی ۴** مطابق شکل زیر سه نیروی دافعه‌ی الکتریکی که توسط سه بار الکتریکی نقطه‌ای واقع در سه رأس مربع بر بار الکتریکی واقع در رأس دیگر وارد می‌شود را رسم می‌کنیم و اندازه‌ی آن‌ها را با استفاده از قانون کولن تعیین کرده و برآیند آن‌ها را محاسبه می‌کنیم:



$$F_1=F_3=\frac{kq_1q_4}{r_1^2}=\frac{kq^2}{d^2}$$

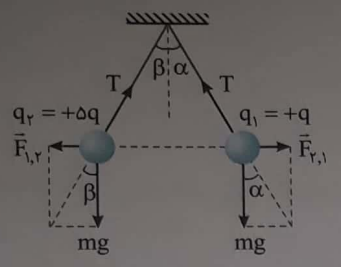
$$F_2=\frac{kq_2q_4}{r_2^2}=\frac{kq^2}{2d^2}$$

برآیند بردارهای $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_3$ را $\vec{F}'$ در نظر می‌گیریم که در راستای قطر مربع می‌باشد و هم‌جهت با بردار $\vec{F}_2$ نیز است. پس برآیند نیروهای وارد بر بار q_4 برابر خواهد شد با:

$$\vec{F}'=\vec{F}_1+\vec{F}_3\Rightarrow F'=2F_1\cos\frac{\theta}{2}=2\times\frac{kq^2}{d^2}\times\cos\frac{90^\circ}{2}=\sqrt{2}\,\frac{kq^2}{d^2}$$

$$\vec{F}_T=\vec{F}_2+\vec{F}'\Rightarrow F_T=F_2+F'=\frac{kq^2}{2d^2}+\sqrt{2}\,\frac{kq^2}{d^2}=(2\sqrt{2}+1)\frac{kq^2}{2d^2}$$

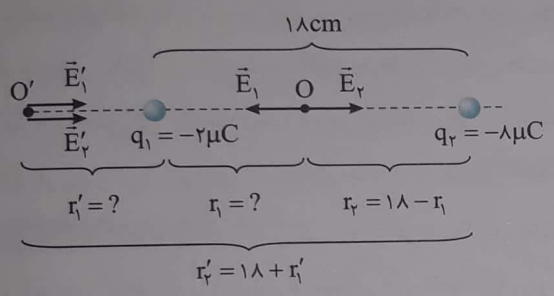
Scanned by CamScanner



Ⓐ **۱۸- گزینه‌ی ۲** گلوله‌های این دو آونگ الکتریکی دارای جرم‌های یکسان و بارهای الکتریکی همنام و متفاوت هستند. پس بر اثر دافعه‌ی الکتریکی بین آن‌ها، از هم جدا شده و فاصله می‌گیرند. این نیرو که به صورت عمل و عکس‌العمل بین آن‌ها اثر می‌کند، هم‌اندازه بوده و به تفاوت اندازه‌ی بارهای الکتریکی $+q$ و $+5q$ بستگی ندارد. برای این دو آونگ الکتریکی و نیروهای وارد بر هر یک از آن‌ها داریم:

$$\vec{F}_{2,1}=-\vec{F}_{1,2}\Rightarrow F_{2,1}=F_{1,2}=F$$

$$\begin{cases} q_1 \text{ برای آونگ}: \tan\alpha=\dfrac{F_{2,1}}{mg}=\dfrac{F}{mg} \\ q_2 \text{ برای آونگ}: \tan\beta=\dfrac{F_{1,2}}{mg}=\dfrac{F}{mg} \end{cases}\Rightarrow \tan\alpha=\tan\beta\Rightarrow\alpha=\beta$$



Ⓑ **۱۹- گزینه‌ی ۴** در دو مکان اندازه‌ی میدان الکتریکی دو بار نقطه‌ای $q_1=-2\mu C$ و $q_2=-8\mu C$ روی خط واصل دو بار یکسان است. یک موقعیت بین دو بار الکتریکی و در نقطه‌ی O و موقعیت دیگر خارج دو بار الکتریکی و در نقطه‌ی O'، هر دو نقطه‌ی مورد نظر به بار الکتریکی کوچک‌تر یعنی q_1، نزدیک‌ترند.

با توجه به رابطه‌ی $E=\dfrac{kq}{r^2}$، فاصله‌ی r_1 و r'_1 را محاسبه کرده تا بتوانیم فاصله‌ی بین دو نقطه‌ی O و O' را به‌دست آوریم:

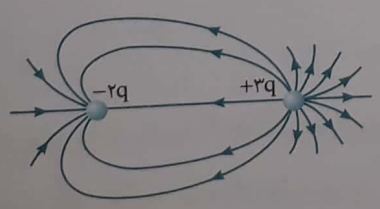
$$\text{در نقطه‌ی O}: E_1=E_2\Rightarrow\frac{kq_1}{r_1^2}=\frac{kq_2}{r_2^2}\Rightarrow\frac{2}{r_1^2}=\frac{8}{(18-r_1)^2}$$

$$\Rightarrow\left(\frac{r_1}{18-r_1}\right)^2=\frac{2}{8}=\frac{1}{4}\Rightarrow\frac{r_1}{18-r_1}=\frac{1}{2}\Rightarrow r_1=6\text{ cm}$$

$$\text{در نقطه‌ی O}': E'_1=E'_2\Rightarrow\frac{kq_1}{r'^2_1}=\frac{kq_2}{r'^2_2}\Rightarrow\frac{2}{r'^2_1}=\frac{8}{(18+r'_1)^2}$$

$$\Rightarrow\left(\frac{r'_1}{18+r'_1}\right)^2=\frac{1}{4}\Rightarrow\frac{r'_1}{18+r'_1}=\frac{1}{2}\Rightarrow r'_1=18\text{ cm}$$

$$\text{فاصله‌ی نقاط O و O}': OO'=r_1+r'_1=6+18=24\text{ cm}$$

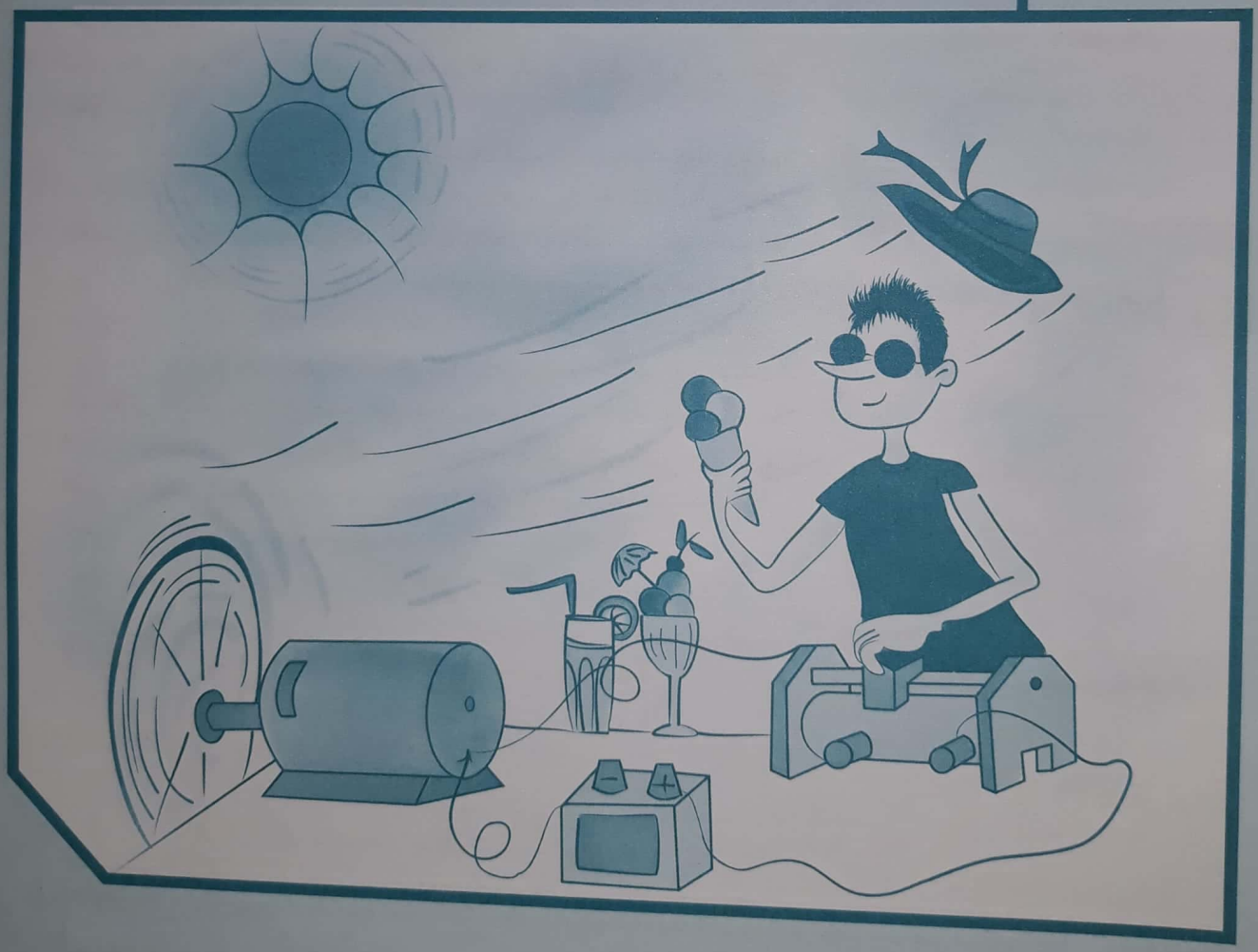


Ⓐ **۲۰- گزینه‌ی ۴** با توجه به شکل مشخص است که گزینه‌ی (۱) نادرست و گزینه‌ی (۳) درست است. در مورد گزینه‌ی (۲)، در نقطه‌های نزدیک یک بار، نقش میدان شبیه میدان همان بار است. اما در نقطه‌های بسیار دور از مجموعه‌ی بارها، نقش میدان شبیه میدان بار نقطه‌ای مجموع بارها $-2q+3q=+q$ است.

Scanned by CamScanner

فصل ۲

جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم

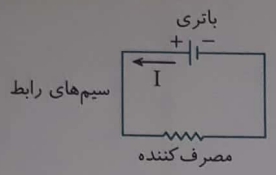


Scanned by CamScanner

فصل دوم: جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم

بخش اول: جریان الکتریکی – مقاومت الکتریکی – قانون اهم

- الکتریسیته‌ی جاری حرکت بارهای الکتریکی (شارش بار) در مدار (مواد رسانا) است و هر مدار ساده‌ی الکتریکی شامل سه جزء است: مولد، سیم‌های رابط و مصرف‌کننده.



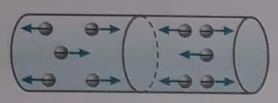
در یک مدار معمولاً سه کمیت را اندازه‌گیری می‌کنند:

۱- جریان الکتریکی با نام اختصاری I، بر حسب آمپر (A)

۲- اختلاف پتانسیل الکتریکی با نام اختصاری V، بر حسب ولت (V)

۳- مقاومت الکتریکی با نام اختصاری R، بر حسب اهم (Ω)

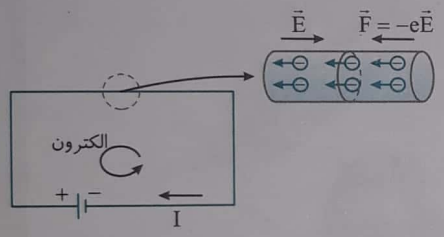
جریان الکتریکی



شکل (الف)

- در رساناها بارهای الکتریکی آزاد در تمام جهت‌ها به‌طور کاتوره‌ای (Random) حرکت می‌کنند.

- در حالت عادی اگر یک مقطع رسانا را در نظر بگیریم شارش کلی از این مقطع صفر است.



شکل (ب)

چنانچه به دو سر رسانا اختلاف پتانسیل اعمال کنیم (آن را به یک مولد ببندیم) میدان الکتریکی که توسط مولد به رسانا اعمال می‌شود، به الکترون‌های آن در خلاف جهت میدان نیرو وارد می‌کند و الکترون‌ها در آن جهت، سرعت و شتاب می‌گیرند. الکترون‌های حامل جریان با اتم‌ها و مولکول‌های رسانا برخورد کرده و انرژی جنبشی خود را از دست می‌دهند. اما مجدداً تحت تأثیر میدان الکتریکی، سرعت می‌گیرند. با تکرار این عمل جریان شارش می‌یابد (و رسانا نیز گرم می‌شود) و شارش خالص بار از هر مقطع مدار، دیگر صفر نیست. در واقع وقتی میدان الکتریکی به رسانا (مانند فلز) اعمال شود، الکترون‌ها حرکت کاتوره‌ای خود را قدری تغییر می‌دهند و با سرعتی متوسط موسوم به **سرعت سوق** در خلاف جهت میدان به‌طور بسیار آهسته‌ای سوق پیدا می‌کنند.

- سرعت سوق در رسانای فلزی معمولاً کم‌تر از $1\frac{mm}{s}$ است.

تعریف ◀ **جریان الکتریکی متوسط: آهنگ شارش بار از هر مقطع مدار (رسانا) یعنی نسبت $\frac{\Delta q}{\Delta t}$ را جریان الکتریکی متوسط می‌گویند.**

یکای آن در SI، $\frac{\text{کولن}}{\text{ثانیه}}=$ آمپر است.

جریان متوسط $\bar{I}=\frac{\Delta q}{\Delta t}$

اگر این آهنگ ثابت باشد، جریان ثابت و برابر است با: $I=\frac{\Delta q}{\Delta t}$

مثال: اگر جریان عبوری از یک سیم رسانا ۰/۳۲A باشد، در هر دقیقه چند الکترون از هر مقطع سیم عبور می‌کند؟ $(e=1/6\times10^{-19}C)$

پاسخ:

$$\begin{cases} I=\frac{\Delta q}{\Delta t} \\ q=ne \end{cases} \Rightarrow I=\frac{ne}{\Delta t} \Rightarrow 0/32=\frac{n\times1/6\times10^{-19}}{60} \Rightarrow n=12\times10^{19} \text{ الکترون}$$

Scanned by CamScanner

مسأله ۱ **ولتاژ باتری یک دستگاه کنترل از راه دور تلویزیون $3V$ است و این باتری از مدار جریان $0/16mA$ عبور می‌دهد.**
الف) مقدار بار گذرنده از مدار در یک ساعت چند کولن است؟
ب) باتری در یک ساعت چند ژول انرژی به مدار می‌دهد؟
پ) در هر ثانیه چند الکترون در مدار شارش می‌کند؟

راه‌حل: الف) با توجه به تعریف جریان خواهیم داشت:

$$I=\frac{\Delta q}{\Delta t}\Rightarrow \Delta q=I\Delta t\Rightarrow \Delta q=0/16\times10^{-3}\times3600\Rightarrow \Delta q=0/576C$$

ب) انرژی که باتری به مدار می‌دهد برابر است با:

$$\Delta V=\frac{W}{q}\Rightarrow W=q\Delta V\Rightarrow W=0/576\times3\Rightarrow W=1/728J$$

پ) تعداد الکترون‌های شارش‌شده در هر ثانیه برابر خواهد شد با:

$$\Delta q=I\Delta t=ne\Rightarrow 0/16\times10^{-3}\times1=n\times1/6\times10^{-19}\Rightarrow n=10^{15}$$

- اگر به رابطه $I=\frac{\Delta q}{\Delta t}$ دقت کنید نتیجه می‌گیرید که:

$$\Delta q=I\Delta t\Rightarrow \boxed{\text{آمپر ساعت}=\text{کولن}}$$

برای تعیین مقدار کارکرد یک باتری از یکای آمپر ساعت استفاده می‌شود، به‌طور مثال روی یک باتری خودرو نوشته می‌شود $12V$ و $150Ah$

- هر چه آمپر- ساعت یک باتری بیش‌تر باشد، بیشینه باری که باتری به‌طور متوسط می‌تواند از مدار بگذراند تا به‌طور ایمن خالی شود، بیش‌تر است.

مسأله ۲ **باتری استاندارد خودرویی، ۶۰ آمپر ساعت است. اگر از این باتری به طور متوسط ۸ آمپر جریان گرفته شود، چقدر طول می‌کشد تا خالی شود؟**

راه‌حل: آمپر ساعت واحد بار الکتریکی است، از این‌رو:

$$\Delta q=I\Delta t\Rightarrow 60=8\times\Delta t\Rightarrow \Delta t=7/5h$$

مقاومت الکتریکی - قانون اهم

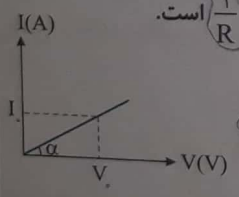
تعریف **قانون اهم: نسبت اختلاف پتانسیل دو سر یک رسانا به جریان الکتریکی گذرنده از رسانا در دمای ثابت، مقدار ثابتی است که آن را مقاومت الکتریکی می‌نامیم و یکای آن در SI اهم (Ω) است.**

$$R=\frac{V}{I}\qquad 1\Omega=\frac{1V}{1A}$$

وسیله‌هایی که جریان الکتریکی را از خود عبور می‌دهند، وسیله‌های رسانشی نامیده می‌شوند.

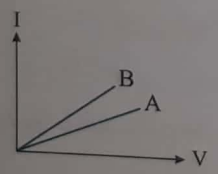
وسیله‌ی رسانشی که از قانون اهم پیروی می‌کند را رسانای اهمی گویند.

نمودار جریان بر حسب اختلاف پتانسیل رسانای اهمی به صورت زیر است که شیب آن برابر $\frac{1}{R}$ است.



$$\tan\alpha=\frac{I_0}{V_0}=\frac{1}{R}$$

پرسش: در شکل مقابل نمودار $I-V$ برای دو رسانا رسم شده است. مقاومت کدام‌یک بیش‌تر است؟



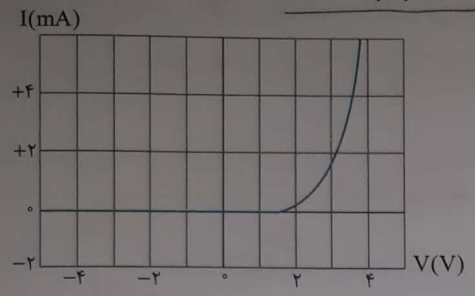
پاسخ: شیب نمودار $I-V$ که متناسب با $\frac{1}{R}$ می‌باشد، برای رسانای A کم‌تر است $(\frac{1}{R_A}<\frac{1}{R_B})$، پس مقاومت رسانای A بیش‌تر از مقاومت رسانای B است $(R_A>R_B)$.

Scanned by CamScanner

- لازم است بدانید که:

۱- عامل شارش جریان در رساناهای فلزی الکترون آزاد است. اما در همه‌ی رساناها این‌گونه نیست مثلاً در الکترولیت‌ها (محلول آب و نمک) عامل شارش جریان یون‌های مثبت و منفی هستند و یا در لامپ مهتابی، ایجاد پلاسما و یونیزه شدن گاز، سبب شارش جریان می‌شود.

۲- هر رسانایی که سبب برقراری جریان می‌شود لزومی ندارد که از قانون اهم $(R=\frac{V}{I})$ پیروی کند و نمودار جریان بر حسب ولتاژ آن خط راست مایل باشد. یکی از وسیله‌هایی که از قانون اهم پیروی نمی‌کند، دیود نوری (LED) است. در شکل مقابل می‌توانید نمودار $I-V$ آن را ببینید.



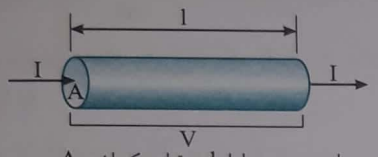
نمودار جریان بر حسب اختلاف پتانسیل برای یک دیود نوری

- کاملاً مشخص است که جریان قابل تحمل دیود در محدوده میلی‌آمپر است و اگر اختلاف پتانسیل دو سر آن افزایش یابد، جریان آن به سرعت زیاد می‌شود و در ولتاژ بیش‌تر از ۴V احتمال سوختن آن زیاد است.

عوامل موثر بر مقاومت الکتریکی

رابطه‌ی ساختمانی مقاومت

مقاومت الکتریکی از ویژگی‌های ساختمانی رسانا است، مقاومت رسانایی که از قانون اهم پیروی می‌کند در دمای ثابت به طول، سطح مقطع و جنس رسانا بستگی دارد.



از سیمی به طول l و مقطع یکنواخت A، تحت اختلاف پتانسیل V، جریان I می‌گذرد.

تعریف **مقاومت ویژه: مقدار مقاومتی را که سیمی به طول ۱ متر و سطح مقطع ۱ متر مربع، دارد مقاومت ویژه‌ی رسانا می‌گویند. (ρ) مقاومت ویژه به جنس رسانا بستگی دارد. مثلاً برای نقره و مس ناچیز و برای تنگستن و آهن زیاد است.**

رابطه‌ی ساختمانی مقاومت: $R=\rho\frac{l}{A}$

l = طول سیم رسانا بر حسب متر، $A=\pi\frac{D^2}{4}$ سطح مقطع سیم رسانا بر حسب متر مربع، ρ = مقاومت ویژه‌ی رسانا بر حسب اهم‌متر

D = قطر سطح مقطع

تست ۱: دو سیم رسانا با طول‌های l_1 و $l_2=2l_1$ دارای مقاومت الکتریکی یکسان هستند و قطر سیم اول نصف قطر سیم دوم است. حاصل $\frac{\rho_2}{\rho_1}$ چیست؟

۱) ۲ ۲) $\frac{1}{2}$ ۳) ۴ ۴) ۱

پاسخ: رابطه‌ی مقاومت را در دو حالت نوشته و بر هم تقسیم می‌کنیم:

$$\frac{R_2}{R_1}=\frac{\rho_2}{\rho_1}\times\frac{l_2}{l_1}\times\frac{A_1}{A_2}\Rightarrow 1=\frac{\rho_2}{\rho_1}\times 2\times(\frac{1}{2})^2\Rightarrow 1=\frac{\rho_2}{\rho_1}\times\frac{1}{2}\Rightarrow\frac{\rho_2}{\rho_1}=2$$

بنابراین گزینه‌ی (۱) درست است.

تست ۲: یک سیم رسانا را از دستگاهی می‌گذرانیم تا بدون تغییر جرم، قطر سطح مقطع آن نصف شود. مقاومت الکتریکی چند برابر حالت اول می‌شود؟

۱) ۴ ۲) ۲ ۳) ۱۶ ۴) ۸

پاسخ: با نصف شدن قطر سیم، سطح مقطع آن $\frac{1}{4}$ برابر می‌شود و طول سیم با ثابت ماندن جرم و حجم، ۴ برابر می‌شود. در این صورت:

$$D_2=\frac{1}{2}D_1\Rightarrow A_2=\frac{1}{4}A_1\xrightarrow{V=Al}l_2=4l_1\Rightarrow\frac{R_2}{R_1}=\frac{l_2}{l_1}\times\frac{A_1}{A_2}=4\times 4\Rightarrow R_2=16R_1$$

بنابراین گزینه‌ی (۳) درست است.

Scanned by CamScanner

تست۳: مقاومت الکتریکی مقداری جیوه که در یک ظرف شیشه‌ای استوانه‌ای شکل قرار دارد، 10Ω است. تمام جیوه را در ظرف شیشه‌ای استوانه‌ای شکل دیگری که سطح مقطع آن دو برابر اولی است می‌ریزیم. مقاومت ستون جیوه چند اهم می‌شود؟

۱) $\frac{1}{2}$ ۲) ۲/۵ ۳) ۲ ۴) ۱/۵

پاسخ: وقتی تمام جیوه در ظرف استوانه‌ای دوم ریخته می‌شود چون سطح مقطع آن دو برابر اولی است، ارتفاع جیوه درون آن نصف اولی خواهد بود.

$$m_1=m_2 \Rightarrow V_1=V_2 \Rightarrow A_1l_1=A_2l_2 \Rightarrow \frac{l_2}{l_1}=\frac{A_1}{A_2}=\frac{1}{2}$$

$$\frac{R_2}{R_1}=\frac{l_2}{l_1}\times\frac{A_1}{A_2} \Rightarrow \frac{R_2}{R_1}=\frac{1}{2}\times\frac{1}{2} \Rightarrow R_2=\frac{1}{4}R_1 \Rightarrow R_2=\frac{10}{4}=2/5\Omega$$

بنابراین گزینه‌ی (۲) درست است.

تغییر مقاومت ویژه با دما

- مقاومت ویژهٔ رساناهای فلزی با افزایش دما زیاد می‌شود.
- مقاومت ویژهٔ نیم‌رساناها با افزایش دما کاهش می‌یابد.
- در برخی مواد مانند جیوه و قلع با کاهش دما، مقاومت ویژه در دمای خاصی به صورت ناگهانی به صفر افت می‌کند و در دماهای پایین‌تر همچنان صفر می‌ماند، این پدیده را **ابررسانایی** گویند.

مقاومت ویژه‌ی در دمای $20^\circ C$ برخی از رساناها و نیم‌رساناها

ماده	مقاومت ویژه $\rho_0(\Omega.m)$
رسانای فلزی	
نقره	$1/6\times10^{-8}$
مس	$1/7\times10^{-8}$
طلا	$2/4\times10^{-8}$
آلومینیم	$2/8\times10^{-8}$
تنگستن	$5/5\times10^{-8}$
آهن	$9/7\times10^{-8}$
پلاتین	10×10^{-8}
سرب	22×10^{-8}
کُنستانتان[1]	44×10^{-8}
نیکروم[2]	100×10^{-8}

ماده	مقاومت ویژه $\rho_0(\Omega.m)$
نیم‌رسانا	
گرافیت	$3/5\times10^{-5}$
ژرمانیُم	۰/۴۶
سیلیسیم خالص	$2/5\times10^{3}$
عایق	
انواع شیشه	$10^{10}-10^{14}$
لاستیک سخت	10^{13}
کوارتز (ذوب شده)	10^{16}

پرسش: مقاومت الکتریکی یک لامپ معمولی رشته‌ای هنگام روشن بودن بیش‌تر است یا خاموش بودن؟

پاسخ: هنگام روشن بودن، زیرا در این حالت دمای آن زیاد شده است و به دلیل گرم شدنِ رشته‌ی آن مقاومت الکتریکی رشته‌ی فلزی لامپ افزایش می‌یابد.

رئوستا

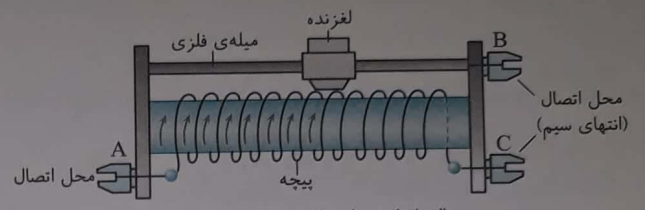
- در وسایل الکتریکی و الکترونیکی از مقاومت‌ها برای کنترل جریان و ولتاژ استفاده می‌شوند.
- رئوستا و پتانسیومتر مقاومت‌های متغیری هستند که برای کنترل جریان و ولتاژ در مدار استفاده می‌شوند.

۱- ۶۰ درصد مس، ۴۰ درصد نیکل

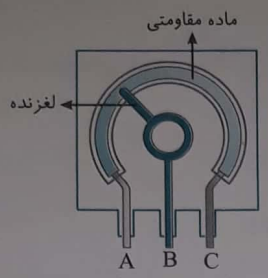
۲- ۵۹ درصد نیکل، ۲۳ درصد مس، ۱۶ درصد کرم و ...

Scanned by CamScanner

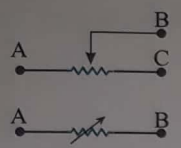
- در رئوستا یک سیم با مقاومت ویژه‌ی بالا روی استوانه‌ی نارسانایی پیچیده شده و توسط یک لغزنده می‌توان مقاومت رئوستا را تغییر داده و جریان مدار را کنترل کرد.
- پتانسیومتر در مدارهای الکترونیکی نقش رئوستا را دارد.



الف) طرحی از ساختار یک رئوستا



ب) طرحی از یک پتانسیومتر



پ) نماد یک رئوستا یا پتانسیومتر در مدار الکتریکی

پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش اول

جریان الکتریکی

۱- **کدام گزینه بیان درستی برای جریان الکتریکی در یک سیم است؟**

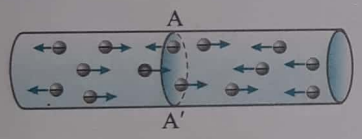
۱) بار خالص گذرنده از هر سطح مقطع سیم
۲) بار خالص گذرنده از یکای سطح سیم در یک زمان
۳) آهنگ شارش بار خالص از هر سطح مقطع سیم
۴) آهنگ شارش بار خالص از یکای حجم سیم

۲- **در یک رسانای حامل جریان الکتریکی .....**

۱) میدان الکتریکی صفر است.
۲) الکترون‌ها در جهت میدان الکتریکی حرکت می‌کنند.
۳) الکترون‌ها از پتانسیل کم‌تر به بیش‌تر حرکت می‌کنند.
۴) همه‌ی نقاط رسانا هم‌پتانسیل هستند.

۳- **کدام گزینه در مورد شکل روبه‌رو درست است؟**

(برگرفته از کتاب درسی)



۱) از مقطع AA' شارش بار نداریم و شارش بار خالص نیز نداریم.
۲) از مقطع AA' شارش بار داریم ولی شارش بار خالص نداریم.
۳) از مقطع AA' شارش بار داریم و شارش بار خالص نیز داریم.
۴) از مقطع AA' شارش بار نداریم ولی شارش بار خالص داریم.

۴- **در سیمی جریان برقرار است. اگر جهت جریان به سمت راست باشد، جهت سرعت سوق به کدام سمت می‌باشد؟**

۱) به سمت راست
۲) به سمت چپ
۳) عمود بر راستای جریان
۴) سرعت سوق به جهت جریان بستگی ندارد.

۵- **اگر اندازه‌ی بار هر الکترون $1/6\times10^{-19}$ کولن باشد، از سیمی که جریان آن ۱ آمپر است، در هر ثانیه چند الکترون عبور می‌کند؟**

۱) $9/7\times10^{4}$
۲) $9/65\times10^{19}$
۳) $1/6\times10^{19}$
۴) $6/25\times10^{18}$

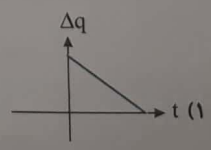
۶- **بار الکتریکی گذرنده از مقطع یک رسانا بر حسب زمان در SI، به صورت $q=2t^2+4$ می‌باشد. جریان الکتریکی متوسط گذرنده از مقطع این رسانا در سه ثانیه‌ی اول برقراری جریان، چند آمپر است؟**

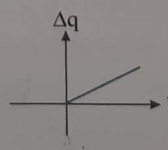
۱) ۲۲
۲) $\frac{22}{3}$
۳) ۱۲
۴) ۶

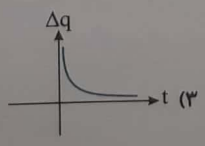
۷- **دو کره‌ی فلزی مشابه A و B به ترتیب دارای بارهای الکتریکی $-2\,nC$ و $+6\,nC$ هستند. اگر این دو کره را با یک سیم رسانا به هم متصل کنیم، در مدت یک میکروثانیه، دو کره به تعادل الکتریکی می‌رسند. جریان الکتریکی متوسط گذرنده از این سیم رسانا چند میلی‌آمپر است؟**

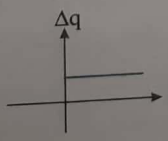
۱) ۰/۰۰۴
۲) ۴
۳) ۰/۰۰۲
۴) ۲

۸- **کدام‌یک از نمودارهای زیر، نمودار بار الکتریکی شارش شده از مقطع رسانا بر حسب زمان در جریان الکتریکی مستقیم است؟**

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

Scanned by CamScanner

۹- از قطعه سیمی فلزی به طول $100\,cm$ و سطح مقطع $0/02\,cm^2$ جریان ثابتی به شدت $3A$ می‌گذرد. بار الکتریکی موجود در این قطعه سیم هنگام عبور جریان برابر است با .....

۱) ۳ کولن ۲) ۰/۰۶ کولن ۳) صفر ۴) ۶ کولن

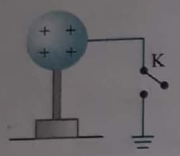
۱۰- «آمپر- ساعت» یکای کدام‌یک از کمیت‌های زیر است؟ (آزاد ریاضی- ۸۹)

۱) توان ۲) بار الکتریکی ۳) کار ۴) انرژی

۱۱- روی یک باتری قلمی عبارت «۱۰۰۰ میلی‌آمپر- ساعت» نوشته شده است. اگر این باتری به‌طور متوسط جریان $50\mu A$ را فراهم سازد، پس از چند ساعت، خالی می‌شود؟

۱) ۲۰ ۲) ۰/۲ ۳) 2×10^4 ۴) 2×10^2

۱۲- مطابق شکل مقابل بار الکتریکی کره‌ی رسانا که روی پایه‌ی عایقی قرار گرفته است $0/4C$ می‌باشد. با وصل کردن کلید K، در مدت $0/04s$ بار کره تخلیه می‌شود. اندازه‌ی جریان متوسط عبوری از سیم رسانا چند آمپر و در کدام جهت است؟



۱) $10A$، جریان درون سیم از کره‌ی رسانا به سمت زمین است.
۲) $10A$، جریان درون سیم از زمین به سمت کره‌ی رسانا است.
۳) $1A$، جریان درون سیم از کره‌ی رسانا به سمت زمین است.
۴) $1A$، جریان درون سیم از زمین به سمت کره‌ی رسانا است.

قانون اهم

۱۳- اگر اختلاف پتانسیل دو سر یک رسانا را در دمای ثابت سه برابر کنیم، جریان آن ۲ آمپر افزایش می‌یابد. جریان اولیه در این مقاومت چند آمپر بوده است؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۴- به دو سر رسانایی به مقاومت 5Ω، اختلاف پتانسیل ۶۰ ولت وصل کرده‌ایم. در هر دقیقه چند کولن بار الکتریکی از این رسانا می‌گذرد؟

۱) ۷۲ ۲) ۱۸۰ ۳) ۷۲۰ ۴) ۱۸

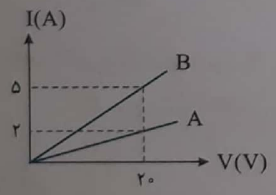
۱۵- به دو سر رسانایی به مقاومت الکتریکی 20Ω اختلاف پتانسیل V ولت وصل می‌کنیم. اگر در مدت ۱/۵ دقیقه، تعداد $4/5\times10^{20}$ الکترون در رسانا شارش کند و $e=1/6\times10^{-19}$ کولن باشد، V برابر است با .....

۱) ۲۵ ۲) ۲۰ ۳) ۱۲ ۴) ۱۶

۱۶- از دو سیم با مقاومت‌های نامساوی جریان‌های الکتریکی با شدت مساوی می‌گذرد، پس از گذشت زمان معین .....

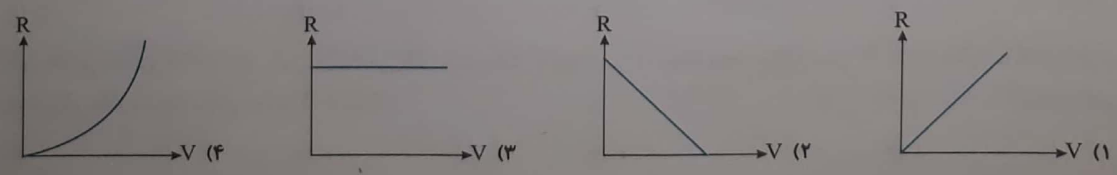
۱) بار الکتریکی که از مقاومت بزرگ‌تر گذشته بیش‌تر است. ۲) بار الکتریکی که از مقاومت بزرگ‌تر گذشته کم‌تر است.
۳) بار الکتریکی که از هر یک از دو مقاومت گذشته برابر است. ۴) توان الکتریکی مصرف شده در هر دو مقاومت برابر است.

۱۷- نمودار جریان گذرنده از دو مقاومت الکتریکی A و B بر حسب اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها مطابق شکل زیر است. مقاومت الکتریکی B چند برابر مقاومت الکتریکی A است؟



۱) $\frac{10}{3}$ ۲) $\frac{3}{10}$ ۳) $\frac{5}{2}$ ۴) $\frac{2}{5}$

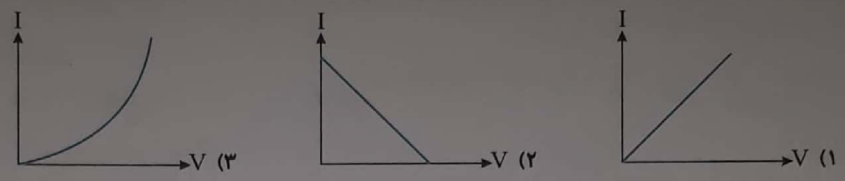
۱۸- کدام‌یک از نمودارهای زیر، مقاومت الکتریکی یک رسانای اهمی را بر حسب اختلاف پتانسیل دو سر آن درست نشان می‌دهد؟ (دمای رسانا ثابت فرض شود.)



۱) ۲) ۳) ۴)

Scanned by CamScanner

۱۹- نمودار جریان بر حسب ولتاژ یک رسانا، مطابق کدام گزینه می‌تواند باشد؟ (برگرفته از کتاب درسی)



۱) V ۲) V ۳) V ۴) گزینه‌ی (۱) و (۳)

۲۰- یک لامپ چراغ قوه‌ی کوچک از یک باتری ۱/۵v، جریانی برابر ۳۰۰mA می‌کشد. (با فرض آنکه رشته‌ی لامپ یک رسانای اهمی باشد) اگر باتری ضعیف شود و ولتاژ به ۱/۲V افت کند، جریان چند میلی‌آمپر تغییر می‌کند؟ (برگرفته از کتاب درسی)

۱) ۲۰ ۲) ۳۰ ۳) ۶۰ ۴) ۸۰

عوامل مؤثر در مقاومت الکتریکی

۲۱- یکای مقاومت ویژه‌ی یک ماده در SI کدام است؟

۱) $\frac{\Omega}{m}$ ۲) $\Omega.m$ ۳) $\Omega.m^2$ ۴) $\frac{\Omega}{m^2}$

۲۲- طول سیمی ۱۲۰ سانتی‌متر و سطح مقطع آن ۰/۴۲ میلی‌متر مربع و مقاومت ویژه‌ی آن $1/68\times10^{-8}\Omega.m$ است. مقاومت الکتریکی این سیم چند اهم است؟

۱) ۰/۰۴۸ ۲) ۰/۴۸ ۳) ۴/۸ ۴) ۴۸

۲۳- پیچه‌ای از ۱۰۰ دور سیم مسی به قطر مقطع ۲ mm تشکیل شده و به صورت یک لایه دور استوانه‌ای به شعاع ۱۰ سانتی‌متر پیچیده شده است. مقاومت الکتریکی سیم پیچیده شده تقریباً چند اهم است؟ $(\rho_{مس}=1/7\times10^{-8}\ \Omega.m)$ (سراسری خارج از کشور ریاضی - ۸۹)

۱) ۰/۱۷ ۲) ۰/۳۴ ۳) ۱۷ ۴) ۳۴

۲۴- جرم دو سیم مسی A و B برابر ولی قطر سیم A، ۰/۲ برابر قطر سیم B است. مقاومت الکتریکی سیم A چند برابر مقاومت الکتریکی سیم B است؟

۱) ۲۵ ۲) ۶۲۵ ۳) ۱۵ ۴) ۲۲۵

۲۵- ابعاد یک مکعب مستطیل فلزی ۱، ۲ و ۴ سانتی‌متر است. این مکعب مستطیل را می‌توان از هر یک از دو وجه مقابل آن در مدار قرار داد. نسبت بزرگ‌ترین مقاومت آن به کوچک‌ترین مقاومت آن چند است؟

۱) ۴ ۲) ۸ ۳) ۱۶ ۴) ۲۴

۲۶- مقاومت الکتریکی ستونی از جیوه که در یک لوله‌ی شیشه‌ای قرار دارد R است. تمام این جیوه را در لوله‌ی شیشه‌ای دیگری می‌ریزیم. سطح مقطع ستون جیوه در این لوله $\frac{1}{5}$ حالت اول است. مقاومت الکتریکی ستون جیوه در این حالت برابر است با .....

۱) 5R ۲) 25R ۳) $\frac{R}{5}$ ۴) $\frac{R}{25}$

۲۷- جرم دو سیم مسی A و B با هم برابر است ولی قطر مقطع سیم A، $\sqrt{2}$ برابر قطر مقطع سیم B است. اگر مقاومت الکتریکی سیم B برابر 10Ω باشد، مقاومت الکتریکی سیم A چند اهم است؟ (سراسری ریاضی- ۹۰)

۱) ۲/۵ ۲) ۵ ۳) ۱۲/۵ ۴) ۲۰

۲۸- قطر مقطع سیم مسی A، ۲ برابر قطر مقطع سیم مسی B و طول آن نیز $\frac{1}{4}$ طول سیم B است. اگر مقاومت سیم A برابر 5Ω باشد، مقاومت سیم B چند اهم است؟ (سراسری خارج از کشور ریاضی - ۹۰)

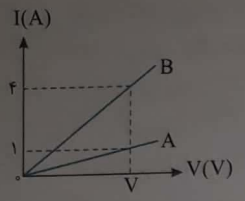
۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۴۰ ۴) ۸۰

۲۹- طول سیم مسی A، دو برابر طول سیم مسی B است و قطر مقطع سیم A، نصف قطر مقطع سیم B است. مقاومت الکتریکی سیم A، چند برابر مقاومت الکتریکی سیم B است؟ (سراسری تجربی - ۹۱)

۱) $\frac{1}{2}$ ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) ۸

Scanned by CamScanner

۳۰- نمودار جریان عبوری از دو سیم رسانای مجزای A و B بر حسب ولتاژ دو سر آن‌ها، مطابق شکل روبه‌رو است. اگر طول سیم A، ۲ برابر طول سیم B و قطر مقطع سیم A، $\frac{\sqrt{5}}{2}$ برابر قطر مقطع سیم B باشد، نسبت مقاومت ویژه‌ی الکتریکی سیم A به مقاومت ویژه‌ی الکتریکی سیم B کدام است؟ (قلم‌چی)



۱) $\frac{2}{5}$ ۲) $\frac{5}{2}$ ۳) $\frac{8}{5}$ ۴) $\frac{5}{8}$

۳۱- دو رسانای A و B هم‌جنس و هم‌طول هستند. رسانای A سیمی به قطر ۱mm و رسانای B یک لوله‌ی توخالی به قطر خارجی ۳mm و قطر داخلی ۲mm است. $\frac{R_A}{R_B}$ کدام است؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۵ ۴) ۴

۳۲- سیم‌های فلزی C، B و A قطر یکسان دارند و به ترتیب از راست به چپ مقاومت ویژه و طول آن‌ها (L, ρ)، $(L, 0/5\rho)$ و $(2L, 1/5\rho)$ می‌باشد. کدام رابطه بین مقاومت سیم‌ها (R) درست است؟ (سراسری خارج از کشور تجربی - ۹۴)

۱) $R_A = 3R_C$ ، $R_C = 2R_B$ ۲) $R_B = 6R_A$ ، $R_A = 3R_C$

۳) $R_A = 3R_C$ ، $R_B = 2R_C$ ۴) $R_A = 6R_B$ ، $R_C = 3R_A$

۳۳- دو سیم فلزی A و B دارای طول و مقاومت الکتریکی مساوی‌اند. اگر جرم سیم B، $\frac{2}{3}$ جرم سیم A و چگالی آن $\frac{1}{3}$ چگالی سیم A باشد، مقاومت ویژه‌ی سیم B چند برابر مقاومت ویژه‌ی سیم A است؟ (سراسری تجربی - ۹۵)

۱) $\frac{1}{3}$ ۲) $\frac{1}{2}$ ۳) ۳ ۴) ۲

۳۴- دو سیم هم‌طول مسی و آلومینیومی، در یک دمای معین، دارای مقاومت الکتریکی مساوی‌اند. اگر چگالی مس و آلومینیوم به ترتیب $9\frac{g}{cm^3}$ و $2/7\frac{g}{cm^3}$ و مقاومت ویژه‌ی مس $\frac{1}{2}$ برابر مقاومت ویژه‌ی آلومینیوم باشد، جرم سیم آلومینیومی چند برابر جرم سیم مسی است؟ (سراسری ریاضی - ۹۶)

۱) $\frac{3}{5}$ ۲) $\frac{4}{5}$ ۳) $\frac{5}{4}$ ۴) $\frac{5}{3}$

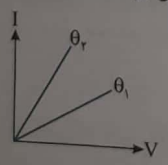
۳۵- از سیمی به طول ۲۵ متر که اختلاف پتانسیل ۳ ولت در دو سر آن برقرار است، جریان ۱/۲ آمپر عبور می‌کند. اگر مقاومت ویژه سیم $1/8\times10^{-8}\Omega m$ و چگالی آن $8\frac{g}{cm^3}$ باشد، جرم سیم چند گرم است؟ (سراسری خارج از کشور ریاضی - ۹۶)

۱) ۱۸ ۲) ۳۶ ۳) ۵۴ ۴) ۷۲

۳۶- مقاومت الکتریکی لامپ معمولی با رشته‌ی تنگستن، ..... (سراسری تجربی - ۹۴)

۱) پس از روشن شدن لامپ، کاهش می‌یابد.
۲) پس از روشن شدن لامپ به صفر می‌رسد.
۳) هنگامی که لامپ خاموش است، صفر است.
۴) هنگام روشن بودن بیش‌تر از هنگام خاموش بودن است.

۳۷- نمودار I-V برای یک قطعه از جسمی در دو دمای θ_1 و θ_2 $(\theta_2 > \theta_1)$ مطابق شکل است. کدام گزینه در مورد جنس قطعه درست است؟ (از تغییر ابعاد جسم درنتیجه تغییر دما صرف‌نظر شود.)



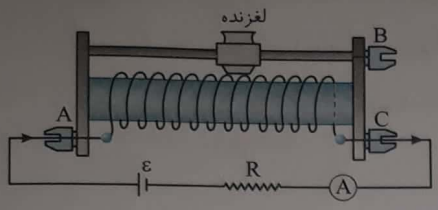
۱) رسانا ۲) نیم‌رسانا
۳) نارسانا ۴) گزینه‌ی (۱) و (۲) می‌تواند درست باشد.

۳۸- در جاروهای برقی معمولاً از سیم‌های مسی نمره‌ی (۲۰) قطر ۰/۸mm استفاده می‌شود. اگر طول سیم یک جاروبرقی ۲۴ متر باشد، مقاومت الکتریکی سیم در دمای $20^\circ C$ چند اهم است؟ $(\pi = 3 , \rho_{مس} = 1/7\times10^{-8}\Omega.m)$

۱) ۱۷ ۲) ۸/۵ ۳) ۸۵ ۴) ۱/۷

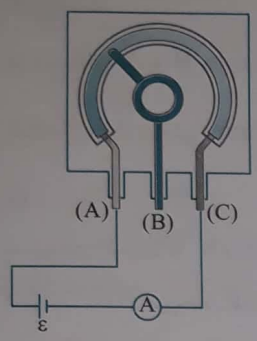
Scanned by CamScanner

۳۹- **اگر در مدار روبه‌رو لغزنده به سمت B حرکت کند، شدت جریانی که آمپرسنج نشان می‌دهد چگونه تغییر می‌کند؟** (سراسری تجربی - ۸۸)



۱) ثابت می‌ماند.
۲) کم می‌شود.
۳) زیاد می‌شود.
۴) بسته به مقدار R ، ممکن است کم و یا زیاد شود.

۴۰- **شکل مقابل مربوط به یک پتانسیومتر می‌باشد. اگر لغزنده را ساعتگرد بچرخانیم، شدت جریانی که آمپرسنج نشان می‌دهد .....**



۱) افزایش می‌یابد.
۲) کاهش می‌یابد.
۳) ثابت می‌ماند.
۴) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

بخش دوم: نیروی محرکه‌ی الکتریکی و مدارها

- وسیله‌ای که با انجام کار روی بار الکتریکی جریان ثابتی از بارهای الکتریکی در یک مدار ایجاد می‌کند منبع نیروی محرکه‌ی الکتریکی (emf) نامیده می‌شود.

تعریف

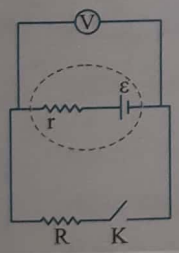
۱- کاری را که مولد روی واحد بار الکتریکی مثبت انجام می‌دهد تا آن را از پایانه با پتانسیل کم‌تر به پایانه با پتانسیل بیش‌تر ببرد، نیروی محرکه‌ی الکتریکی گویند.

$$\varepsilon=\frac{\Delta W}{\Delta q}$$

۲- مقدار انرژی را که مولد به واحد بار الکتریکی مثبت می‌دهد تا در مدار شارش کند، نیروی محرکه الکتریکی مولد گویند.

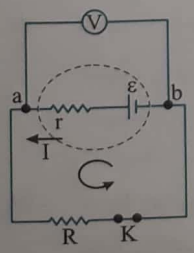
$$\varepsilon=\frac{\Delta U}{\Delta q}$$

۳- اختلاف پتانسیل دو سر باتری، هنگامی‌که از آن جریانی گرفته نشود (مدار باز باشد) را نیروی محرکه باتری گویند، در شکل روبه‌رو ولت‌سنج نیروی محرکه‌ی باتری را نشان می‌دهد.



تحلیل مدار ساده شامل یک باتری

- در مدار ساده‌ی روبه‌رو جریان مدار به کمک رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید:



$$I=\frac{\varepsilon}{R+r} \quad (۱)$$

- هنگامی‌که کلید K باز است، ولت‌سنج نیروی محرکه‌ی باتری را نمایش می‌دهد و هنگامی‌که کلید K بسته می‌شود و در مدار جریان برقرار می‌شود، ولت‌سنج عدد کم‌تری را نمایش می‌دهد زیرا جریان باید از مقاومت درونی باتری (r) بگذرد که سبب **افت پتانسیل** (Ir) می‌شود و ولتاژ دو سر باتری به اندازه Ir از نیروی محرکه‌ی باتری کم‌تر است.

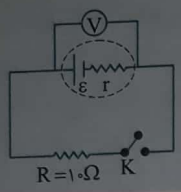
$$V=\varepsilon-Ir \quad (۲)$$

Scanned by CamScanner

از ترکیب رابطه‌ی (۱) و (۲) رابطه‌ی ولتاژ دو سر باتری بر حسب مقاومت خارجی به‌دست می‌آید:

$$V_{\text{ولتاژ دو سر باتری}} = \frac{\varepsilon}{R+r} R$$

تست ۴: در شکل مقابل وقتی کلید K باز است، ولت‌سنج ۲۴V را نشان می‌دهد. اگر کلید K را ببندیم، ولت‌سنج ۲۰V را نشان خواهد داد. مقاومت درونی باتری چند اهم است؟



۱) ۴
۲) ۳
۳) ۲
۴) ۱

پاسخ: وقتی کلید K باز است، ولت‌سنج نیروی محرکه‌ی باتری را نشان می‌دهد.

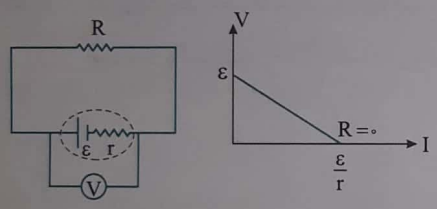
$$V = \frac{R}{R+r}\varepsilon \Rightarrow ۲۰ = \frac{۱۰}{۱۰+r} \times ۲۴ \Rightarrow r = ۲\Omega$$

بنابراین گزینه‌ی (۳) درست است.

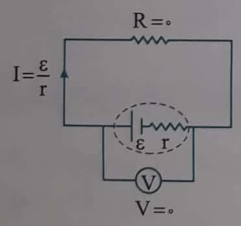
نکته: **اگر با باز و بسته شدن کلید در عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد تغییری حاصل نشود، خواهیم داشت:**

$$V = \varepsilon \Rightarrow Ir \approx ۰ \Rightarrow \begin{cases} r \approx ۰ & \text{مقاومت درونی ناچیز باشد} \\ I \approx ۰ & \begin{cases} \text{مدار باز است} \\ \text{مقاومت خارجی } R \text{ بسیار بزرگ است} \end{cases} \end{cases}$$

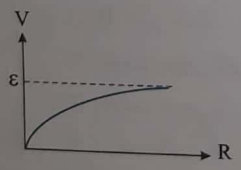
نمودارهای V–I و V–R یک باتری



- نمودار اختلاف پتانسیل دو سر مولد بر حسب جریان گرفته شده از آن در مدار روبه‌رو یک خط راست مایل است. $(V = \varepsilon - Ir)$
- عرض از مبدأ این نمودار، نیروی محرکه‌ی مولد است.
- منفی شیب این نمودار برابر مقاومت درونی مولد است.



وقتی دو سر باتری مطابق شکل با یک سیم بدون مقاومت به هم وصل شوند، ولت‌سنج عدد صفر را نشان می‌دهد و جریان مدار برابر $I = \frac{\varepsilon}{r}$ است.



- اگر $R = ۰$ باشد، $V = ۰$ می‌شود و همان‌گونه که گفتیم اگر مقاومت خارجی بسیار بزرگ باشد شبیه مدار باز عمل می‌کند و افت پتانسیل باتری صفر می‌شود و $V = \varepsilon$ می‌شود.

نمودار اختلاف پتانسیل دو سر مولد بر حسب مقاومت خارجی مدار به صورت روبه‌رو است:

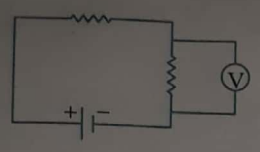
$$V = \frac{R}{R+r}\varepsilon$$

وسایل اندازه‌گیری

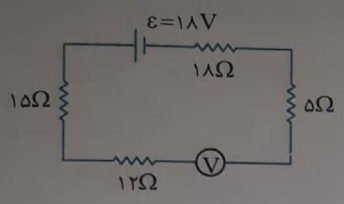
ولت‌سنج

وسیله‌ای است برای اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل دو نقطه از مدار. در شاخه‌های موازی اختلاف پتانسیل‌ها با هم برابرند. پس ولت‌سنج باید به‌طور موازی در مدار قرار گیرد.

Scanned by CamScanner



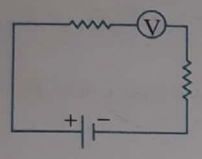
- مقاومت ولت‌سنج باید نسبت به مقاومت مدار بسیار بزرگ باشد، تا جریان کوچکی از ولت‌سنج بگذرد و در مدار اختلال ایجاد نشود.
- اگر ولت‌سنج آرمانی نباشد اختلاف پتانسیل بین دو نقطه را از مقدار واقعی آن کم‌تر نشان می‌دهد.



پرسش: ولت‌سنجی مطابق شکل در مدار قرار دارد. ولت‌سنج چه عددی را نشان می‌دهد؟

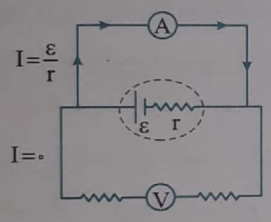
پاسخ: اگر ولت‌سنج را به اشتباه، به طور سری در مدار قرار دهیم، به دلیل مقاومت زیاد ولت‌سنج، جریان مدار به شدت افت می‌کند. $(I \approx 0)$ در این حالت هیچ‌یک از مقاومت‌های مدار افت پتانسیل ندارند $(IR \approx 0)$. پس ولت‌سنج نیروی محرکه‌ی مولد، یعنی همان ۱۸V را نشان می‌دهد.

آمپرسنج



وسیله‌ای است برای اندازه‌گیری شدت جریان مدار. در شاخه‌های متوالی، جریان‌ها یکسان است به همین دلیل آمپرسنج به‌طور متوالی (سری) در مدار بسته می‌شود و باید مقاومت آن ناچیز باشد تا در جریان مدار اختلال ایجاد نکند.

- چنانچه آمپرسنج را به طور موازی (اشتباهاً) به مدار متصل کنیم، شبیه اتصال کوتاه عمل کرده، جریان زیادی از آن خواهد گذشت و باعث آسیب رسیدن به آمپرسنج می‌شود.
- اگر آمپرسنج آرمانی نباشد عددی که نشان می‌دهد از جریان واقعی کم‌تر است.



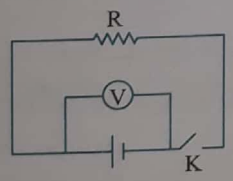
نکته: اگر در یک مدار به‌طور اشتباه ولت‌سنج و آمپرسنج مطابق شکل روبه‌رو بسته شوند، آن‌گاه ولت‌سنج عدد صفر و آمپرسنج $I=\frac{\varepsilon}{r}$ را نشان می‌دهد. (این نکته در پاسخ تست‌ها بررسی می‌شود.)

پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش دوم

نیروی محرکه‌ی الکتریکی - تحلیل مدار تک‌حلقه با یک مولد

۴۱- اگر در شکل زیر با باز کردن و بستن کلید K تغییری قابل ملاحظه در آن‌چه که ولت‌سنج نشان می‌دهد حاصل نشود، بدان معنی است که .....

(سراسری خارج از کشور ریاضی - ۸۵)



۱) R ناچیز است.
۲) مقاومت درونی باتری در مقایسه با R ناچیز است.
۳) مقاومت درونی باتری با R برابر است.
۴) در هر حالتی عدد ولت‌سنج تغییری نمی‌کند.

۴۲- در کدام‌یک از حالت‌های زیر اختلاف پتانسیل دو سر یک مولد تقریباً برابر با نیروی محرکه‌ی آن است؟

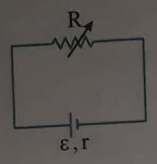
۱) مقاومت خارجی مدار خیلی زیاد باشد.
۲) مقاومت خارجی مدار خیلی کم باشد.
۳) مقاومت داخلی مولد برابر با مقاومت خارجی باشد.
۴) مقاومت داخلی مولد خیلی زیاد باشد.

۴۳- یک ولت‌سنج، اختلاف پتانسیل دو سر مولدی را در مدار باز ۸V نشان می‌دهد. وقتی از مولد جریان ۲A می‌گذرد، ولت‌سنج اختلاف پتانسیل دو سر مولد را ۶V نشان می‌دهد. نیروی محرکه‌ی مولد و مقاومت درونی آن به ترتیب از راست به چپ چند واحد SI است؟

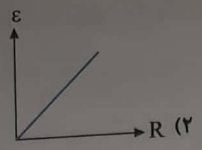
۱) ۲ , ۱۰
۲) ۱ , ۸
۳) ۱ , ۶
۴) ۲ , ۸

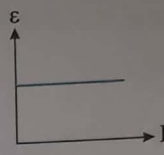
Scanned by CamScanner

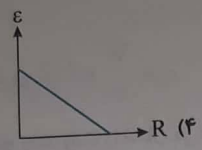
۴۴- در مدار شکل زیر با تغییر مقاومت خارجی مدار R، نیروی محرکه‌ی دو سر باتری (ε) طبق کدام نمودار زیر تغییر می‌کند؟



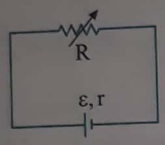
۱)

۲) 

۳) 

۴) 

۴۵- اگر در شکل روبه‌رو، R را از ۲r به r کاهش دهیم، افت پتانسیل در باتری چند برابر می‌شود؟



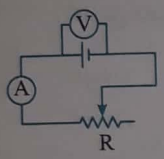
۱) ۲

۲) $\frac{۱}{۲}$

۳) $\frac{۲}{۳}$

۴) $\frac{۳}{۲}$

۴۶- در شکل روبه‌رو، مقاومت R را تغییر می‌دهیم. وقتی آمپرسنج ۲ آمپر را نشان می‌دهد، ولت‌سنج ۲۰ ولت و وقتی آمپرسنج ۳ آمپر را نشان می‌دهد، ولت‌سنج ۱۸ ولت را نشان می‌دهد. نیروی محرکه‌ی مولد چند ولت است؟



۱) ۲۴

۲) ۱۸

۳) ۳۶

۴) ۳۰

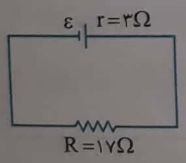
۴۷- یک باتری به نیروی محرکه‌ی ۶ ولت را که مقاومت درونی آن r است به مقاومت R می‌بندیم. جریانی به شدت ۰/۲A از آن عبور می‌کند. افت پتانسیل در مقاومت درونی، $\frac{۱}{۹}$ افت پتانسیل در مقاومت خارجی است $(Ir = \frac{۱}{۹} IR)$. مقاومت R چند اهم است؟ (سراسری ریاضی - ۸۷)

۱) ۱۵ ۲) ۲۰ ۳) ۲۷ ۴) ۳۰

۴۸- یک باتری به مقاومت درونی ۰/۵Ω را یک بار به مقاومت ۲/۵ اهمی و بار دیگر به مقاومت ۳/۵ اهمی می‌بندیم. جریان حالت دوم چند برابر جریان حالت اول است؟

۱) $\frac{۴}{۳}$ ۲) $\frac{۳}{۴}$ ۳) $\frac{۵}{۷}$ ۴) $\frac{۷}{۵}$

۴۹- در مدار شکل روبه‌رو، افت پتانسیل داخل مولد، چند درصد نیروی محرکه‌ی آن است؟



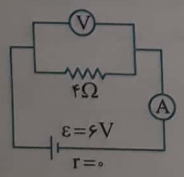
۱) ۱۵٪

۲) ۲۰٪

۳) ۲۵٪

۴) ۳۰٪

۵۰- در شکل روبه‌رو، اگر به‌جای مقاومت ۴Ω یک مقاومت ۸Ω قرار دهیم، مقدارهایی که ولت‌سنج و آمپرسنج با مقاومت ناچیز نشان خواهند داد، نسبت به حالت اول چگونه تغییر می‌کند؟



۱) تغییر نمی‌کند، نصف می‌شود.

۲) تغییر نمی‌کند، دوبرابر می‌شود.

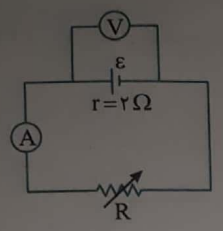
۳) کم‌تر می‌شود، بیش‌تر می‌شود.

۴) بیش‌تر می‌شود، کم‌تر می‌شود.

۵۱- اختلاف پتانسیل دو سر یک مولد با نیروی محرکه‌ی ۶ ولت و مقاومت داخلی ۰/۲۵ اهم وقتی آن را به یک مقاومت خارجی R بسته‌ایم، ۵/۵ ولت است. مقاومت R چند اهم است؟

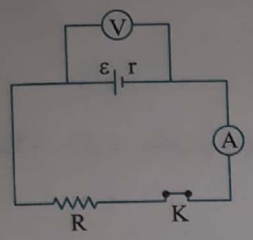
۱) ۰/۵ ۲) ۲/۷۵ ۳) ۱۱ ۴) ۲۲

Scanned by CamScanner



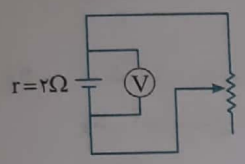
۵۲- در شکل داده شده، ولت‌سنج ۴۰ ولت و آمپرسنج با مقاومت ناچیز، ۴ آمپر را نشان می‌دهد. اگر مقاومت R را تغییر دهیم به طوری که ولت‌سنج ۳۶ ولت را نشان دهد، آمپرسنج چند آمپر را نشان خواهد داد؟ (آزاد تجربی - ۸۹)

۱) ۶
۲) ۴
۳) ۸
۴) ۲



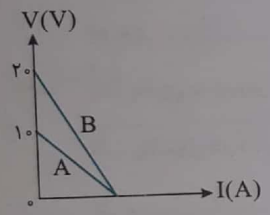
۵۳- در مدار شکل مقابل مقاومت درونی باتری ۲Ω و $\frac{V}{\varepsilon}$ برابر ۰/۸ است و آمپرسنج جریان ۰/۸ آمپر را نشان می‌دهد. اگر کلید را قطع کنیم، ولت‌سنج چند ولت را نشان می‌دهد؟ (سراسری خارج از کشور ریاضی - ۸۶)

۱) ۴
۲) ۶
۳) ۸
۴) ۱۲



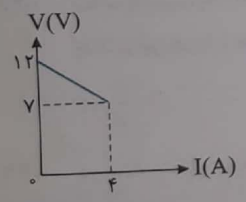
۵۴- در مدار روبه‌رو مقاومتی از رئوستا که در مدار قرار دارد ۲۰Ω است. مقاومت رئوستا را به چند اهم کاهش دهیم تا ولت‌متر $\frac{۱}{۲}$ مقدار اولیه را نشان دهد؟

۱) ۱/۶
۲) ۱۶
۳) ۰/۶
۴) ۶



۵۵- نمودار تغییر ولتاژ دو سر مولدهای A و B بر حسب شدت جریانی که از آن‌ها می‌گذرد، مطابق شکل است. مقاومت درونی مولد B چند برابر مقاومت درونی مولد A است؟ (سراسری خارج از کشور ریاضی - ۸۷)

۱) ۱
۲) ۲
۳) $\frac{۱}{۲}$
۴) ۱۰



۵۶- نمودار تغییرات ولتاژ دو سر مولد بر حسب جریانی که از آن می‌گذرد، مطابق شکل است. نیروی محرکه‌ی مولد و مقاومت درونی آن به ترتیب برابر است با .....

۱) $۰/۵۷\Omega$, $۷V$
۲) $\frac{۱}{۳}\Omega$, $۱۲V$
۳) $۰/۳\Omega$, $۱۲V$
۴) $۱/۲۵\Omega$, $۱۲V$

بخش سوم: توان در مدارهای الکتریکی

توان الکتریکی

- در یک مدار هر گاه بار Δq تحت اختلاف پتانسیل ΔV بین دو نقطه a و b از a به b برود، کار نیرویی که این انتقال را انجام می‌دهد برابر $W=(\Delta q)(\Delta V)$ است و توان الکتریکی در این مسیر خواهد شد:

$$P=\frac{W}{t}=\frac{\Delta q(\Delta V)}{\Delta t}\xrightarrow{I=\frac{\Delta q}{\Delta t}}P=I\Delta V$$

که برای سادگی ΔV را با حرف V نمایش می‌دهیم و می‌نویسیم:

$P=VI$ ⇐ توان الکتریکی

در این رابطه V بر حسب ولت، I بر حسب آمپر و توان بر حسب وات است.

Scanned by CamScanner

تست۵: یک کتری برقی وقتی به برق ۲۲۰ ولت شهر وصل می‌شود جریان ۱۰A از آن می‌گذرد، اگر از این کتری در هر روز به مدت ۵ ساعت استفاده شود، چنان‌چه قیمت برق مصرفی به ازای هر کیلووات - ساعت برابر ۵۰ تومان باشد، قیمت برق مصرفی در مدت یک ماه پاییزی چند تومان خواهد شد؟

۱) ۱۶۵۰۰ ۲) ۳۳۰۰۰ ۳) ۵۴۰۰ ۴) ۷۲۰۰

پاسخ: ابتدا باید بیان کنیم که کیلووات - ساعت واحد اندازه‌گیری تجاری انرژی الکتریکی است. مقدار برق مصرفی در قبض‌های برق بر حسب kWh بیان می‌شود و هر کیلووات ساعت برابر است با:

$$1kWh=(1000\frac{J}{s})\times 3600s=3/6\times 10^6 J$$

اکنون توان مصرفی کتری برقی را حساب می‌کنیم.

$$P=VI\Rightarrow P=220\times 10\Rightarrow P=2/2kW$$

انرژی مصرفی کتری در مدت یک ماه پاییزی خواهد شد:

$$U=Pt\Rightarrow U=2/2\times 30\times 5\Rightarrow U=330kWh$$

قیمت برق مصرفی برابر است با:

بها = ۳۳۰×۵۰ = ۱۶۵۰۰ تومان

بنابراین گزینه‌ی (۱) درست است.

انرژی مصرفی و توان مصرفی در مقاومت

انرژی مصرفی در مقاومت از رابطه‌های زیر به‌دست می‌آید:

$$U=Vq\xrightarrow{q=It}U=VIt\xrightarrow{V=RI}U=RI^2t\xrightarrow{I=\frac{V}{R}}U=\frac{V^2}{R}t$$

به رابطه‌ی $V=RI^2t$ قانون ژول می‌گویند.

توان مصرفی: مقدار انرژی مصرفی در یکای زمان را توان مصرفی می‌گویند.

$$P=\frac{U}{t}\Rightarrow P=VI=RI^2=\frac{V^2}{R}$$

تست۶: هرگاه از مقاومت $R=4\Omega$ جریان I بگذرد، توان مصرفی در مقاومت P وات است. اگر جریان گذرنده از مقاومت را با افزایش ولتاژ ۰/۵A افزایش دهیم، توان مصرفی در مقاومت R، ۲۹ وات تغییر می‌کند. جریان I چند آمپر است؟ (از تغییر مقاومت در اثر گرما صرف نظر کنید.)

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۷ ۴) ۶

پاسخ: با افزایش جریان توان مصرفی در مقاومت R افزایش می‌یابد. $(\uparrow P=RI^2\uparrow)$ توان مصرفی در مقاومت R را در دو حالت می‌نویسیم:

$$P=RI^2\Rightarrow P=4I^2 \qquad (1)$$

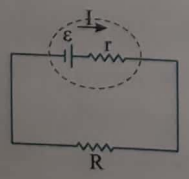
$$P'=RI'^2\xrightarrow{P'=P+29,\ I'=I+0/5}P+29=4(I+0/5)^2 \qquad (2)$$

با توجه به رابطه‌های (۱) و (۲) می‌توان نوشت:

$$4I^2+29=4(I^2+I+0/25)\Rightarrow 4I^2+29=4I^2+4I+1\Rightarrow I=7A$$

بنابراین گزینه‌ی (۳) درست است.

توان خروجی باتری[1]



- در شکل روبه‌رو یک باتری در یک مدار قرار دارد و جریان I از آن می‌گذرد. می‌دانیم اختلاف پتانسیل دو سر باتری $V=\varepsilon-Ir$ است و توان مصرفی در مقاومت خارجی R یا توان خروجی باتری برابر است با:

$$P_{\text{خروجی باتری}}=V_{\text{خروجی باتری}}I\Rightarrow P=(\varepsilon-Ir)I\Rightarrow P=\varepsilon I-rI^2$$

در این رابطه، P توان خروجی یک مولد واقعی (باتری)، εI توان تولیدی مولد (توان کل) و rI^2 توان تلف شده در مقاومت درونی باتری است.

۱- توان خروجی باتری در مثال ۲-۶ صفحه‌ی ۵۵ کتاب درسی مورد پرسش قرار گرفته است.

Scanned by CamScanner

- اگر توان خروجی باتری را به صورت $P=-rI^2+\varepsilon I$ بنویسیم، بهتر متوجه می‌شویم که با یک تابع درجه ۲ روبه‌رو هستیم که نمودار آن یک سهمی است.

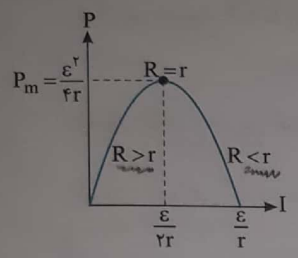
با توجه به مختصات رأس سهمی $(y=ax^2+bx+c)$، $x=\frac{-b}{2a}$، می‌توان نوشت:

$$P=-rI^2+\varepsilon I \Rightarrow (I=\frac{\varepsilon}{2r}, P_{max}=\frac{\varepsilon^2}{4r})$$

- با توجه به جریان مدار $I=\frac{\varepsilon}{R+r}$ و جریان در حالتی که توان بیشینه است $I=\frac{\varepsilon}{2r}$ نتیجه می‌شود:

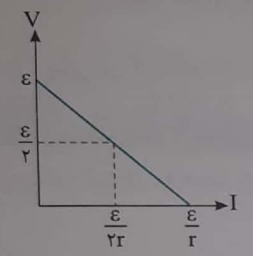
$$\frac{\varepsilon}{R+r}=\frac{\varepsilon}{2r} \Rightarrow \boxed{R=r}$$

* هرگاه $R=r$ شود ← بیشترین حالت توان که برابر $I=\frac{\varepsilon}{2r}$

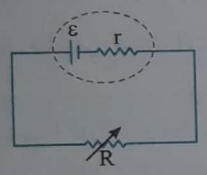


- در حالت بیشینه توان، ولتاژ دو سر باتری خواهد شد:

$$V=IR=\frac{\varepsilon}{R+r}\times R \xrightarrow{R=r} V=\frac{\varepsilon}{2}$$



تست ۷: در شکل روبه‌رو در ابتدا $r<R$ است. اگر مقاومت متغیر R را کاهش دهیم، توان خروجی باتری چه تغییری می‌کند؟



۱) همواره افزایش می‌یابد.

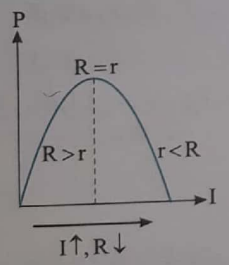
۲) همواره کاهش می‌یابد.

۳) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

۴) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

پاسخ: با کاهش R، جریان افزایش می‌یابد. در ابتدا $R>r$ است و با کاهش R ابتدا به حالتی می‌رسیم که $R=r$ می‌شود و توان افزایش یافته و بیشینه می‌شود و پس از آن با کاهش R، توان کاهش می‌یابد.

بنابراین گزینه‌ی (۳) درست است.



نتیجه تغییر مقاومت خارجی R به تنهایی چگونگی تغییر توان خروجی (توان مصرفی در R) را مشخص نمی‌کند.

پرسش‌های چهار گزینه‌ای بخش سوم

انرژی و توان مصرفی در یک مقاومت

۵۷- ولت‌آمپر معادل است با .....

۱) پاسکال ۲) ژول بر ثانیه ۳) نیوتون ۴) نیوتون متر

۵۸- از یک مقاومت ۵ اهمی جریان الکتریکی ثابتی عبور کرده و در نتیجه با عبور ۲۰۰ کولن الکتریسیته، ۴۰۰۰ J گرما تولید شده است. زمان عبور این مقدار الکتریسیته چند ثانیه است؟

(سراسری خارج از کشور تجربی - ۸۵)

۱) ۲۰ ۲) ۲۵ ۳) ۴۰ ۴) ۵۰

Scanned by CamScanner

۵۹- اختلاف پتانسیل $17V$ به دو سر یک سیم مسی به طول ۳۰ متر و شعاع مقطع $1mm$ اعمال می‌شود. آهنگ تولید انرژی گرمایی در سیم چند وات است؟ $(\rho=1/7\times10^{-8}\Omega.m, \pi=3)$

(سراسری خارج از کشور تجربی - ۹۶)

۱) ۱۷۰۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۱۷۰ ۴) ۱۰

۶۰- در دو سر یک سیم نیکروم (آلیاژ کروم و نیکل) به طول ۲ متر و سطح مقطع $0/2\ mm^2$ اختلاف پتانسیل ۲۰۰ ولت برقرار کرده‌ایم. در مدت ۲۰ دقیقه، چند کیلووات ساعت انرژی در این سیم مصرف می‌شود؟ (مقاومت ویژه‌ی نیکروم $10^{-6}\Omega.m$ است.)

(سراسری خارج از کشور تجربی - ۸۶)

۱) ۲ ۲) ۲۰۰ ۳) $\frac{4}{3}$ ۴) $\frac{400}{3}$

۶۱- در سیمی به طول $12m$ با اختلاف پتانسیل V، در مدت ۲۵ ثانیه $2000J$ گرما ایجاد شده است. در چند متر از آن با همان اختلاف پتانسیل در ۱۵ ثانیه همان مقدار گرما ایجاد می‌شود؟

۱) ۲۰ ۲) ۷/۲ ۳) ۸ ۴) ۱۸

۶۲- دو سیم رسانای A و B هم‌جنس هستند. جرم A نصف جرم B و طول A، ۳ برابر طول B است. اگر از هر دو جریان مساوی عبور کند، توان مصرفی در A چند برابر B است؟

(گزینه دو)

۱) ۹ ۲) ۱۸ ۳) ۶ ۴) ۱۴

۶۳- اگر جریان گذرنده از یک مقاومت $3A$ اضافه شود، توان مصرفی در آن ۴ برابر می‌شود. جریان گذرنده از این مقاومت در ابتدا چند آمپر بوده است؟

۱) ۱ ۲) ۴ ۳) ۳ ۴) ۶

۶۴- اگر جریان گذرنده از یک رسانا ۲۰ درصد اضافه شود، با فرض ثابت بودن دما، کدام‌یک از موارد زیر اتفاق می‌افتد؟

۱) مقاومت آن ۲۰ درصد کاهش می‌یابد.
۲) مقاومت آن ۲۰ درصد افزایش می‌یابد.
۳) توان مصرفی در آن ۴۴ درصد زیاد می‌شود.
۴) اختلاف پتانسیل دو سر آن ۴۴ درصد زیاد می‌شود.

۶۵- یک گرم‌کن الکتریکی با اختلاف پتانسیل ۱۲۰ ولت، توان ۴۸۰ وات مصرف می‌کند. جریان (بر حسب آمپر) و انرژی مصرفی آن (بر حسب کیلووات ساعت) در مدت ۵ ساعت به ترتیب از راست به چپ عبارتند از .....

۱) ۴۸ , ۰/۲۵ ۲) ۴/۸ , ۲ ۳) ۲/۴ , ۴ ۴) ۳۰ , ۴

۶۶- توان حرارتی یک مقاومت، با برق ۱۱۰ ولت برابر با ۱۰۰ وات است. اگر این مقاومت به برق ۲۲۰ ولت وصل شود، در هر ثانیه چند ژول انرژی حرارتی ایجاد می‌کند؟

۱) ۱۰۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۴۰۰ ۴) ۸۰۰

۶۷- اگر در شهر تهران در هر خانه یک لامپ اضافی ۱۰۰ واتی به مدت ۵ ساعت در شب خاموش شود، در طول یک ماه پاییزی چند میلیارد ریال در مصرف برق صرفه‌جویی می‌شود؟ (بهای هر کیلووات ساعت برق مصرفی، ۱۰۰ ریال و تعداد خانه‌های شهر تهران دو میلیون فرض شود.)

(سراسری خارج از کشور ریاضی - ۸۸)

۱) ۱ ۲) ۳ ۳) ۱۰ ۴) ۳۰

۶۸- روی لامپی اعداد ۲۲۰ ولت و ۱۰۰ وات نوشته شده است. اگر آن را به مدت ۰/۵ ساعت به برق ۱۱۰ ولت وصل کنیم، انرژی الکتریکی مصرف شده چند کیلوژول می‌شود؟ (مقاومت الکتریکی لامپ ثابت فرض شده است.)

(سراسری خارج از کشور ریاضی - ۸۶)

۱) ۱۸۰ ۲) ۴۵ ۳) ۳۶۰ ۴) ۵۴

۶۹- لامپی با مشخصات $12V$ و $36W$ را به منبع برق ۸ ولت وصل می‌کنیم. اگر مقاومت الکتریکی لامپ ثابت بماند، توانش در این حالت چند وات می‌شود؟

(سراسری تجربی- ۸۵)

۱) ۱۶ ۲) ۱۸ ۳) ۲۰ ۴) ۲۴

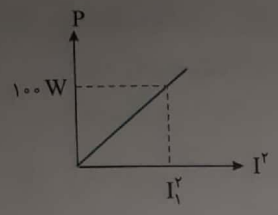
۷۰- رشته‌های التهابی دو لامپ L_1 و L_2 هر دو تنگستن و هم‌طول‌اند، فقط سیم تنگستن مربوط به L_1 ضخیم‌تر است. اگر هر دو را به برق ۲۲۰ ولت وصل کنیم، لامپ ..... با نور بیش‌تری روشن می‌شود، چون مقاومت الکتریکی آن ..... است.

(سراسری خارج از کشور ریاضی - ۸۵)

۱) L_1، بیش‌تر ۲) L_1، کم‌تر ۳) L_2، کم‌تر ۴) L_2، بیش‌تر

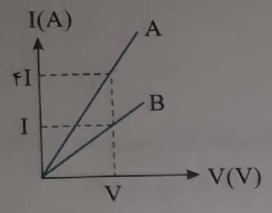
Scanned by CamScanner

۷۱- نمودار توان مصرفی یک مقاومت ۲۵Ω بر حسب مربع جریان به صورت مقابل است. جریان $I_۱$ چند آمپر است؟



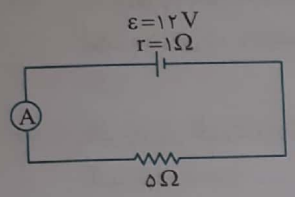
۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

۷۲- در شکل مقابل، نمودار جریان عبوری از دو مقاومت بر حسب ولتاژ دو سر آن‌ها رسم شده است. در صورتی که از دو مقاومت جریان یکسانی عبور کند، توان مصرفی مقاومت A چند برابر توان مصرفی مقاومت B می‌باشد؟



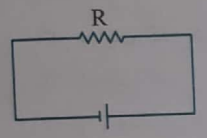
۱) ۱۶
۲) $\frac{۱}{۱۶}$
۳) $\frac{۱}{۴}$
۴) ۴

۷۳- در شکل داده شده، انرژی الکتریکی مصرف شده در مقاومت ۵ اهمی در مدت یک دقیقه چند ژول است؟ (مقاومت آمپرسنج ناچیز است.)
(آزاد ریاضی - ۸۹)



۱) ۶۰۰
۲) ۱۲۰۰
۳) ۲۴۰۰
۴) ۱۸۰۰

۷۴- در شکل روبه‌رو، اگر اختلاف پتانسیل دو سر باتری برابر با ۸۰ ولت و توان مصرفی در مقاومت R برابر با ۴۰ وات باشد، R برابر با چند اهم است؟

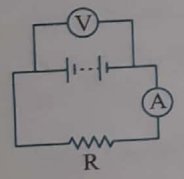


۱) ۲
۲) ۴
۳) ۸۰
۴) ۱۶۰

۷۵- روی یک لامپ اعداد ۱۰۰ وات و ۲۰۰ ولت نوشته شده است و با همان ولتاژ روشن است. اگر به علت افت ولتاژ، توان مصرفی لامپ ۱۹ درصد کاهش پیدا کند، افت ولتاژ چند ولت خواهد بود؟
(سراسری تجربی - ۹۶)

۱) ۱۲
۲) ۱۹
۳) ۲۰
۴) ۸۸

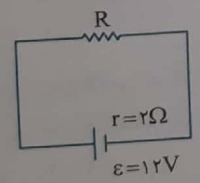
۷۶- در شکل روبه‌رو، ولت‌سنج ۲۰ ولت و آمپرسنج با مقاومت ناچیز، ۴ آمپر را نشان می‌دهد. گرمای تولید شده در مقاومت R در مدت ۵ دقیقه چند ژول است؟



۱) ۴۰۰
۲) ۸۰۰
۳) ۱۲۰۰۰
۴) ۲۴۰۰۰

توان خروجی باتری

۷۷- در مدار روبه‌رو، اگر توان تلف‌شده در مقاومت درونی مولد برابر ۸ وات باشد، مقاومت R چند اهم است؟
(سراسری تجربی - ۹۳)



۱) ۲
۲) ۴
۳) ۶
۴) ۸

۷۸- دو سر یک مقاومت ۱۴ اهمی را به یک باتری با نیروی محرکه‌ی ε و مقاومت درونی ۱Ω می‌بندیم. جریان در مدار ۰/۵ آمپر می‌شود. اندازه‌ی نیروی محرکه‌ی مولد و توان تلف شده در مولد به ترتیب چند ولت و چند وات است؟
(سراسری ریاضی - ۸۵)

۱) ۰/۲۵ , ۳/۵
۲) ۳/۷۵ , ۳/۵
۳) ۰/۲۵ , ۷/۵
۴) ۳/۵۰ , ۷/۵

۷۹- مولدی را یک بار به مقاومت ۴Ω و بار دیگر به مقاومت ۹Ω وصل می‌کنیم. در هر دو حالت در مقاومت‌ها، در مدت معین به یک اندازه گرما تولید می‌شود. مقاومت درونی مولد چند اهم است؟

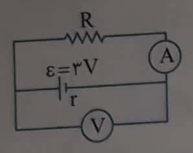
۱) ۲
۲) ۳
۳) ۴
۴) ۶

Scanned by CamScanner

۸۰- وقتی از مولدی جریان ۲A کشیده می‌شود، اختلاف پتانسیل دو سر آن ۷V می‌شود. اگر در این حالت، توان تلف شده در داخل مولد ۴W باشد، نیروی محرکه‌ی آن چند ولت است؟

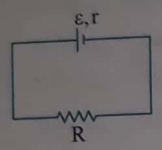
۱) ۹ ۲) ۸ ۳) ۱۰ ۴) ۱۱

۸۱- در شکل روبه‌رو، آمپرسنج ۰/۵A و ولت‌سنج ۲V را نشان می‌دهد. اگر وسایل اندازه‌گیری آرمانی باشند، افت توان در باتری چند وات است؟



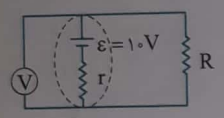
۱) ۰/۳ ۲) ۰/۶ ۳) ۰/۵ ۴) ۰/۹

۸۲- در مدار شکل روبه‌رو، توان خروجی باتری (توان مقاومت R) برابر با نصف توان تولیدی مولد است. حاصل $\frac{r}{R}$ کدام است؟



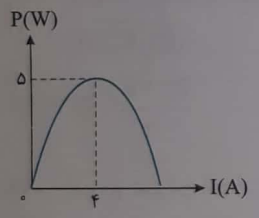
۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$ ۳) ۱ ۴) ۲

۸۳- در شکل مقابل اگر ولت‌متر مقدار ۸ ولت را نشان دهد، چه کسری از توان کل باتری در مقاومت درونی آن تلف می‌شود؟ (گزینه دو)



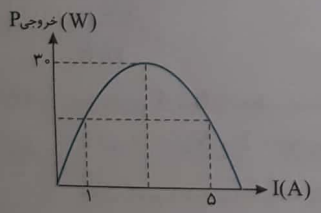
۱) $\frac{۲}{۱۰}$ ۲) $\frac{۱}{۵}$ ۳) $\frac{۲}{۵}$ ۴) $\frac{۱}{۲۰}$

۸۴- نمودار تغییرات خروجی یک باتری بر حسب جریان گرفته شده از آن، مطابق شکل است. نیروی محرکه‌ی مولد چند ولت است؟



۱) ۰/۸ ۲) ۱/۲ ۳) ۲/۵ ۴) ۵

۸۵- نمودار توان خروجی یک مولد بر حسب جریان گذرنده از آن مطابق شکل زیر است. مقاومت درونی و نیروی محرکه‌ی این مولد بر حسب واحدهای SI به‌ترتیب از راست به چپ کدام است؟

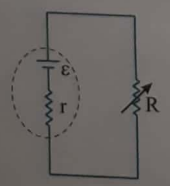


۱) $۱۸, \frac{۱۰}{۳}$ ۲) ۱۸, ۳ ۳) $۲۰, \frac{۱۰}{۳}$ ۴) ۲۰, ۳

۸۶- دو سر یک باتری با نیروی محرکه‌ی ε و مقاومت درونی r را به دو سر مقاومت R وصل می‌کنیم. در این حالت جریان I از آن می‌گذرد. توان خروجی باتری مدار $(RI^۲)$ در حالتی بیشینه است که نسبت $\frac{R}{r}$ برابر ..... شود.

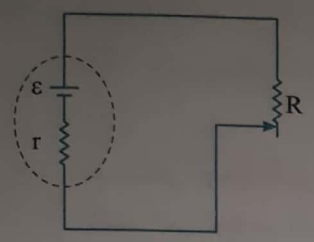
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) بی‌نهایت

۸۷- در مدار شکل روبه‌رو مقاومت متغیر R را از ۳Ω به ۱۲Ω افزایش می‌دهیم، توان خروجی باتری ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد. مقاومت درونی باتری کدام گزینه نمی‌تواند باشد؟



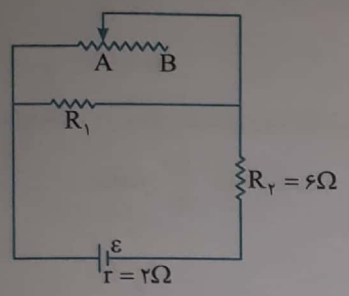
۱) ۶Ω ۲) ۷/۵Ω ۳) ۱۱Ω ۴) ۲Ω

Scanned by CamScanner



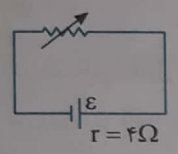
۸۸- در شکل روبه‌رو مقاومت رئوستا را از 5Ω تا 2Ω کاهش می‌دهیم، توان خروجی مولد پیوسته افزایش می‌یابد. کدام گزینه در مورد مقاومت درونی باتری درست است؟

۱) $r \le 2\Omega$
۲) $r \ge 5\Omega$
۳) $2\Omega \le r < 5\Omega$
۴) $r < 2\Omega$



۸۹- در مدار روبه‌رو، وقتی لغزنده‌ی رئوستا از نقطه‌ی A به نقطه‌ی B برده شود، توان مصرفی مقاومت R_1 و توان خروجی مولد به ترتیب چه تغییری می‌کنند؟

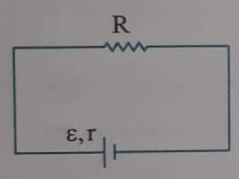
۱) کاهش - افزایش
۲) کاهش - کاهش
۳) افزایش - کاهش
۴) افزایش - افزایش



۹۰- در مدار روبه‌رو، وقتی مقاومت رئوستا برابر ۸ اهم است، توان مفید (توان خروجی مولد) مولد برابر P_1 است. مقاومت رئوستا را به چند اهم برسانیم تا توان خروجی مولد دوباره برابر P_1 شود؟

(سراسری ریاضی - ۹۴)

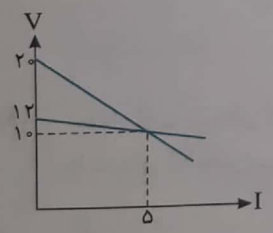
۱) ۱
۲) ۲
۳) ۴
۴) ۶



۹۱- در مدار روبه‌رو به ازای دو مقدار متفاوت R_1 و R_2 برای R، توان خروجی مولد یکسان است. مقاومت درونی مولد برابر با کدام است؟

(سراسری تجربی - ۹۴)

۱) $\sqrt{R_1R_2}$
۲) $\sqrt{R_1^2+R_2^2}$
۳) $\frac{R_1+R_2}{2}$
۴) $\frac{2R_1R_2}{R_1+R_2}$

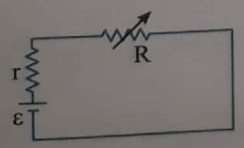


۹۲- نمودار تغییرات اختلاف پتانسیل بر حسب جریان عبوری از دو مولد مطابق شکل زیر می‌باشد. اگر از هر مولد یک پایانه‌ی هم‌نام را به هم وصل کنیم و دو سر مجموعه را به یک مقاومت $5/6\,\Omega$ ببندیم، توان مصرفی در مقاومت برابر چند وات است؟

۱) ۵/۶
۲) ۲۲/۴
۳) ۲۸
۴) ۵۰/۴

۹۳- دو باتری A و B را به‌طور جداگانه به مقاومت‌هایی وصل می‌کنیم و معادله‌ی اختلاف پتانسیل بر حسب جریان هریک در SI به‌صورت $V_A = 18 - 2I$ و $V_B = 6 - I$ می‌شود. حال اگر این دو باتری را از مدارهای خود جدا کرده و یکی از صفحات هم‌نام آن‌ها را به هم وصل کنیم و سپس مجموعه باتری‌ها را به یک مقاومت $5\,\Omega$ ببندیم، توان خروجی و توان ورودی باتری‌ها به‌ترتیب از راست به چپ برابر کدام گزینه است؟

۱) ۶، ۲۲
۲) ۱۱/۲۵، ۲۲/۵
۳) ۸، ۱۴
۴) ۸/۷۵، ۱۴/۵

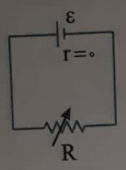


* ۹۴- درمدار شکل روبه‌رو، اگر مقدار R را از $\frac{r}{2}$ تا $2r$ تغییر دهیم، بازده مدار (نسبت توان خروجی مولد به توان تولیدی مولد) چند برابر می‌شود؟ ۱

۱) $\frac{3}{2}$
۲) ۲
۳) $\frac{4}{3}$
۴) ۳

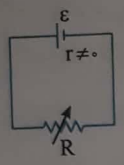
Scanned by CamScanner

* ۹۵- نسبت توان خروجی مولد به توان تولیدی مولد را بازده مولد می‌گویند. در شکل روبه‌رو با افزایش مقاومت متغیر R، بازده مولد و توان خروجی مولد به ترتیب از راست به چپ چه تغییری می‌کند؟



۱) تغییر نمی‌کند - تغییر نمی‌کند.
۲) تغییر نمی‌کند - افزایش می‌یابد.
۳) هر دو کاهش پیدا می‌کنند.
۴) تغییر نمی‌کند - کاهش می‌یابد.

* ۹۶- نسبت توان خروجی مولد به توان تولیدی مولد را بازده مولد می‌گویند. در شکل روبه‌رو با افزایش مقاومت متغیر R بازده مولد و توان خروجی مولد به ترتیب از راست به چپ چه تغییری می‌کند؟



۱) تغییر نمی‌کند - تغییر نمی‌کند.
۲) کاهش می‌یابد - افزایش می‌یابد.
۳) افزایش می‌یابد - ممکن است کاهش یا افزایش یابد.
۴) افزایش می‌یابد - کاهش می‌یابد.

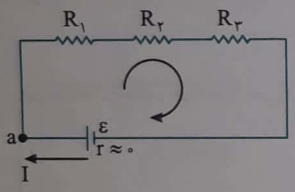
بخش چهارم: ترکیب مقاومت‌ها

الف- مقاومت‌های متوالی (سری)

تعریف متوالی به‌هم بستن مقاومت‌ها پشت سرهم، یکی پس از دیگری که هیچ انشعابی بین آن‌ها وجود نداشته باشد.

مقاومت معادل R_{eq} مقاومتی است که می‌توان به جای مقاومت‌های مدار قرار داد به‌گونه‌ای که وقتی مدار به همان ولتاژ بسته شود، همان جریان در مدار برقرار شود.

مجموع اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌ها با اختلاف پتانسیل دو سر باتری برابر است.



$$V_1+V_2+V_3=V=\varepsilon \Rightarrow IR_1+IR_2+IR_3=\varepsilon \Rightarrow I=\frac{\varepsilon}{R_1+R_2+R_3}$$

با توجه به تعریف مقاومت معادل $I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}}$ می‌توان نوشت:

$$R_{eq}=R_1+R_2+R_3+\cdots+R_n$$

- مقاومت معادل مقاومت‌های متوالی از هر یک از مقاومت‌ها بزرگ‌تر است.

پرسش: آیا می‌توانید نشان دهید که بیان «مجموع اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌ها برابر اختلاف پتانسیل کل اعمال شده است»، معادل قانون پایستگی انرژی است؟

پاسخ: در مدار بالا می‌توان نوشت:

$$\varepsilon=V_1+V_2+V_3$$

با توجه به تعریف اختلاف پتانسیل $V=\frac{\Delta U}{q}$ خواهیم داشت:

$$\frac{\Delta U_{\text{مولد}}}{q}=\frac{\Delta U_{R_1}}{q}+\frac{\Delta U_{R_2}}{q}+\frac{\Delta U_{R_3}}{q} \Rightarrow \Delta U_{\text{مولد}}=\Delta U_{R_1}+\Delta U_{R_2}+\Delta U_{R_3}$$

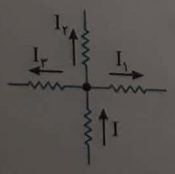
در این صورت انرژی که مولد به مدار می‌دهد با جمع کل انرژی‌های مصرفی در مدار برابر است که این بیان دیگری از قانون پایستگی انرژی است.

ب- مقاومت‌های موازی

تعریف گره: هر نقطه از مدار که محل اتصال بیش از دو سیم است را گره (نقطه‌ی انشعاب) گویند.

شاخه: هر اتصالی بین دو گره (نقطه‌ی انشعاب) در مدار، شاخه نامیده می‌شود.

مجموع جریان‌هایی که به هر نقطه‌ی انشعاب (گره) وارد می‌شود باید برابر با مجموع جریان‌هایی باشد که از آن نقطه‌ی انشعاب (گره) خارج می‌شود. $I=I_1+I_2+I_3$



Scanned by CamScanner

پرسش: آیا می‌توانید نشان دهید که بیان «مجموع جریان‌های ورودی به یک گره با مجموع جریان‌های خروجی از آن برابر است»، بیان دیگری از قانون پایستگی بار الکتریکی است؟

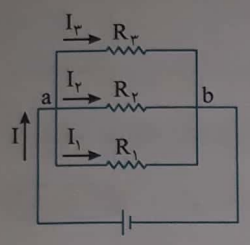
پاسخ: با توجه به تعریف جریان الکتریکی $(I=\frac{\Delta q}{\Delta t})$ خواهیم داشت:

$$\frac{\Delta q}{\Delta t}=\frac{\Delta q_1}{\Delta t}+\frac{\Delta q_2}{\Delta t}+\frac{\Delta q_3}{\Delta t}\Rightarrow \Delta q=\Delta q_1+\Delta q_2+\Delta q_3$$

در واقع می‌توان گفت مجموع بار الکتریکی ورودی به یک نقطه‌ی انشعاب (یک گره) با مجموع بار خروجی از آن گره برابر است که بیان قانون پایستگی بار الکتریکی است.

بستن مقاومت‌ها به‌صورت موازی

- اختلاف پتانسیل دو سر شاخه‌های موازی با هم برابر است، از این رو:



$$V=V_1=V_2=V_3$$

از طرفی داریم:

$$I=I_1+I_2+I_3\Rightarrow \frac{V}{R}=\frac{V_1}{R_1}+\frac{V_2}{R_2}+\frac{V_3}{R_3}\Rightarrow \frac{1}{R_{eq}}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}+\cdots+\frac{1}{R_n}$$

- برای دو مقاومت موازی می‌توان نوشت:

$$R_{eq}=\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}$$

- برای n مقاومت موازی یکسان R می‌توان نوشت:

$$R_{eq}=\frac{R}{n}$$

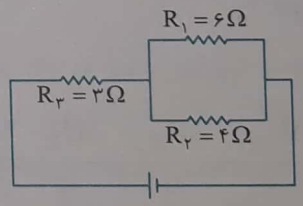
- در مقاومت‌های موازی، جریان به نسبت وارون مقاومت‌ها تقسیم می‌شود.

$$V_1=V_2 \Rightarrow I_1R_1=I_2R_2 \Rightarrow \frac{I_2}{I_1}=\frac{R_1}{R_2}$$

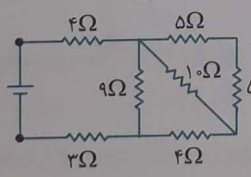
- مقاومت معادل مقاومت‌های موازی از کوچک‌ترین مقاومت موازی، کوچک‌تر است.
- اگر مقدار یکی از مقاومت‌های موازی را افزایش دهیم، مقاومت کل افزایش می‌یابد.
- اگر یک مقاومت به‌طور موازی به مقاومت‌های مدار اضافه شود، مقاومت معادل مدار کاهش می‌یابد.

مثال: در هر یک از مدارهای زیر مقاومت معادل را بیابید.

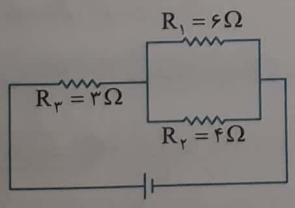
الف)



ب)



پاسخ: الف) مقاومت‌های R_1 و R_2 که بین دو نقطه‌ی انشعاب متوالی بسته شده‌اند با هم موازی هستند و مقاومت معادل آن‌ها خواهد شد:



$$\frac{1}{R_{1,2}}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\Rightarrow \frac{1}{R_{1,2}}=\frac{R_1+R_2}{R_1R_2}\Rightarrow \boxed{R_{1,2}=\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}}$$

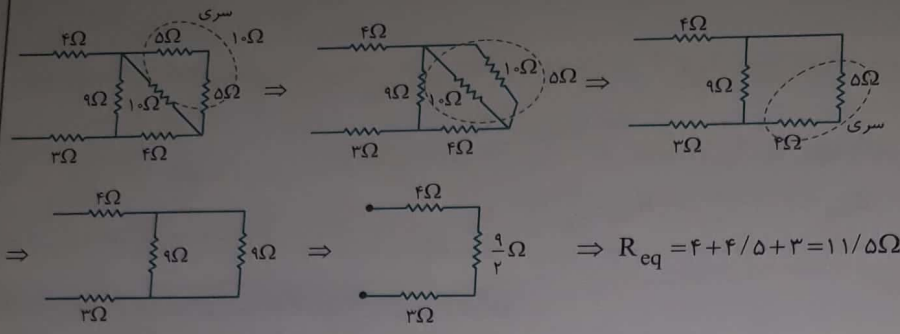
$$R_{1,2}=\frac{6\times 4}{6+4}=2/4\Omega$$

این مقاومت با مقاومت R_3 متوالی است.

$$R_{eq}=R_{1,2}+R_3\Rightarrow R_{eq}=2/4+3=5/4\Omega$$

Scanned by CamScanner

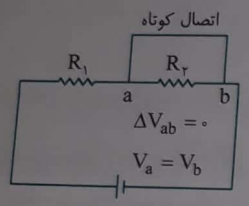
ب) دو مقاومت ۵ اهم متوالی هستند زیرا هیچ انشعابی بین آن‌ها نیست و مقاومت معادل آن‌ها $۵+۵=۱۰\Omega$ است. مقاومت معادل آن‌ها با مقاومت ۱۰Ω موازی بوده بنابراین معادل آن‌ها $\frac{۱۰}{۲}=۵\Omega$ است. این مقاومت ۵ اهم با مقاومت ۴ اهم سری است و معادل آن‌ها $۵+۴=۹\Omega$ می‌شود و ...



$\Rightarrow R_{eq}=۴+۴/۵+۳=۱۱/۵\Omega$

اتصال کوتاه[1]

هرگاه دو نقطه از یک مدار با یک سیم بدون مقاومت به‌هم وصل شوند، اختلاف پتانسیل بین دو نقطه صفر می‌شود و دو نقطه در حکم یک نقطه از مدار هستند.

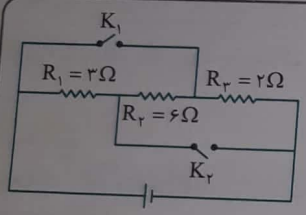


مثال: در شکل روبه‌رو مقاومت معادل را در هر یک از حالت‌های زیر به‌دست آورید.

الف) کلیدهای K_1 و K_2 باز باشند.

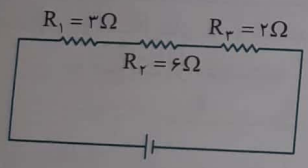
ب) کلید K_1 بسته و کلید K_2 باز باشد.

پ) کلیدهای K_1 و K_2 بسته باشند.



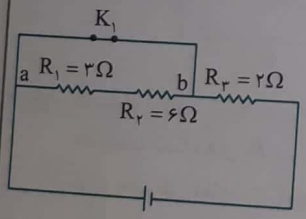
پاسخ: الف) در این حالت در مدار سه مقاومت متوالی وجود دارد.

$$R_{eq}=R_1+R_2+R_3=۳+۶+۲\Rightarrow R_{eq}=۱۱\Omega$$

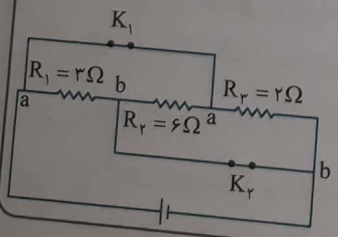


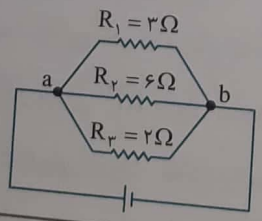
ب) در این حالت مقاومت‌های R_1 و R_2 از مدار حذف می‌شوند زیرا نقاط a و b اتصال کوتاه شده‌اند و در مدار تنها مقاومت R_3 وجود دارد.

$$R_{eq}=R_3=۲\Omega$$



پ) دقت کنید، نقاطی که با یک سیم بدون مقاومت به‌هم وصل شده‌اند در حکم یک نقطه از مدار هستند، پس با یک حرف نام‌گذاری شده‌اند، بعد از نام‌گذاری مدار را مجدداً رسم می‌کنیم. تمام مقاومت‌ها بین a و b قرار دارند و با هم موازی هستند.





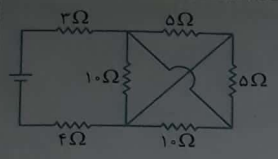
$$\frac{۱}{R_{eq}}=\frac{۱}{R_1}+\frac{۱}{R_2}+\frac{۱}{R_3}$$

$$\frac{۱}{R_{eq}}=\frac{۱}{۳}+\frac{۱}{۶}+\frac{۱}{۲}=\frac{۴+۲+۶}{۱۲}\Rightarrow R_{eq}=۱\Omega$$

۱- در مسئله‌ی ۲۴ صفحه‌ی ۶۴ کتاب درسی، درباره‌ی اتصال کوتاه، پرسش شده است.

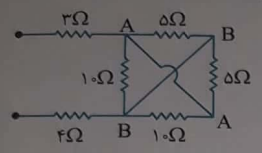
Scanned by CamScanner

تست ۸: در مدار روبه‌رو مقاومت معادل چند اهم است؟



۱) ۴
۲) $\frac{۲۶}{۳}$
۳) $\frac{۱۶}{۳}$
۴) ۷

پاسخ: دقت کنید مقاومت‌های ۵ اهمی و ۱۰ اهمی تماماً بین دو نقطه‌ی B و A بسته شده‌اند پس موازیند:



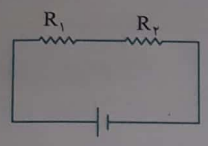
$$\frac{۱}{R_{AB}}=\frac{۱}{۵}+\frac{۱}{۵}+\frac{۱}{۱۰}+\frac{۱}{۱۰} \Rightarrow R_{AB}=\frac{۵}{۳}\Omega$$

$$R_{eq}=۳+۴+\frac{۵}{۳} \Rightarrow R_{eq}=\frac{۲۶}{۳}\Omega$$

بنابراین گزینه‌ی (۲) درست است.

مقایسه‌ی توان مصرفی در مقاومت‌های متوالی

در مقاومت‌های متوالی جریان‌ها یکسان است، بنابراین:

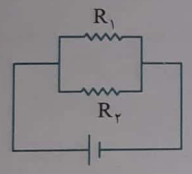


$$\begin{cases} U_۱=R_۱I^۲t \\ U_۲=R_۲I^۲t \end{cases} \Rightarrow \frac{U_۲}{U_۱}=\frac{P_۲}{P_۱}=\frac{R_۲}{R_۱}$$

نتیجه در مقاومت‌های متوالی، توان با مقاومت رابطه‌ای مستقیم دارد. یعنی در مقاومت بزرگ‌تر، انرژی گرمایی بیش‌تر تولید می‌شود.

مقایسه‌ی توان مصرفی در مقاومت‌های موازی

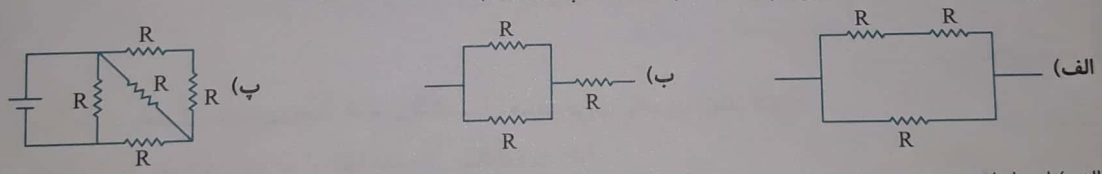
در مقاومت‌های موازی ولتاژها برابرند، بنابراین:



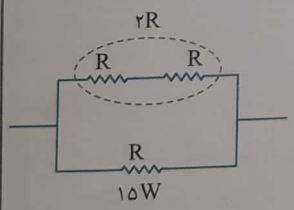
$$\begin{cases} U_۱=\frac{V^۲}{R_۱}t \\ U_۲=\frac{V^۲}{R_۲}t \end{cases} \Rightarrow \frac{U_۲}{U_۱}=\frac{P_۲}{P_۱}=\frac{R_۱}{R_۲}$$

نتیجه در مقاومت‌های موازی، توان با مقاومت رابطه‌ای وارون دارد. یعنی توان مصرفی در مقاومت بزرگ‌تر، کم‌تر خواهد بود.

مثال: در شکل‌های داده شده، حداکثر توان قابل تحمل هر مقاومت ۱۵W است. بیشینه‌ی توان مصرفی مدار چند وات باشد تا به هیچ‌یک از مقاومت‌ها آسیبی نرسد؟ (مقاومت‌ها مشابه هستند.)



پاسخ: الف) ابتدا باید تشخیص داد توان مصرفی کدام مقاومت از بقیه بیش‌تر است. مطابق شکل مقاومت شاخه‌ی بالایی ۲R و مقاومت شاخه‌ی پایینی R است و در شاخه‌های موازی توان مصرفی مقاومت کوچک‌تر بیش‌تر است، یعنی توان مصرفی شاخه‌ی پایینی می‌تواند ۱۵W باشد، در این صورت:

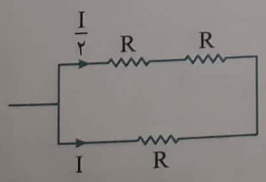


$$P_R=۱۵W \Rightarrow P_{۲R}=۱۵\times\frac{۱}{۲}=۷/۵W$$

و توان کل مصرفی برابر است با:

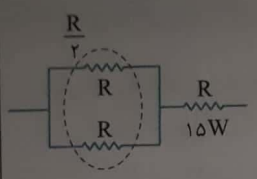
$$P_T=۱۵+۷/۵=۲۲/۵W$$

روش دیگر استفاده از جریان است. به این نحو که جریان شاخه‌ها را با هم مقایسه می‌کنیم. جریان شاخه‌ی بالایی نصف جریان شاخه‌ی پایینی است. بنابراین توان شاخه‌ی پایینی $RI^۲$ و توان شاخه‌ی بالایی $۲R(\frac{I}{۲})^۲=\frac{RI^۲}{۲}$ است.



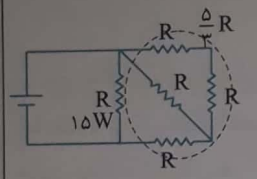
در این صورت اگر مقاومت پایینی توان ۱۵W را مصرف کند شاخه‌ی بالایی توان مصرفی‌اش $\frac{۱۵}{۲}=۷/۵W$ خواهد بود و توان کل $۱۵+۷/۵=۲۲/۵W$ است.

Scanned by CamScanner



ب) مقاومت معادل مقاومت‌های موازی، $\frac{R}{۲}$ اســت. در مقاومت‌های سری مقاومت بزرگ‌تر یعنی R توان مصرفی‌اش بیش‌تر است، از این‌رو:

$$P_R = ۱۵W \Rightarrow P_{\frac{R}{۲}} = \frac{۱۵}{۲} = ۷/۵W \quad , \quad P_T = ۱۵ + ۷/۵ = ۲۲/۵W$$



پ) مطابق شکل مقاومت معادل شاخه‌ی موازی R برابر $\frac{۵}{۳}R$ است و از آن‌جا که موازیند، توان مصرفی مقاومت R از توان مصرفی مقاومت $\frac{۵}{۳}R$ بیش‌تر است. از این‌رو:

$$P_R = ۱۵W \Rightarrow P_{\frac{۵}{۳}R} = \frac{۳}{۵} \times ۱۵ = ۹W$$

$$P_T = ۱۵ + ۹ = ۲۴W$$

تست ۹: یک لامپ رشته‌ای ۱۰۰W و یک بخاری برقی ۲۰۰۰W به برق شهر متصل است. مقاومت الکتریکی کدام یک بزرگ‌تر است؟

۱) لامپ
۲) بخار برقی
۳) مقاومت آن‌ها برابر است
۴) نمی‌توان اظهارنظر کرد

پاسخ:

نکته: در سیم‌کشی منازل همه‌ی مصرف‌کننده‌ها به‌طور موازی متصل می‌شوند. البته کنتور و فیوز ورودی به‌طور متوالی قرار می‌گیرند.

با توجه به نکته‌ی بیان شده لامپ و بخاری برقی به‌گونه‌ای ساخته می‌شوند که با ولتاژ یکسان برق شهر، کار کنند، از این رو:

$$P_{\text{لامپ}} = \frac{V^۲}{R_{\text{لامپ}}}$$

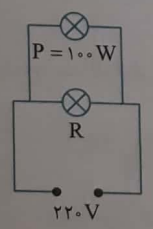
$$P_{\text{بخاری}} = \frac{V^۲}{R_{\text{بخاری}}}$$

$$\xrightarrow{P_{\text{لامپ}} < P_{\text{بخاری}}} R_{\text{لامپ}} > R_{\text{بخاری}}$$

بنابراین گزینه‌ی (۱) درست است.

تست ۱۰: دو لامپ رشــته‌ای که روی آن‌ها نوشــته شده ۱۰۰W و ۲۲۰V را اگر به‌طور اشتباه به برق شهر متصل کنیم، توان مصرفی در مجموع این دو لامپ کدام است؟

۱) برابر ۲۰۰W
۲) کم‌تر از ۲۰۰W
۳) کم‌تر از ۱۰۰W
۴) بین ۱۰۰W و ۲۰۰W

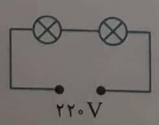


پاسخ: لامپ‌ها همان‌گونه که بیان شــد در منازل به‌طور موازی به برق متصل می‌شــوند و اگر به‌طور اشتباه به برق شهر متصل شوند یعنی به‌طور متوالی وصل شده‌اند:

هر لامپ در حال اتصال موازی $P = \frac{(۲۲۰)^۲}{R}$

توان کل در اتصال متوالی $P_{\text{کل}} = \frac{(۲۲۰)^۲}{۲R}$

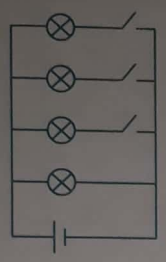
$$\Rightarrow P_{\text{کل}} < ۱۰۰W$$



بنابراین گزینه‌ی (۳) درست است.

Scanned by CamScanner

چند نمونه از اثر تغییر مقاومت مدار بر جریان و ولتاژ



پرسش: در شکل روبه‌رو با بستن هر کلید، جریان کل مدار و نور هر لامپ روشن در هر حالت چه تغییری می‌کند؟

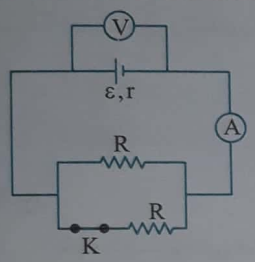
حالت اول: باتری مقاومت درونی ندارد.

حالت دوم: باتری دارای مقاومت درونی است.

پاسخ: حالت اول: با بستن هر کلید ولتاژ دو سر هر لامپ بدون تغییر باقی می‌ماند و نور لامپ‌ها و جریان هر لامپ تغییر نمی‌کند اما مقاومت کل مدار کاهش می‌یابد و جریان کل مدار افزایش می‌یابد.

حالت دوم: با بستن هر کلید یک مقاومت موازی (یک لامپ) به مدار اضافه می‌شود و مقاومت کل مدار کاهش می‌یابد و جریان مدار $I=\frac{\varepsilon}{\downarrow R+r}$ افزایش می‌یابد. در این صورت اختلاف پتانسیل دو سر باتری و دو سر لامپ‌ها $(V\downarrow=\varepsilon-\uparrow Ir)$ کاهش یافته نور لامپ‌ها با بستن هر کلید کم‌تر می‌شود.

تست ۱۱: در شکل داده شده، اگر کلید K را باز کنیم، در مقادیری که آمپرسنج و ولت‌سنج نشان می‌دهند، به ترتیب چه تغییری حاصل می‌شود؟ (آزاد ریاضی - ۸۹)



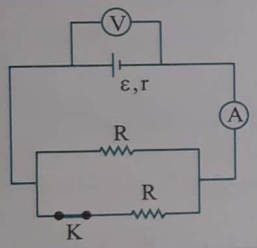
۱) افزایش می‌یابد، ثابت می‌ماند.

۲) افزایش می‌یابد، کاهش می‌یابد.

۳) کاهش می‌یابد، افزایش می‌یابد.

۴) ثابت می‌ماند، کاهش می‌یابد.

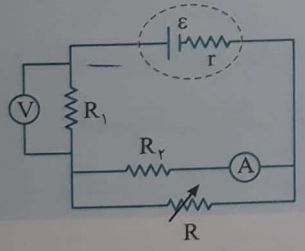
پاسخ: با باز کردن کلید، مقاومت مدار از $\frac{R}{2}$ به R افزایش می‌یابد.



$$R_{eq}\uparrow \Rightarrow I_T\downarrow \Rightarrow V\uparrow=\varepsilon-\downarrow Ir$$

بنابراین گزینه‌ی (۳) درست است.

تست ۱۲: در مدار شکل روبه‌رو مقاومت متغیر R را افزایش می‌دهیم. در اعدادی که ولت‌سنج و آمپرسنج نشان می‌دهند به ترتیب چه تغییری حاصل می‌شود؟



۱) کاهش - کاهش

۲) کاهش - افزایش

۳) افزایش - افزایش

۴) افزایش - کاهش

پاسخ: با افزایش مقاومت R، مقاومت معادل کل مدار افزایش و جریان کل مدار کاهش می‌یابد $(\downarrow I=\frac{\varepsilon}{\uparrow R_{eq}+r})$. در این صورت اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_1 کاهش می‌یابد $(\downarrow V_1=\downarrow IR_1)$ و ولت‌سنج عدد کم‌تری را نشان می‌دهد. از طرفی ولتاژ دو سر مولد افزایش می‌یابد $\uparrow V=\varepsilon-\downarrow Ir$. بنابراین ولتاژ دو سر مقاومت‌های موازی R_2 و R نیز افزایش می‌یابد:

$$\uparrow V_2=\uparrow V-V_1\downarrow$$

در نتیجه جریان گذرنده از مقاومت R_2 افزایش می‌یابد $(\uparrow I_2=\frac{\uparrow V_2}{R_2})$ و آمپرسنج عدد بزرگ‌تری را نشان می‌دهد.

بنابراین گزینه‌ی (۲) درست است.

Scanned by CamScanner

در حل این نوع مسایل به روش گام به گام زیر عمل کنید.

گام اول: بررسی تغییر مقاومت کل مدار در اثر تغییر مقاومت قسمتی از مدار

گام دوم: بررسی تغییر جریان کل مدار

گام سوم: بررسی تغییر اختلاف پتانسیل دو سر باتری در اثر تغییر جریان

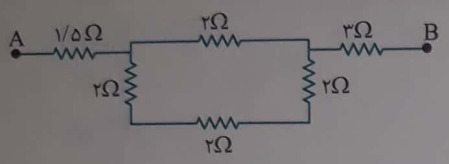
گام چهارم: بررسی تغییر ولتاژ دو سر قسمتی ازمدار که در آن تغییر مقاومتی رخ نداده است.

گام پنجم: بررسی تغییر ولتاژ دو سر قسمتی از مدار که در آن مقاومت تغییر کرده است.

گام ششم: بررسی تغییر جریان هر شاخه از مدار

پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش چهارم

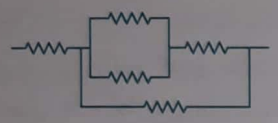
مقاومت معادل مدارهای موازی و متوالی



۹۷- در شکل روبه‌رو، مقاومت معادل بین دو نقطه‌ی A و B چند اهم است؟

۱) ۶/۸ ۲) ۱۴/۴

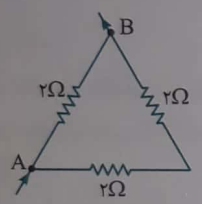
۳) ۸/۸ ۴) ۶



۹۸- در مدار شکل روبه‌رو، مقاومت‌ها مشابه و هر یک برابر با ۱۲Ω هستند، مقاومت معادل مجموعه چند اهم است؟

۱) ۱۳/۶ ۲) ۱۲

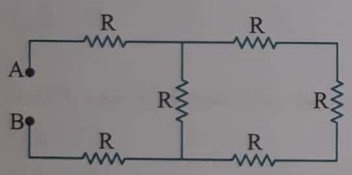
۳) ۹/۶ ۴) ۱۹/۲



۹۹- در شکل روبه‌رو، جریان برق از A وارد و از B خارج می‌شود. مقاومت معادل بین دو نقطه‌ی A و B چند اهم است؟

۱) $\frac{۴}{۳}$ ۲) $\frac{۱}{۶}$

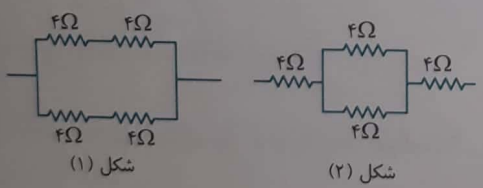
۳) $\frac{۳}{۴}$ ۴) ۶



۱۰۰- مقاومت معادل بین A و B چند R است؟

۱) $\frac{۳}{۸}$ ۲) $\frac{۸}{۳}$

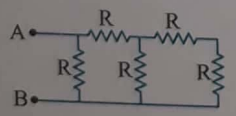
۳) $\frac{۴}{۱۱}$ ۴) $\frac{۱۱}{۴}$



۱۰۱- در شکل‌های روبه‌رو، نسبت مقاومت معادل شکل (۲) به مقاومت معادل شکل (۱)، کدام است؟ (آزاد ریاضی- ۸۶)

۱) $\frac{۲}{۵}$ ۲) $\frac{۵}{۲}$

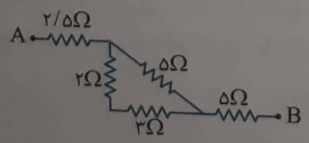
۳) $\frac{۵}{۴}$ ۴) $\frac{۴}{۵}$



۱۰۲- مقاومت معادل بین دو نقطه‌ی A و B چند R است؟

۱) $\frac{۸}{۳}$ ۲) $\frac{۵}{۲}$

۳) $\frac{۸}{۵}$ ۴) $\frac{۵}{۸}$



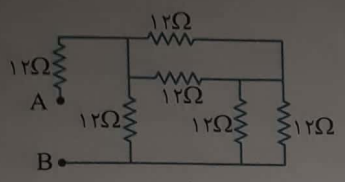
۱۰۳- در شکل روبه‌رو، مقاومت الکتریکی بین دو نقطه‌ی A و B برابر با چند اهم است؟

۱) $\frac{۷}{۲۵}$ ۲) $\frac{۲۵}{۷}$

۳) ۱۰ ۴) ۸

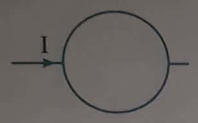
Scanned by CamScanner

۱۰۴- در شکل روبه‌رو، مقاومت معادل بین دو نقطه‌ی A و B برابر با چند اهم است؟



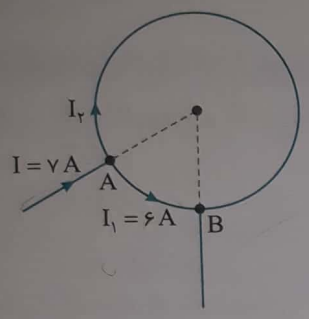
۱) ۶
۲) ۹
۳) ۱۸
۴) ۲۴

۱۰۵- سیمی به مقاومت ۴۰ اهم را به شکل حلقه درآورده، سپس آن را از دو نقطه روی یک قطر از آن در مدار قرار می‌دهیم. مقاومت بین این دو نقطه چند اهم است؟



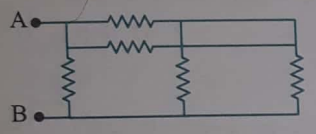
۱) ۵
۲) ۱۰
۳) ۲۰
۴) ۸۰

۱۰۶- مطابق شکل زیر سیمی به مقاومت 42Ω را به‌صورت یک دایره درآورده به‌طوری که جریان I_1 و I_2 از دو قسمت آن می‌گذرد. مقاومت معادل این مجموعه بین دو نقطه‌ی A و B چند اهم است؟ (قلم‌چی)



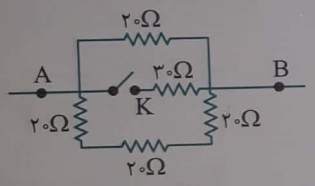
۱) ۳۶
۲) ۳
۳) $\frac{36}{7}$
۴) ۵

۱۰۷- در شکل روبه‌رو، کلیه‌ی مقاومت‌ها مشابه و مقدار هر یک ۶ اهم است. مقاومت معادل بین دو نقطه‌ی A و B چند اهم است؟



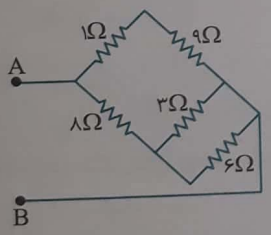
۱) ۱/۵
۲) ۳
۴) ۶
۴) ۱۲

۱۰۸- نسبت مقاومت معادل بین دو نقطه‌ی A و B در شکل روبه‌رو هنگامی‌که کلید بسته است، به مقاومت معادل وقتی که کلید باز است، کدام است؟



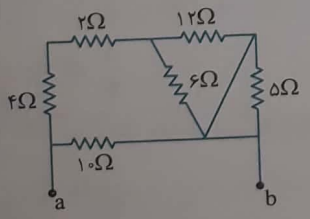
۱) $\frac{7}{6}$
۲) $\frac{6}{7}$
۳) $\frac{3}{2}$
۴) $\frac{2}{3}$

۱۰۹- در شکل روبه‌رو، مقاومت معادل بین دو نقطه‌ی A و B چند اهم است؟



۱) ۵
۲) ۶
۳) ۱۰
۴) ۱۲

۱۱۰- مقاومت معادل بین a و b چند اهم است؟ (سراسری ریاضی- ۸۶)



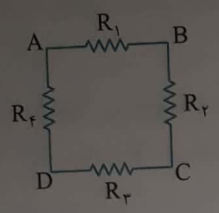
۱) ۵
۲) ۱۰
۳) ۱۵
۴) ۲۰

۱۱۱- مداری از چهار سیم یکسان به شکل مربع ABCD تشکیل شده است به طوری که AB ضلع مربع و AC قطر آن است. اگر جریان الکتریکی از A وارد و از C خارج شود، مقاومت مدار یک اهم می‌شود. وقتی که جریان از A وارد و از B خارج شود، مقاومت معادل بر حسب اهم برابر خواهد بود با .....

۱) $\frac{3}{4}$
۲) ۱
۳) ۲
۴) $\frac{4}{3}$

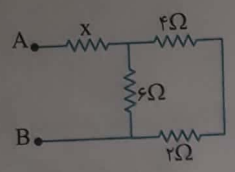
Scanned by CamScanner

۱۱۲- با توجه به شکل مقابل، اگر مولد را بین کدام دو نقطه وصل کنیم، مقاومت‌های R_1 و R_4 متوالی نخواهند بود؟



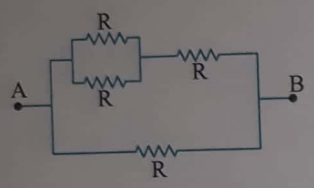
۱) A , C
۲) C , D
۳) A , D
۴) گزینه‌های (۱) و (۳)

۱۱۳- در شکل روبه‌رو، مقاومت معادل برابر با ۵ اهم می‌باشد. مقاومت x چند اهم است؟



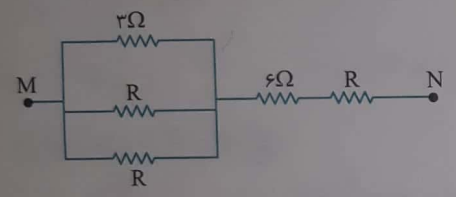
۱) ۲
۲) ۸
۳) ۴
۴) ۳

۱۱۴- در شکل روبه‌رو، اگر مقاومت الکتریکی بین دو نقطه‌ی A و B برابر با ۳Ω باشد، R چند اهم است؟ (سراسری ریاضی - ۸۸)



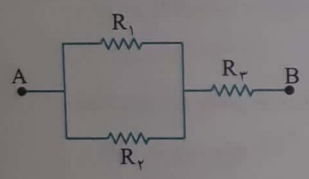
۱) ۲
۲) ۵
۳) ۸
۴) ۷

۱۱۵- اگر مقاومت معادل بین دو نقطه‌ی نشان داده شده در شکل، ۱۰Ω باشد، هر کدام از مقاومت‌های مساوی R برابر با چند اهم است؟



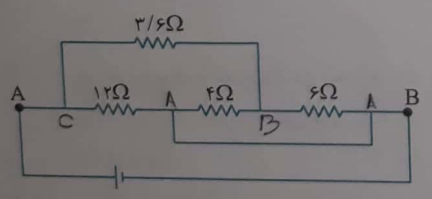
۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۶

۱۱۶- در شکل مقابل، R_3 چقدر باشد تا مقاومت معادل بین نقاط A و B برابر R_1 شود؟ (سراسری ریاضی - ۸۹)



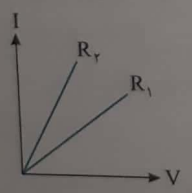
۱) $\sqrt{R_1R_2}$
۲) $\frac{R_1^2}{R_1+R_2}$
۳) $\frac{\sqrt{R_1^2+R_2^2}}{2}$
۴) $\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}$

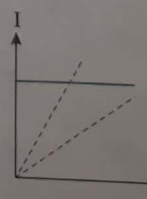
۱۱۷- مقاومت معادل بین نقاط A و B در شکل مقابل چند اهم است؟



۱) ۱۲
۲) ۱۸
۳) ۱۶
۴) ۴

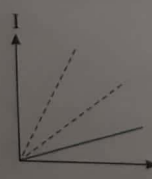
۱۱۸- نمودار جریان نسبت به اختلاف پتانسیل برای دو مقاومت به شکل زیر است. اگر این دو مقاومت را بـه طور موازی به هم ببندیم، کدام گزینه نمودار I-V را برای مجموعه‌ی دو مقاومت درست نشان می‌دهد؟



۱) 

۲)

۳)

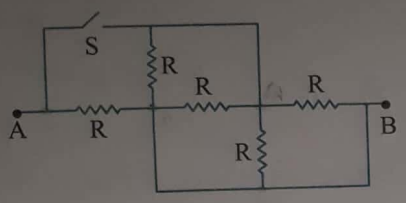
۴) 

Scanned by CamScanner

۱۱۹- سه مقاومت مشابه 6Ω داریم. اگر آن‌ها را به هر نحو دلخواه به هم ببندیم، مقاومت معادل آن‌ها کدام گزینه نمی‌تواند باشد؟

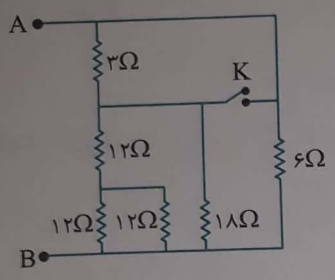
۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۹ ۴) ۱۸

۱۲۰- در شکل روبه‌رو مقاومت‌ها یکسان هستند. با وصل کلید S مقاومت معادل بین B و A چند برابر حالت اول می‌شود؟



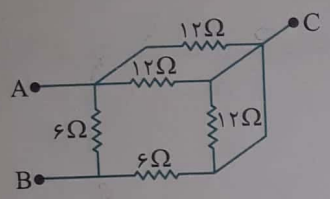
۱) $\frac{1}{5}$ ۲) ۵ ۳) $\frac{1}{2}$ ۴) ۲

۱۲۱- در مدار روبه‌رو ابتدا کلید باز است. اگر کلید بسته شود، مقاومت معادل بین A و B چند اهم تغییر می‌کند؟ (سراسری خارج از کشور ریاضی - ۹۲)



۱) ۰/۴ ۲) ۲ ۳) ۲/۶ ۴) ۴

۱۲۲- در شکل روبه‌رو مقاومت معادل بین دو نقطه A و B چند برابر مقاومت معادل بین دو نقطه A و C است؟



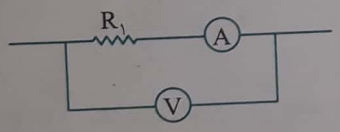
۱) ۴ ۲) ۲/۵ ۳) ۱ ۴) ۳

ولت‌سنج - آمپرسنج

۱۲۳- هنگام استفاده از ولت‌متر و آمپرمتر برای این‌که مشخصات الکتریکی مدار تغییر محسوسی نکند، مقاومت‌های الکتریکی ولت‌متر و آمپرمتر به ترتیب چگونه باید باشند؟

۱) خیلی زیاد - ناچیز ۲) ناچیز - ناچیز ۳) خیلی زیاد - خیلی زیاد ۴) ناچیز - خیلی زیاد

۱۲۴- شکل روبه‌رو بخشی از مدار است که در آن ولت‌سنج $24V$ و آمپرسنج $0/2A$ را نشان می‌دهد. اگر ولت‌سنج و آمپرسنج آرمانی نبوده و مقاومت ولت‌سنج $R_V = 10^4\Omega$ و مقاومت آمپرسنج $R_A = 1\Omega$ باشد، مقاومت R_1 برابر چند اهم است؟ (برگرفته از کتاب درسی)

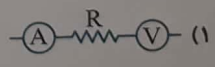


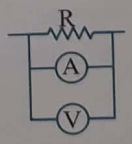
۱) ۱۱۵ ۲) ۱۱۷ ۳) ۱۱۹ ۴) ۱۲۱

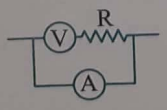
۱۲۵- چراغی با برق شهر روشن شده است. در این حالت ولت‌متری که مقاومت داخلی آن خیلی زیاد است، اختلاف پتانسیل دو سر چراغ را نشان می‌دهد. اگر به علتی سیم رابط ولت‌متر قطع شود، چراغ .....

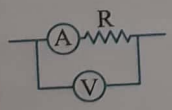
۱) می‌سوزد. ۲) خاموش می‌شود. ۳) کم‌نور می‌شود. ۴) با نور معمولی روشن می‌ماند.

۱۲۶- می‌خواهیم اختلاف پتانسیل و جریان مقاومت R را در یک مدار الکتریکی اندازه بگیریم. در کدام شکل وسایل اندازه‌گیری، درست بسته شده‌اند؟

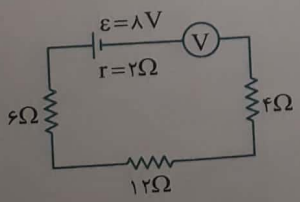
۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

۱۲۷- در مدار روبه‌رو ولت‌سنج آرمانی، چند ولت را نشان می‌دهد؟ (سراسری تجربی - ۹۱)



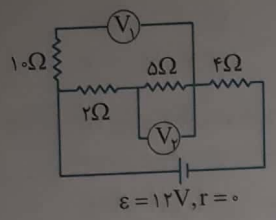
۱) ۸ ۲) ۷/۳ ۳) ۴ ۴) صفر

Scanned by CamScanner

۱۲۸- یک ولت‌سنج مناسب دارای مقاومت الکتریکی ..... است و اگر چنین نباشد، مقداری که نشان می‌دهد نسبت به مقدار واقعی ..... است.

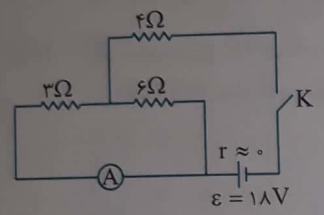
۱) خیلی زیاد - بیش‌تر ۲) خیلی کم - بیش‌تر ۳) خیلی کم - کم‌تر ۴) خیلی زیاد - کم‌تر

۱۲۹- در مدار شکل روبه‌رو مقاومت ولت‌سنج‌ها بسیار زیاد است. در این صورت نسبت $\frac{V_1}{V_2}$ کدام است؟



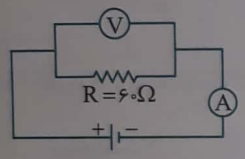
۱) ۰/۷
۲) ۱/۴
۳) ۲/۵
۴) ۰/۴

۱۳۰- در شکل مقابل وقتی کلید بسته شود، آمپرسنج چه جریانی را نشان می‌دهد؟ (برگرفته از کتاب درسی)



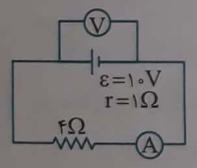
۱) ۱A
۲) ۲A
۳) ۳A
۴) ۰/۵A

۱۳۱- مداری مطابق شکل مفروض است. جای ولت‌سنج و آمپرسنج را عوض می‌کنیم. کدام گزینه درست خواهد بود؟



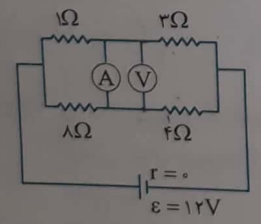
۱) جریان در در مدار افت شدید کرده و جریان در R بیش‌تر از آمپرسنج است.
۲) جریان در مدار افت شدید کرده و جریان در R کم‌تر از آمپرسنج است.
۳) جریان در مدار افزایش یافته و جریان در R کوچک‌تر از آمپرسنج است.
۴) جریان در مدار افزایش یافته و جریان در R بزرگ‌تر از آمپرسنج است.

۱۳۲- در مدار شکل روبه‌رو، اگر جای ولت‌سنج آرمانی و آمپرسنج آرمانی عوض شود، به ترتیب چه اعدادی را نشان می‌دهند؟ (فرض این است که ولت‌سنج و آمپرسنج آسیب نمی‌بینند.)



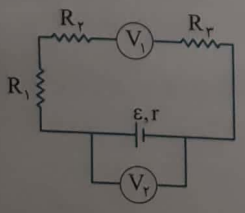
۱) صفر - صفر ۲) ۱۰V - صفر
۳) صفر - ۱۰A ۴) ۱۰V - ۱۰A

۱۳۳- در مدار شکل مقابل، ولت‌سنج چند ولت را نشان می‌دهد؟ (ولت‌سنج و آمپرسنج آرمانی هستند.) (قلم‌چی)



۱) ۱
۲) ۳
۳) صفر
۴) ۵

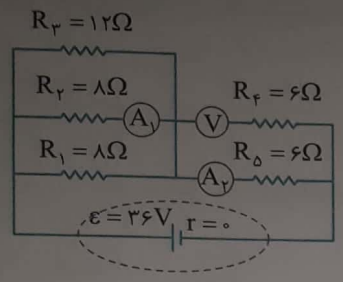
۱۳۴- در مدار شکل روبه‌رو، مقاومت ولت‌سنج‌ها بسیار زیاد است. در این صورت .....



۱) $V_2=\varepsilon\ ,\ V_1=0$
۲) $V_2=V_1=0$
۳) $V_2=V_1=\varepsilon$
۴) $V_2=E\ ,\ V_1<V_2$

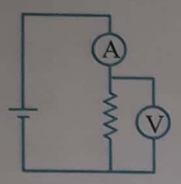
Scanned by CamScanner

۱۳۵- در مدار شکل زیر به‌ترتیب از راست به چپ آمپرسنج‌های آرمانی A_1 و A_2 چند آمپر و ولت‌سنج آرمانی V چند ولت را نشان می‌دهند؟ (قلم‌چی)



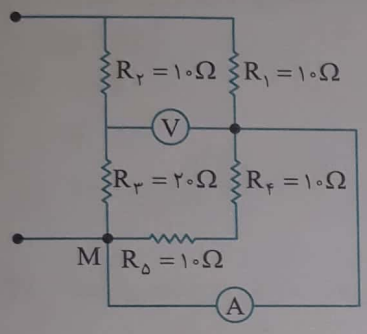
۱) ۱۲ , ۲ , ۱/۵
۲) ۱۲ , ۲ , ۱
۳) ۲۴ , ۴ , ۱/۵
۴) ۲۴ , ۴ , ۱

۱۳۶- در مدار شکل روبه‌رو کدام گزینه درست است؟ (وسایل اندازه‌گیری آرمانی نیستند.)



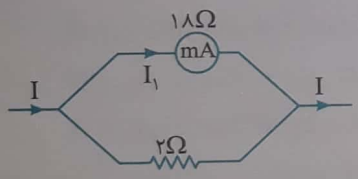
۱) اگر ولت‌سنج را حذف کنیم، آمپرسنج عدد بزرگ‌تری را نشان می‌دهد.
۲) اگر آمپرسنج را حذف کنیم، ولت‌سنج عدد کوچک‌تری را نشان می‌دهد.
۳) اگر آمپرسنج را حذف کنیم، ولت‌سنج عدد بزرگ‌تری را نشان می‌دهد.
۴) اگر آمپرسنج و ولت‌سنج جابه‌جا شوند، آمپرسنج عدد بیش‌تری را نشان خواهد داد.

۱۳۷- اگر آمپرسنج آرمانی جریان ۰/۶ آمپر را نشان دهد، ولت‌متر آرمانی چند ولت را نشان می‌دهد؟ (مقاومت آمپرسنج ناچیز است.) (گزینه دو)



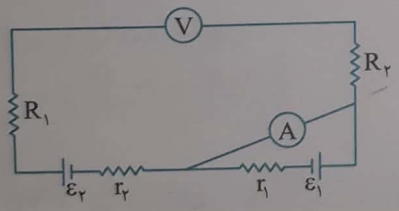
۱) ۶
۲) ۲
۳) ۸
۴) ۴

۱۳۸- در شکل زیر، مقاومت الکتریکی میلی‌آمپرسنج 18Ω و جریانی که از آن می‌گذرد، I_1 است. $\frac{I_1}{I}$ کدام است؟



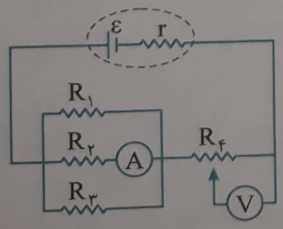
۱) $\frac{1}{5}$
۲) $\frac{1}{20}$
۳) $\frac{1}{9}$
۴) $\frac{1}{10}$

۱۳۹- در مدار روبه‌رو آمپرسنج و ولت‌سنج آرمانی هستند. در این صورت عددی که ولت‌سنج و آمپرسنج نشان می‌دهند از راست به چپ برابر کدام گزینه است؟



۱) ε_1 و صفر
۲) ε_1 و $\frac{\varepsilon_1}{I}$
۳) ε_2 و $\frac{\varepsilon_1}{I}$
۴) ε_2 و صفر

۱۴۰- در مدار روبه‌رو اگر لغزنده به سمت چپ حرکت کند، عددی که ولت‌سنج و آمپرسنج آرمانی نشان می‌دهد از راست به چپ چه تغییری می‌کند؟



۱) افزایش، ثابت
۲) افزایش، کاهش
۳) ثابت، ثابت
۴) ثابت، افزایش

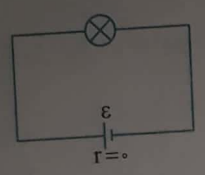
تحلیل مدار با مقاومت‌های متوالی و موازی

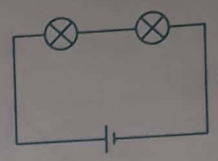
۱۴۱- حداقل چند مقاومت ۴۰ اهمی را باید به هم وصل کنیم، تا از یک منبع برق ۱۲۰ ولتی، جریان الکتریکی ۱۵ آمپر بگیریم؟ (سراسری ریاضی - ۹۴)

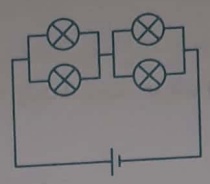
۱) ۳
۲) ۴
۳) ۵
۴) ۶

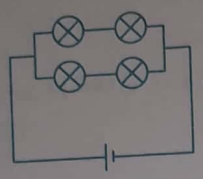
Scanned by CamScanner

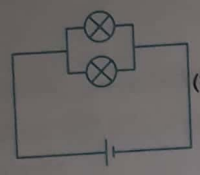
۱۴۲- یک لامپ را در مداری مطابق شکل روبه‌رو می‌بندیم و لامپ روشن می‌شود. در کدام‌یک از مدارهای زیر، شدت نور هر یک از لامپ‌ها تقریباً برابر با شدت نور همین لامپ است؟ (تمامی لامپ‌ها و باتری‌ها مشابه لامپ و باتری همین مدار هستند.) (سراسری خارج از کشور ریاضی - ۹۲)



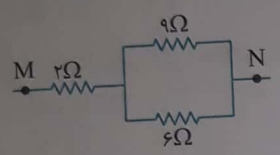
۱) 

۲) 

۳) 

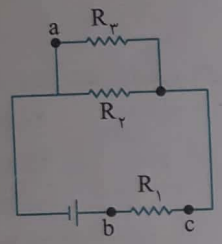
۴) 

۱۴۳- شکل روبه‌رو قسمتی از یک مدار الکتریکی است. اگر اختلاف پتانسیل بین M و N برابر با ۲۸ ولت باشد، جریان عبوری از مقاومت ۶ اهمی چند آمپر است؟



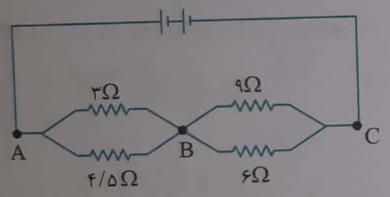
۱) ۲
۲) ۳
۳) ۵
۴) ۶

۱۴۴- در شکل مقابل پتانسیل الکتریکی نقاط a، b و c به ترتیب V_a، V_b و V_c است. کدام گزینه درست است؟ (برگرفته از کتاب درسی)



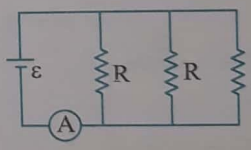
۱) $V_a > V_b > V_c$
۲) $V_a < V_c < V_b$
۳) $V_a < V_b < V_c$
۴) $V_a = V_b < V_c$

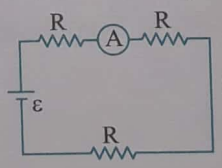
۱۴۵- در مدار شکل روبه‌رو، اختلاف پتانسیل بین نقاط B و C چند برابر اختلاف پتانسیل بین نقاط B و A است؟

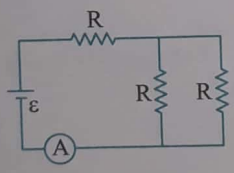


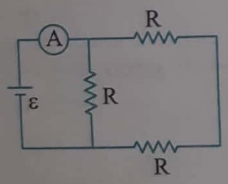
۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) $\frac{1}{2}$

۱۴۶- در کدام مدار، آمپرسنج A جریان کم‌تری را نشان می‌دهد؟

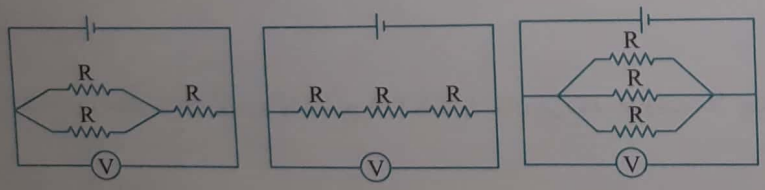
۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

۱۴۷- با مولدی که مقاومت درونی آن ناچیز است، مدارهایی به شکل روبه‌رو تشکیل می‌دهیم. مقادیری که ولت‌سنج‌ها نشان می‌دهند، .....



(۱) (۲) (۳)

۱) در شکل (۱) بیش‌ترین مقدار است.
۲) در شکل (۲) بیش‌ترین مقدار است.
۳) در هر سه شکل یکسان است.
۴) در شکل (۳) بیش‌ترین مقدار است.

۱۴۸- دو لامپ و یک مولد که مقاومت هر سه با هم برابر است به طور متوالی به هم بسته شده‌اند و جریان ۰/۵ آمپر است. اگر دو لامپ را به طور موازی به هم بسته و به مولد وصل کنیم، جریانی که در این حالت از مدار می‌گذرد چند آمپر است؟

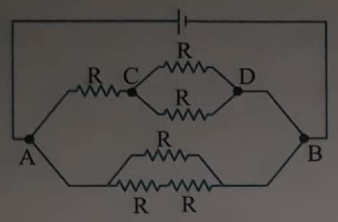
۱) ۰/۵ ۲) ۱ ۳) ۱/۵ ۴) ۲

۱۴۹- قطر مقطع دو سیم مسی A و B به ترتیب ۰/۲ mm و ۰/۳ mm و طول این دو سیم با هم برابر است. این دو سیم به طور موازی به اختلاف پتانسیل ثابتی بسته شده‌اند و از مجموعه جریان ۲/۶ آمپر می‌گذرد. جریان عبوری از سیم A چند آمپر است؟ (سراسری خارج از کشور تجربی - ۸۸)

۱) ۰/۸ ۲) ۱/۱۴ ۳) ۱/۵۶ ۴) ۱/۸

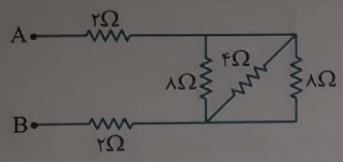
Scanned by CamScanner

۱۵۰- در شکل روبه‌رو، اگر اختلاف پتانسیل بین دو نقطه‌ی C و D برابر با V باشد، اختلاف پتانسیل بین دو نقطه‌ی A و B چند برابر V است؟



۱) ۲
۲) ۳
۳) ۴
۴) ۶

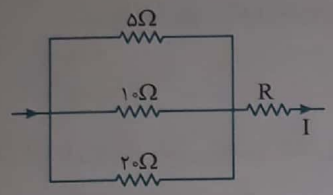
۱۵۱- در شکل روبه‌رو، اختلاف پتانسیل بین دو نقطه‌ی A و B برابر با ۹ ولت است. جریان در مقاومت ۴Ω برابر با چند آمپر است؟



۱) ۲/۲۵
۲) ۰/۷۵
۳) ۲
۴) ۱/۵

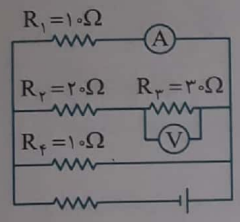
۱۵۲- در شکل زیر، اگر اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ۵ اهمی برابر ۱۰ ولت باشد، جریان I، چند آمپر است؟

(سراسری تجربی - ۹۲)



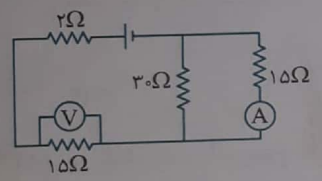
۱) ۰/۵
۲) ۱
۳) ۲
۴) ۳/۵

۱۵۳- در مدار شکل روبه‌رو، اگر آمپرمتر ۲ آمپر را نشان دهد، ولت‌متر چند ولت را نشان می‌دهد؟



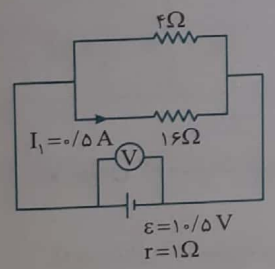
۱) ۲۰
۲) ۲۴
۳) ۱۰
۴) ۱۲

۱۵۴- در شکل روبه‌رو، اگر آمپرمتر A عدد ۴ آمپر را نشان دهد، ولت‌متر V چند ولت را نشان می‌دهد؟



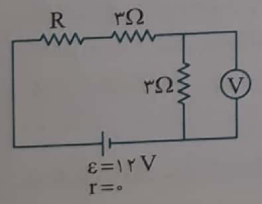
۱) ۱۲۰
۲) ۱۸۰
۳) ۶۰
۴) ۹۰

۱۵۵- در شکل روبه‌رو، ولت‌سنج چند ولت را نشان می‌دهد؟



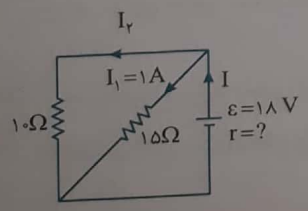
۱) ۱۰/۵
۲) ۸
۳) ۱۲/۵
۴) ۱۴

۱۵۶- در مدار شکل روبه‌رو، ولت‌سنج ۴/۵ ولت را نشان می‌دهد. مقاومت R چند اهم است؟



۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

۱۵۷- در شکل روبه‌رو، مقاومت داخلی مولد چند اهم است؟

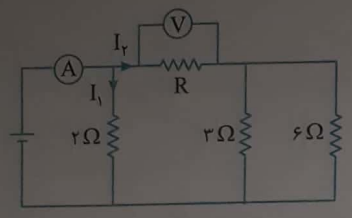


۱) ۱/۲
۲) ۱
۳) ۰/۶
۴) ۰/۵

Scanned by CamScanner

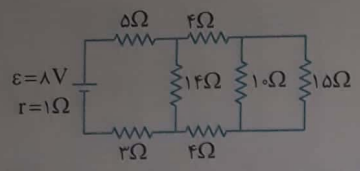
۱۵۸- در مدار مقابل، ولت‌سنج عدد ۱۰V و آمپرسنج عدد ۱۵A را نشان می‌دهد. مقاومت R چند اهم است؟

(سراسری ریاضی - ۸۹)



۱) ۴
۲) ۲
۳) $\frac{1}{2}$
۴) $\frac{1}{4}$

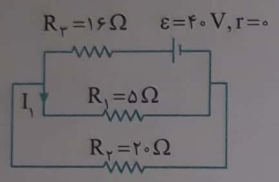
۱۵۹- در شکل روبه‌رو، جریانی که از مقاومت ۱۴Ω می‌گذرد، چند آمپر است؟



۱) ۰/۵
۲) ۰/۸
۳) ۰/۴
۴) ۰/۲۵

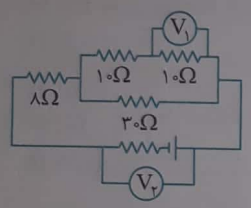
۱۶۰- در مدار روبه‌رو، جریان I_1 چند آمپر است؟

(سراسری خارج از کشور تجربی - ۹۰)



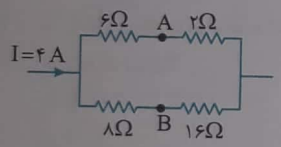
۱) ۰/۴
۲) ۱/۶
۳) ۲
۴) ۱۲/۵

۱۶۱- در مدار شکل روبه‌رو، اگر ولت‌متر V_1 مقدار ۱۵ ولت را نشان دهد، ولت‌متر V_2 چند ولت را نشان می‌دهد؟



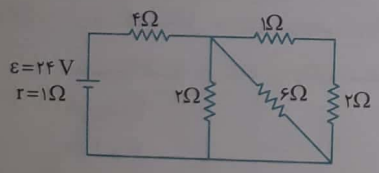
۱) ۵۰
۲) ۷۵
۳) ۶۰
۴) ۳۰

۱۶۲- در شکل روبه‌رو، اختلاف پتانسیل بین دو نقطه‌ی A و B چند ولت است؟



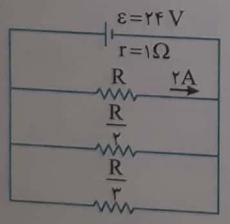
۱) ۶
۲) ۸
۳) ۱۰
۴) ۱۲

۱۶۳- در مدار شکل روبه‌رو، بیشینه‌ی بار الکتریکی که مولد می‌تواند به مدار بدهد، ۱۰۰ آمپرساعت است. این مدار چند ساعت کار می‌کند؟



۱) ۲۵
۲) ۲۰
۳) ۵
۴) ۴۰

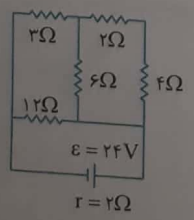
۱۶۴- در شکل روبه‌رو، مقاومت R چند اهم است؟



۱) ۶
۲) ۹
۳) ۱۱
۴) ۱۲

۱۶۵- در مدار روبه‌رو، جریانی که از مقاومت ۶ اهمی می‌گذرد، چند آمپر است؟

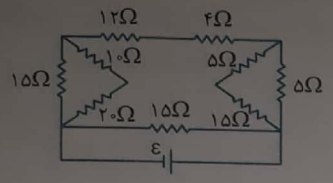
(سراسری خارج از کشور ریاضی - ۹۱)



۱) $\frac{2}{3}$
۲) $\frac{4}{3}$
۳) ۲
۴) ۴

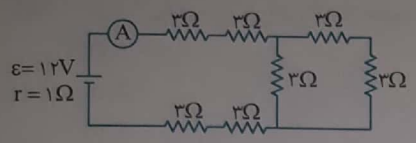
Scanned by CamScanner

۱۶۶- در مدار روبه‌رو اگر جریانی که از مقاومت ۴ اهمی می‌گذرد برابر ۲ آمپر باشد، جریانی که از مولد می‌گذرد چند آمپر است؟ (سراسری تجربی - ۹۰)



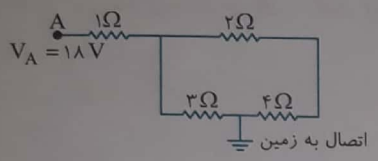
۱) ۱
۲) ۳
۳) ۴
۴) ۶

۱۶۷- در مدار شکل روبه‌رو، آمپرسنج چند آمپر را نشان می‌دهد؟



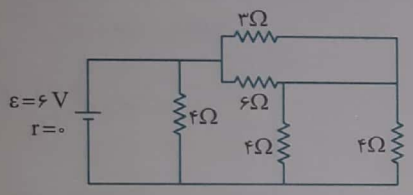
۱) $\frac{۲}{۳}$
۲) $\frac{۳}{۵}$
۳) $\frac{۳}{۴}$
۴) $\frac{۴}{۵}$

۱۶۸- در مدار شکل زیر پتانسیل نقطه A، ۱۸V است، جریان عبوری از مقاومت ۴Ω، چند آمپر است؟ (قلم‌چی)



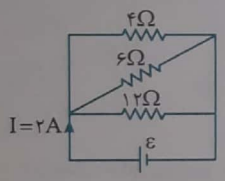
۱) ۰/۵
۲) ۱
۳) ۲
۴) ۳

۱۶۹- در مدار شکل روبه‌رو، جریانی که از مقاومت ۶Ω می‌گذرد، چند آمپر است؟ (سراسری ریاضی- ۸۵)



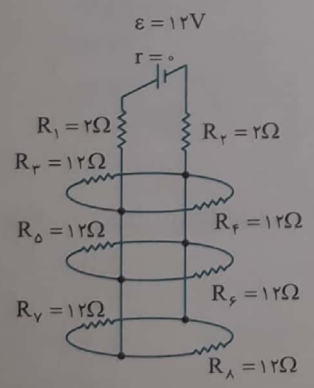
۱) ۰/۵
۲) ۱
۳) ۱/۵
۴) ۳

۱۷۰- در شکل روبه‌رو، مولدها مشابه و مقاومت درون باتری r=۱Ω است. نیروی محرکه‌ی باتری چند ولت است؟



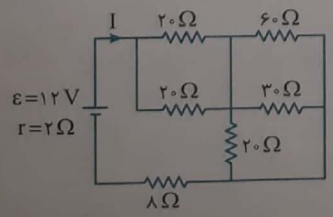
۱) ۶
۲) ۲/۵
۳) ۳
۴) ۵

۱۷۱- در شکل مقابل جریان خروجی از باتری و جریان مقاومت $R_۳$ به ترتیب چند آمپر است؟ (سیم‌ها فقط در نقاط پر رنگ شده به هم متصل هستند و در نقاط دیگر از روی هم عبور کرده‌اند.)



۱) ۲ و ۲
۲) ۲ و $\frac{۱}{۳}$
۳) ۴ و $\frac{۱}{۶}$
۴) ۳ و $\frac{۲}{۳}$

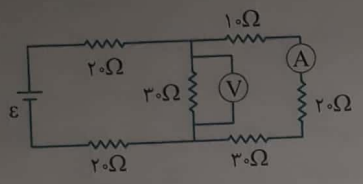
۱۷۲- در مدار شکل روبه‌رو، جریان I چند آمپر است؟ (سراسری خارج از کشور ریاضی- ۸۷)



۱) ۰/۲
۲) ۰/۳
۳) ۰/۴
۴) ۰/۵

Scanned by CamScanner

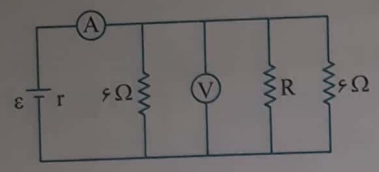
۱۷۳- در مدار روبه‌رو اگر ولت‌سنج ۱۲ ولت را نشان دهد، آمپرسنج چند آمپر را نشان می‌دهد؟



(سراسری ریاضی - ۸۷)

۱) ۰/۲
۲) ۰/۴
۳) ۰/۶
۴) ۰/۸

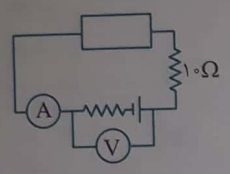
۱۷۴- در مدار مقابل آمپرسنج ۱۵ A و ولت‌سنج ۳۰ V را نشان می‌دهد. مقاومت R چند اهم است؟ (آمپرسنج و ولت‌سنج آرمانی فرض شوند.)

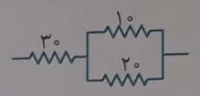


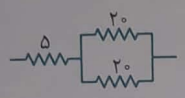
(سراسری خارج از کشور تجربی- ۸۹)

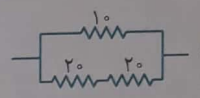
۱) ۲
۲) ۴
۳) ۶
۴) ۸

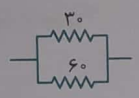
۱۷۵- در مدار شکل زیر، ولت‌سنج ۱۰۰ ولت و آمپرسنج ۴ آمپر را نشان می‌دهد. مجموعه‌ی ▭ کدام‌یک از موارد زیر می‌تواند باشد؟



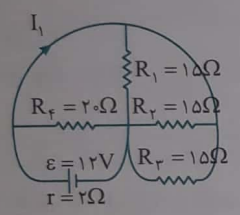
۱) 

۲) 

۳) 

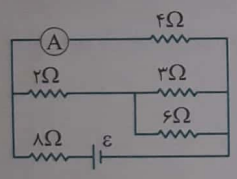
۴) 

۱۷۶- در مدار شکل مقابل جریان I_1 چند آمپر است؟ (گزینه دو)



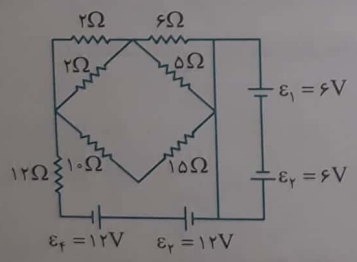
۱) ۲/۴
۲) ۱/۴
۳) ۱/۶
۴) ۱/۲

۱۷۷- در مدار شکل مقابل، مقاومت درونی مولد ناچیز است و آمپرسنج ۰/۳A را نشان می‌دهد. نیروی محرکه‌ی مولد چند ولت است؟



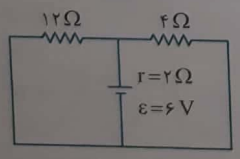
۱) ۴
۲) ۶
۳) ۸
۴) ۱۲

۱۷۸- در مدار شکل مقابل جریان عبوری از مقاومت‌های ۱۵Ω و ۱۰Ω به ترتیب چند آمپر است؟



۱) ۱۰
۲) ۲
۳) صفر
۴) ۱/۵

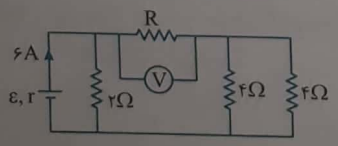
۱۷۹- در مدار شکل مقابل، جریانی که از مقاومت ۴ اهمی می‌گذرد چند آمپر است؟



(سراسری خارج از کشور تجربی - ۸۷)

۱) ۰/۳
۲) ۰/۶
۳) ۰/۹
۴) ۱/۲

۱۸۰- اگر در مدار شکل روبه‌رو ولت‌سنج ۴ ولت را نشان دهد، R چند اهم است؟



۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

Scanned by CamScanner

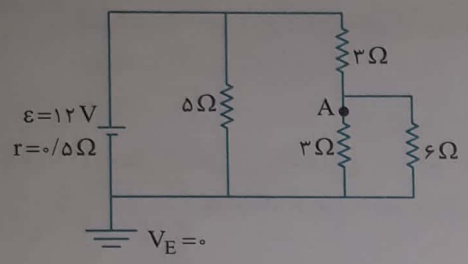
۱۸۱- چند لامپ ۱۰V و ۵W را به طور موازی به هم ببندیم تا اگر از یک باتری با نیروی محرکه‌ی ۱۲ ولت و مقاومت داخلی ۱Ω تغذیه کنند، به طور عادی روشن شوند؟

۱) ۸ ۲) ۶ ۳) ۴ ۴) ۲

۱۸۲- چهار مقاومت ۴، ۵، ۸ و ۲۰ اهمی طوری به هم وصل شده‌اند که مقاومت معادل آن‌ها ۴Ω است. اگر دو سر مجموعه را به منبع برقی وصل کنیم و از مقاومت ۸ اهمی جریان ۵ A عبور کند، از مقاومت ۲۰ اهمی جریان چند آمپر عبور می‌کند؟ (سراسری خارج از کشور ریاضی- ۸۸)

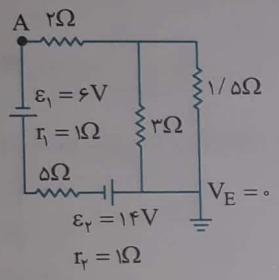
۱) ۱ ۲) ۲/۵ ۳) ۴ ۴) ۵

۱۸۳- در مدار شکل روبه‌رو، پتانسیل نقطه‌ی A چند ولت است؟



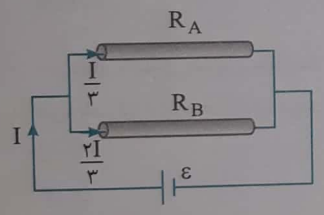
۱) ۲
۲) ۴
۳) ۱۰
۴) ۸

۱۸۴- در مدار روبه‌رو، پتانسیل نقطه‌ی A چند ولت است؟ (سراسری تجربی - ۹۲)



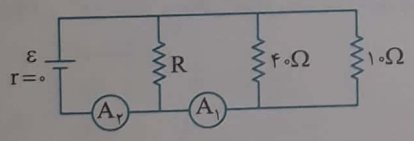
۱) ۶−
۲) ۶
۳) ۳۴−
۴) ۳۴

۱۸۵- مطابق شکل روبه‌رو دو سیم فلزی توپر A و B به طول‌های مساوی به یک مولد متصل‌اند. اگر مقاومت ویژه‌ی سیم A، ۳ برابر مقاومت ویژه‌ی سیم B باشد، سطح مقطع سیم A چند برابر سطح مقطع سیم B است؟ (سراسری خارج از کشور تجربی - ۹۵)



۱) $\frac{۳}{۲}$ ۲) $\frac{۴}{۳}$
۳) ۲ ۴) ۶

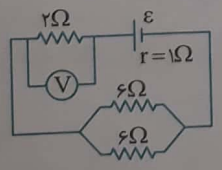
۱۸۶- در مدار زیر، آمپرسنج‌های A_1 و A_2 به ترتیب عددهای ۲/۵A و ۳A را نشان می‌دهند. مقاومت معادل مدار چند اهم است؟ (آمپرسنج‌ها آرمانی فرض شوند.)



(سراسری تجربی - ۸۸)

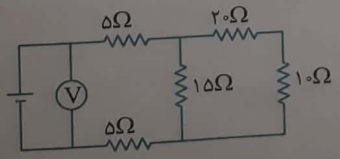
۱) ۳۰ ۲) ۸
۳) $\frac{۲۰}{۳}$ ۴) $\frac{۴۰}{۳}$

۱۸۷- در شکل روبه‌رو ولت‌سنج ۴ ولت را نشان می‌دهد. ε (نیروی محرکه‌ی مولد) چند ولت است؟ (آزاد تجربی- ۸۶)



۱) ۹ ۲) ۶
۳) ۱۸ ۴) ۱۲

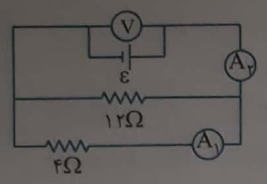
۱۸۸- در شکل روبه‌رو، جریان گذرنده از مقاومت ۱۰ اهمی برابر با ۲A است. ولت‌متر چند ولت را نشان می‌دهد؟



۱) ۹۰ ۲) ۱۸۰
۳) ۱۲۰ ۴) ۶۰

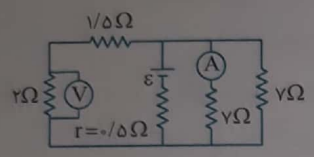
Scanned by CamScanner

۱۸۹- در مدار شکل روبه‌رو، اگر ولت‌سنج ۱۲ ولت را نشان دهد، آمپرسنج‌های A_1 و A_2 به ترتیب از راست به چپ چند آمپر را نشان می‌دهند؟



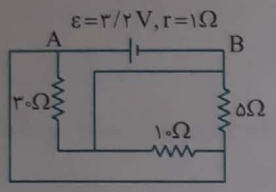
۱) ۱ , ۲
۲) ۲ , ۱
۳) ۳ , ۴
۴) ۴ , ۳

۱۹۰- در شکل روبه‌رو، ولت‌سنج ۴ ولت و آمپرسنج با مقاومت ناچیز، ۱ آمپر را نشان می‌دهد. نیروی محرکه‌ی باتری چند ولت است؟



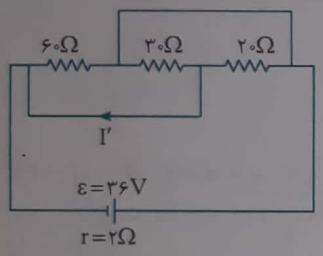
۱) ۹
۲) ۱۲
۳) ۱۰/۵
۴) ۲۱

۱۹۱- در مدار شکل روبه‌رو، $V_A - V_B$ چند ولت است؟



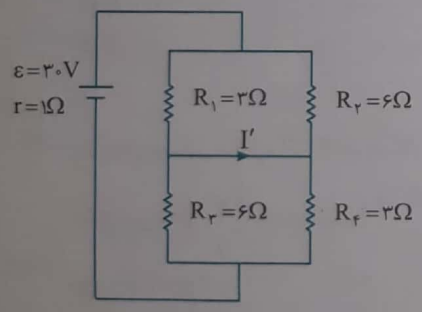
۱) ۴
۲) ۴/۲
۳) ۳/۴
۴) ۲/۴

۱۹۲- در مدار روبه‌رو، I' چند آمپر است؟ (سراسری ریاضی - ۹۲)



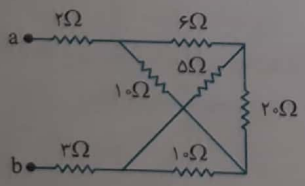
۱) صفر
۲) ۰/۵
۳) ۲/۵
۴) ۱/۵

۱۹۳- در مدار روبه‌رو، I' چند آمپر است؟



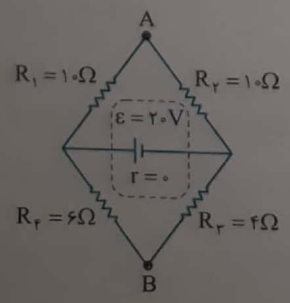
۱) ۲
۲) ۴
۳) ۶
۴) صفر

۱۹۴- در شکل روبه‌رو که قسمتی از یک مدار الکتریکی است، از مقاومت ۲۰ اهمی جریان ۰/۵ آمپر عبور می‌کند. از مقاومت ۲ اهمی جریان چند آمپر عبور می‌کند؟ (سراسری خارج از کشور ریاضی - ۹۳)



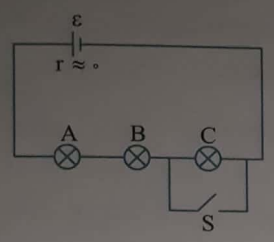
۱) ۱/۵
۲) ۲
۳) ۳/۵
۴) ۵

۱۹۵- در مدار شکل روبه‌رو، $V_A - V_B$ چند ولت است؟ (قلم‌چی)



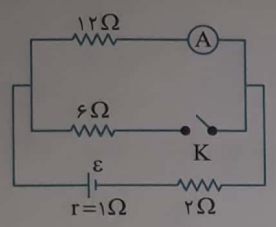
۱) صفر
۲) ۱
۳) ۲
۴) ۴

Scanned by CamScanner



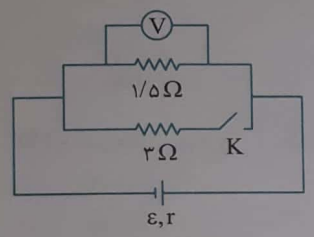
۱۹۶- سه لامپ مشابه وجود دارد. با بستن کلید S اختلاف پتانسیل لامپ‌های A و B چگونه تغییر می‌کند؟ (برگرفته از کتاب درسی)

۱) ولتاژ هر یک ٪۵۰ کاهش می‌یابد.
۲) ولتاژ هر یک ٪۵۰ افزایش می‌یابد.
۳) ولتاژ هر یک $\frac{۲}{۳}$ برابر می‌شود.
۴) گزینه (۲) و (۳) درست است.



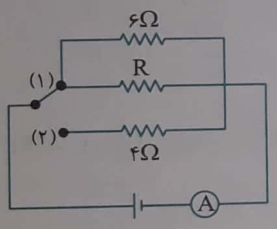
۱۹۷- در مدار شکل مقابل، در حالتی که کلید باز است، آمپرسنج یک آمپر را نشان می‌دهد. اگر کلید را ببندیم، آمپرسنج چند آمپر را نشان می‌دهد؟ (سراسری خارج از کشور تجربی - ۸۹)

۱) $\frac{۵}{۷}$
۲) $\frac{۷}{۱۲}$
۳) $\frac{۱۰}{۷}$
۴) $\frac{۷}{۱۵}$



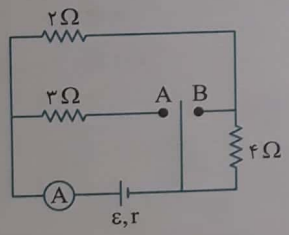
۱۹۸- در مدار روبه‌رو، در حالتی که کلید باز است، ولت‌سنج $V_۱$ را نشان می‌دهد و اگر کلید را ببندیم، $V_۲$ را نشان می‌دهد. اگر $\frac{V_۲}{V_۱}$ برابر با $\frac{۸}{۹}$ باشد، مقاومت درونی باتری چند اهم است؟ (سراسری تجربی- ۹۰)

۱) ۰/۵
۲) ۱
۳) ۱/۵
۴) ۲



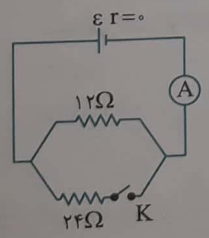
۱۹۹- در شکل روبه‌رو، کلید روی هر کدام از حالت‌های ۱ و ۲ قرار گیرد، جریان آمپرسنج تغییر نمی‌کند. مقاومت R چند اهم است؟

۱) ۳
۲) ۴
۳) ۸
۴) ۱۲



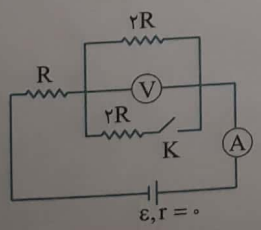
۲۰۰- در مدار شکل مقابل، اگر کلید به A وصل شود، آمپرسنج I_A و اگر به B وصل شود، I_B را نشان می‌دهد. $\frac{I_A}{I_B}$ کدام است؟ (سراسری خارج از کشور ریاضی- ۸۸)

۱) ۱
۲) ۲
۳) $\frac{۱}{۲}$
۴) $\frac{۲}{۳}$



۲۰۱- در مدار شکل روبه‌رو، وقتی کلید K باز است، آمپرسنج ۲ آمپر را نشان می‌دهد. اگر کلید K بسته شود، آمپرسنج چند آمپر را نشان خواهد داد؟ (آزاد تجربی- ۸۵)

۱) ۳
۲) $\frac{۱}{۳}$
۳) ۲
۴) $\frac{۱}{۲}$



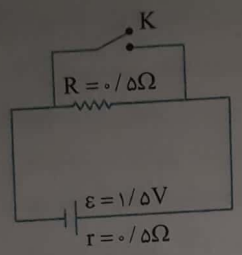
۲۰۲- در مدار شکل مقابل در ابتدا کلید K باز است. اگر کلید را ببندیم، اعدادی که ولت‌سنج و آمپرسنج نشان می‌دهند به ترتیب از راست به چپ چند برابر می‌شوند؟ (سراسری ریاضی - ۸۶)

۱) صفر، ۲
۲) $\frac{۳}{۲}$ ، $\frac{۴}{۳}$
۳) $\frac{۳}{۴}$ ، $\frac{۲}{۳}$
۴) $\frac{۳}{۲}$ ، $\frac{۳}{۴}$

Scanned by CamScanner

۲۰۳- در مدار روبه‌رو، ابتدا کلید باز است. در صورتی که کلید بسته شود، اختلاف پتانسیل دو سر مولد چند ولت کاهش می‌یابد؟

(سراسری خارج از کشور ریاضی - ۹۴)



۱) صفر

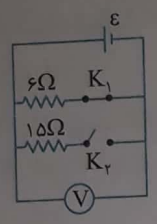
۲) ۰/۵

۳) ۰/۷۵

۴) ۱/۵

۲۰۴- در مدار شکل روبه‌رو، کلید K_1 بسته است و ولت‌سنج ۱۲ ولت را نشان می‌دهد. اگر کلید K_1 را باز کنیم و K_2 را ببندیم، ولت‌سنج ۱۵ولت را نشان می‌دهد. نیروی محرکه‌ی باتری (ε) چند ولت است؟

(سراسری ریاضی- ۸۶)



۱) ۱۵

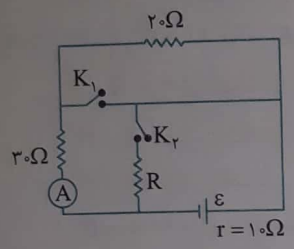
۲) ۱۸

۳) ۲۱

۴) ۲۴

۲۰۵- در شکل روبه‌رو وقتی هر دو کلید باز هستند یا هر دو کلید بسته هستند، آمپرسنج آرمانی $0/2\,A$ را نشان می‌دهد. مقاومت R چند اهم است؟

(سراسری ریاضی - ۹۴)



۱) ۶۰

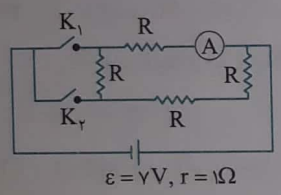
۲) ۴۰

۳) ۱۵

۴) ۱۰

۲۰۶- در مدار روبه‌رو در صورتی که کلید K_1 بسته و کلید K_2 باز باشد، آمپرسنج $\frac{3}{4}A$ را نشان می‌دهد. اگر هر دو کلید بسته شوند، آمپرسنج چند آمپر را نشان می‌دهد؟

(سراسری خارج از کشور ریاضی - ۹۰)



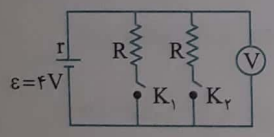
۱) $\frac{28}{19}$

۲) $\frac{21}{19}$

۳) $\frac{7}{19}$

۴) $\frac{14}{19}$

۲۰۷- در شکل روبه‌رو، هنگامی که یکی از کلیدها باز و دیگری بسته است، ولت‌سنج ۳ ولت را نشان می‌دهد. اگر هر دو کلید بسته شود، ولت‌سنج چند ولت را نشان می‌دهد؟ (سراسری ریاضی-۸۸)



۱) ۲/۴

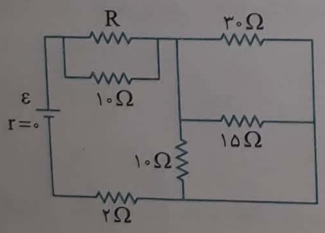
۲) ۲/۸

۳) ۴/۲

۴) ۳/۶

۲۰۸- در مدار شکل روبه‌رو، اختلاف پتانسیل دو سر هر یک از مقاومت‌های ۱۰ اهمی برابر ۳۰ ولت است. مقاومت معادل مدار چند اهم است؟

(سراسری خارج از کشور تجربی- ۸۸)



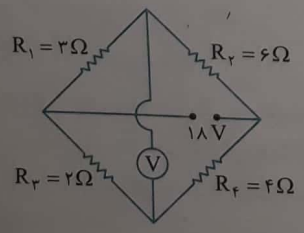
۱) ۱۱

۲) ۱۲

۳) ۱۳

۴) ۱۴

۲۰۹- در مدار شکل زیر عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد برابر چند ولت است؟



۱) صفر

۲) ۱۲

۳) ۸

۴) ۱۰

Scanned by CamScanner

انرژی و توان در مدار با مقاومت‌های متوالی و موازی

۲۱۰- اگر لامپ‌های رشته‌ای (۱) و (۲) را به طور موازی به یک مولد وصل کنیم، لامپ (۱) پرنورتر است. چنانچه آن‌ها را به طور متوالی به یک مولد وصل کنیم .....

۱) لامپ (۱) توان بیش‌تری مصرف می‌کند.
۲) لامپ (۲) توان بیش‌تری مصرف می‌کند.
۳) توان آن‌ها یکسان خواهد بود.
۴) قابل تشخیص نیست.

۲۱۱- اختلاف پتانسیل $17V$ به دو سر یک سیم مسی به طول ۳۰ متر و شعاع مقطع $1mm$ اعمال می‌شود. آهنگ تولید انرژی گرمایی در سیم چند وات است؟ $(\rho=1/7\times10^{-8}\Omega.m, \pi=3)$ (سراسری خارج از کشور تجربی - ۹۶)

۱) ۱۷۰۰
۲) ۱۰۰
۳) ۱۷۰
۴) ۱۰

۲۱۲- اگر ۳ مقاومت الکتریکی مشابه را به طور متوالی به هم ببندیم و دو سر مجموعه را به اختلاف پتانسیل ثابت وصل کنیم، توان مصرفی کل مدار ۹۰ وات می‌شود. اگر همان مقاومت‌ها را به طور موازی به همان اختلاف پتانسیل وصل کنیم، توان کل مدار چند وات می‌شود؟ (سراسری خارج از کشور تجربی- ۹۰)

۱) ۳۰
۲) ۲۷۰
۳) ۵۶۰
۴) ۸۱۰

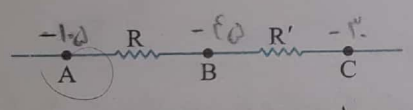
۲۱۳- اگر در یک مدار الکتریکی دو مقاومت R_1 و $R_2=2R_1$ دارای توان‌های P_1 و $P_2=4P_1$ باشند، آن‌گاه درباره‌ی چگونگی اتصال R_1 و R_2 می‌توان گفت .....

۱) الزاماً متوالی هستند.
۲) الزاماً موازی هستند.
۳) بسته به سایر مقاومت‌های مدار، ممکن است متوالی یا موازی باشند.
۴) موازی یا متوالی نیستند.

۲۱۴- دو مقاومت $R_1=100\Omega$ و $R_2=200\Omega$ به طور متوالی در مداری قرار دارند. هرگاه توان مصرفی R_2 برابر با ۵۰ وات باشد، جریان R_2 چند آمپر و توان R_1 چند وات است؟

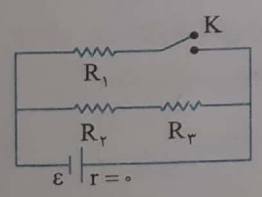
۱) ۱ و ۵۰
۲) ۱ و ۲۵
۳) ۰/۵ و ۲۵
۴) ۰/۲۵ و ۵۰

۲۱۵- در شکل زیر، اگر پتانسیل الکتریکی نقطه‌های A، B و C به‌ترتیب برابر با $-105V$، $-45V$ و $-30V$ باشد، جهت جریان الکتریکی و حاصل $\frac{R}{R'}$ کدام است؟ (قلم‌چی)



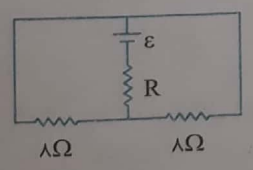
۱) از نقطه‌ی A به نقطه‌ی C، ۴
۲) از نقطه‌ی A به نقطه‌ی C، $\frac{1}{4}$
۳) از نقطه‌ی C به نقطه‌ی A، ۴
۴) از نقطه‌ی C به نقطه‌ی A، $\frac{1}{4}$

۲۱۶- در شکل روبه‌رو، مقاومت‌ها مشابه‌اند. اگر کلید بسته شود، توان مصرفی مدار چند برابر می‌شود؟ (سراسری خارج از کشور ریاضی - ۹۴)



۱) $\frac{4}{3}$
۲) $\frac{3}{2}$
۳) ۲
۴) ۳

۲۱۷- اگر در مدار مقابل توان هر سه مقاومت با یک‌دیگر برابر باشند، R چند اهم است؟ (سراسری تجربی- ۸۹)



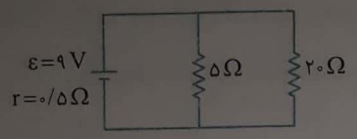
۱) ۱
۲) ۲
۳) ۴
۴) ۱۶

۲۱۸- یک مولد ۱۲ ولتی با مقاومت درونی ناچیز می‌تواند ۲۴ آمپر ساعت بار الکتریکی در مدار شارش دهد. اگر ۲ لامپ مشابه ۶ ولتی و ۲۴ واتی را به‌طور متوالی به‌یکدیگر متصل کرده و دو سر این مجموعه را به مولد وصل کنیم، پس از چند ساعت مولد خالی می‌شود؟ (مقاومت الکتریکی لامپ‌ها ثابت است و فرض کنید ولتاژ دو سر مولد تا زمان اتمام ثابت باقی می‌ماند.)

۱) ۶
۲) ۱۲
۳) ۲۴
۴) ۴۸

Scanned by CamScanner

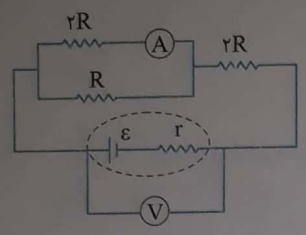
۲۱۹- در مدار شکل مقابل توان مصرفی در مقاومت‌های خارجی مدار چند وات است؟



(سراسری خارج از کشور ریاضی - ۸۸)

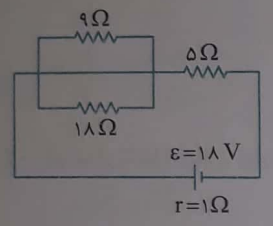
۱) ۶
۲) ۱۲
۳) ۱۶
۴) ۱۸

۲۲۰- در مدار شکل روبه‌رو، ولت‌سنج آرمانی ۶V و آمپرسنج آرمانی ۰/۵A را نشان می‌دهند، گرمای تولید شده در مقاومت R در مدت ۲ دقیقه برابر با چند ژول است؟



۱) ۱۳۰
۲) ۱۸۰
۳) ۳۶۰
۴) ۷۲۰

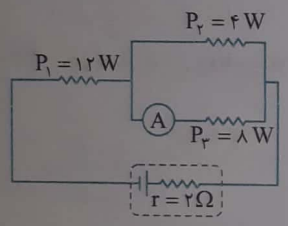
۲۲۱- در شکل مقابل، آهنگ مصرف انرژی در مقاومت ۹ اهمی چند وات است؟



(سراسری خارج از کشور تجربی - ۸۹)

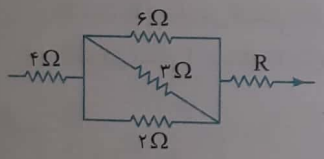
۱) صفر
۲) ۶
۳) ۹
۴) ۱۲

۲۲۲- در مدار شکل مقابل، توان مصرفی هر یک از مقاومت‌ها بر روی شکل مشخص شده است. اگر جریانی که آمپرسنج نشان می‌دهد برابر ۴A باشد، اندازه نیرو محرکه برابر چند ولت است؟



۱) ۱۰
۲) ۱۲
۳) ۱۴
۴) ۱۶

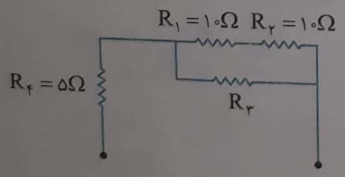
۲۲۳- در شکل مقابل که قسمتی از یک مدار الکتریکی است، توان مصرفی مقاومت ۶ اهمی چند برابر توان مصرفی مقاومت ۴ اهمی است؟



(سراسری خارج از کشور تجربی- ۸۵)

۱) $\frac{۱}{۲}$
۲) $\frac{۲}{۳}$
۳) $\frac{۳}{۲}$
۴) $\frac{۱}{۲۴}$

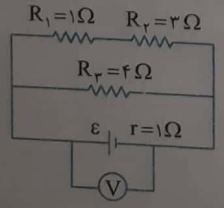
۲۲۴- اگر جریان الکتریکی گذرنده از مقاومت $R_۴$ سه برابر جریان گذرنده از مقاومت $R_۳$ باشد، در مورد توان مصرفی در $R_۳$ و توان مصرفی در $R_۲$ کدام گزینه درست است؟



(گزینه دو)

۱) $P_۳ = ۶P_۲$
۲) $P_۳ = ۴P_۲$
۳) $P_۳ = ۲P_۲$
۴) $P_۳ = P_۲$

۲۲۵- در مدار مقابل، توان مصرفی مقاومت $R_۱$ برابر با ۴W است. اختلاف پتانسیل دو سر باتری و نیروی محرکه‌ی آن به ترتیب از راست به چپ هر کدام چند ولت است؟

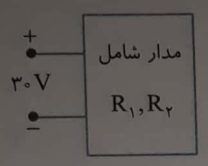


(سراسری خارج از کشور ریاضی- ۸۵)

۱) ۶ , ۵
۲) ۱۲ , ۸
۳) ۱۴ , ۱۰
۴) ۲۰ , ۱۶

Scanned by CamScanner

۲۲۶- اگر $R_1 = 20\Omega$ و توان مصرفی در مدار شکل مقابل که از اتصال R_1 و R_2 به یک‌دیگر تشکیل شده است برابر ۶۰ وات باشد، جریان گذرنده از R_2 چند آمپر است؟



(گزینه دو)

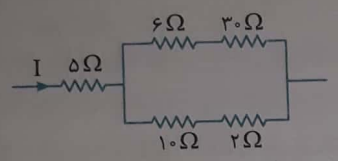
۱) $\frac{1}{2}$

۲) ۲

۳) $\frac{3}{2}$

۴) $\frac{5}{2}$

۲۲۷- در مدار روبه‌رو، توان مصرفی مقاومت ۱۰ اهمی چند برابر توان مصرفی مقاومت ۵ اهمی است؟



(سراسری ریاضی - ۹۱)

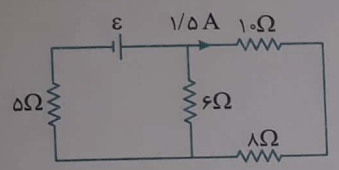
۱) $\frac{9}{8}$

۲) $\frac{3}{2}$

۳) $\frac{8}{9}$

۴) $\frac{2}{3}$

۲۲۸- در مدار شکل مقابل، توان مصرفی مقاومت ۵ اهمی چند وات است؟



(سراسری خارج از کشور تجربی- ۸۶)

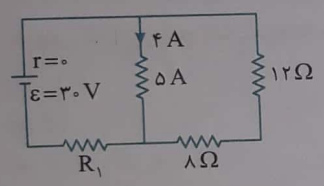
۱) ۲۰

۲) ۶۰

۳) ۱۲۰

۴) ۱۸۰

۲۲۹- در مدار شکل روبه‌رو، توان مصرفی مقاومت R_1 چند وات است؟



(سراسری خارج از کشور تجربی - ۸۷)

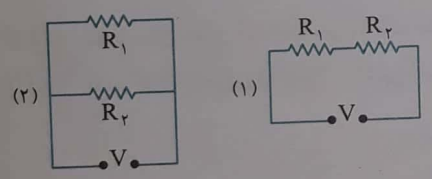
۱) ۲۵

۲) ۴۰

۳) ۵۰

۴) ۸۰

۲۳۰- در شکل روبه‌رو، دو مقاومت $R_1 = 6\Omega$ و R_2 را به دو صورت به اختلاف پتانسیل ثابت V وصل می‌کنیم. اگر توان مصرفی مجموعه در شکل (۲)، ۴/۵ برابر توان مصرفی شکل (۱) باشد، اندازه‌ی R_2 کدام مقادیر بر حسب اهم می‌تواند باشد؟



(سراسری تجربی - ۸۸)

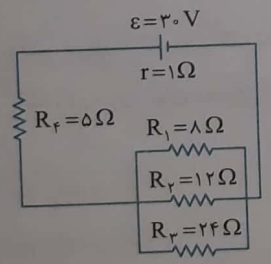
۱) ۵ یا ۷

۲) ۴ یا ۸

۳) ۲ یا ۱۸

۴) ۳ یا ۱۲

۲۳۱- در مدار روبه‌رو، مقدار گرمایی که در مدت ۱۰۰ ثانیه در مقاومت R_3 تولید می‌شود، چند ژول است؟



(سراسری خارج از کشور ریاضی - ۹۱)

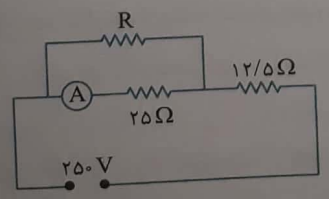
۱) ۶۰۰

۲) ۳۶۰۰

۳) ۳۷۵۰

۴) ۲۱۶۰۰

۲۳۲- در مدار زیر، آمپرسنج ۶ آمپر را نشان می‌دهد. انرژی مصرفی در مقاومت R در مدت ۳۰ دقیقه چند کیلووات ساعت است؟ (مقاومت آمپرسنج ناچیز است.)



(سراسری خارج از کشور تجربی - ۹۰)

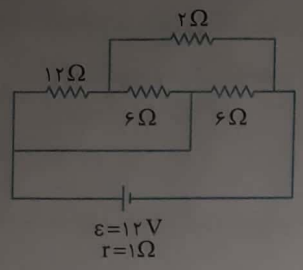
۱) ۰/۱۵

۲) ۰/۴۵

۳) ۱/۵

۴) ۴/۵

Scanned by CamScanner



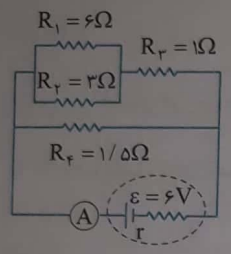
۲۳۳- در مدار مقابل، توان تلف شده در باتری چند وات است؟ (سراسری تجربی - ۸۹)

۱) ۹

۲) ۴/۵

۳) ۱۸

۴) ۲۷



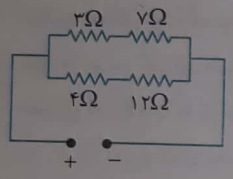
۲۳۴- در مدار شکل روبه‌رو، توان مفید مولد، بیشینه مقدار خود را دارد. در این حالت آمپرسنج آرمانی چند آمپر را نشان می‌دهد؟ (قلم‌چی)

۱) ۲

۲) ۱

۳) ۳

۴) باید مقاومت r معلوم باشد.



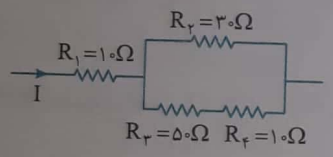
۲۳۵- در شکل روبه‌رو، در یک مدت معین، کدام مقاومت (چند اهمی) گرمای بیش‌تری تولید می‌کند؟

۱) ۱۲

۲) ۷

۳) ۳

۴) ۴



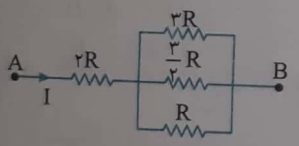
۲۳۶- در شکل روبه‌رو که قسمتی از یک مدار الکتریکی را نشان می‌دهد، توان مصرفی کدام مقاومت بیش‌تر است؟

۱) R_1

۲) R_2

۳) R_3

۴) R_4



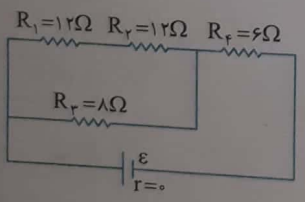
۲۳۷- در شکل روبه‌رو، توان مصرفی مقاومت ۲R چند برابر توان مصرفی مقاومت ۳R است؟ (سراسری تجربی ۸۶)

۱) ۶

۲) ۲۴

۳) $\frac{1}{6}$

۴) $\frac{1}{24}$



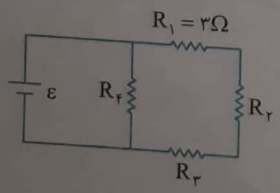
۲۳۸- در مدار روبه‌رو توان مصرفی مقاومت R_4 چند برابر توان مصرفی مقاومت R_1 است؟ (سراسری تجربی - ۹۵)

۱) ۲

۲) ۴

۳) ۶

۴) ۸



۲۳۹- در مدار روبه‌رو، توان مصرفی هر یک از مقاومت‌ها با هم برابر است. مقاومت معادل مدار چند اهم است؟ (سراسری ریاضی - ۹۳)

۱) $\frac{27}{4}$

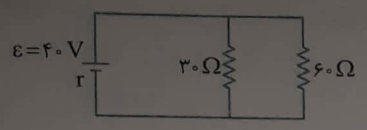
۲) $\frac{9}{2}$

۳) ۱۸

۴) ۹

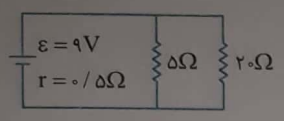
Scanned by CamScanner

۲۴۰- در شکل روبه‌رو، اگر توان تلف شده در خارج از باتری ۳ برابر توان تلف شده در باتری باشد، توان مصرفی مقاومت ۳۰ اهمی چند وات است؟ (سراسری خارج از کشور ریاضی- ۹۰)



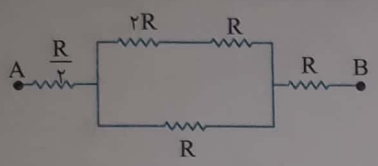
۱) ۳۰
۲) ۴۰
۳) ۶۰
۴) ۹۰

۲۴۱- در مدار مقابل توان مصرفی در خارج از باتری چند وات است؟ (سراسری خارج از کشور تجربی - ۸۸)



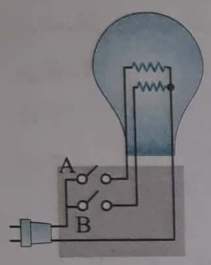
۱) ۶
۲) ۱۲
۳) ۱۶
۴) ۱۸

۲۴۲- شکل زیر قسمتی از یک مدار الکتریکی را نشان می‌دهد. اگر توان مصرفی مقاومت $\frac{R}{۲}$ برابر با ۴۰ وات باشد، توان مصرفی کل بین دو نقطه‌ی A و B چند وات است؟ (قلم‌چی)



۱) ۴۵
۲) ۹۰
۳) ۱۸۰
۴) ۲۷۰

۲۴۳- مطابق شکل، یک لامپ سه راهه‌ی ۲۲۰V که دو رشته‌ی فیلامان دارد با باز و بسته شدن کلیدها، برای کار در سه توان مختلف ساخته شده است. اگر کم‌ترین و بیش‌ترین توان مصرفی این لامپ به ترتیب ۶۰W و ۱۷۰W باشد، مقاومت رشته‌ی سیم با مقاومت کم‌تر ..... اهم و توان مصرفی آن ..... وات است.

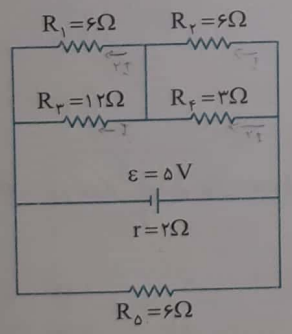


۱) ۹۶۸ , ۱۲۰
۲) ۹۶۸ , ۶۰
۳) ۴۴۰ , ۶۰
۴) ۴۴۰ , ۱۱۰

۲۴۴- سه مقاومت $R_۱=R_۲=۳۰\Omega$ و $R_۳$ را به‌یکدیگر متصل کرده، دو سر مجموعه را به اختلاف پتانسیل ۱۲ ولت متصل می‌کنیم و از مجموعه جریان $\frac{۱}{۲}$ آمپر عبور می‌کند. اگر توان مصرفی در $R_۱$ و $R_۲$ برابر نباشد، $R_۳$ چند اهم است؟ (گزینه دو)

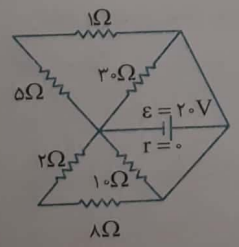
۱) ۹۰
۲) ۱۲۰
۳) ۱۵۰
۴) ۶۰

۲۴۵- در مدار روبه‌رو، توان مصرفی مقاومت $R_۱$ چند وات است؟ (سراسری تجربی - ۹۲)



۱) $\frac{۱}{۲}$
۲) $\frac{۱}{۳}$
۳) $\frac{۱}{۶}$
۴) $\frac{۲}{۳}$

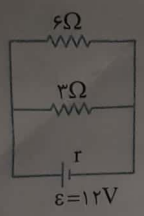
۲۴۶- در شکل مقابل توان مصرفی مقاومت ۱۰ اهمی چند وات است؟ (گزینه دو)



۱) ۳۲
۲) ۴۰
۳) ۲۸
۴) ۶۰

Scanned by CamScanner

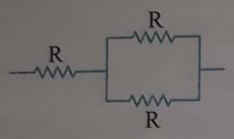
۲۴۷- در مدار شکل روبه‌رو، توان مصرفی مدار به بیشینه‌ی مقدار خود رسیده است. این توان بیشینه برابر با چند وات است؟



۱) ۲۴
۲) ۲۰
۳) ۱۸
۴) ۱۲

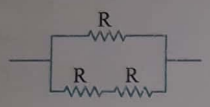
بیشینه‌ی توان قابل تحمل مدار

۲۴۸- اگر هر یک از مقاومت‌های شکل روبه‌رو حداکثر تحمل توان ۶۰ وات را داشته باشند، حداکثر توان مصرفی مدار چند وات است؟



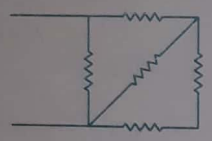
۱) ۶۰
۲) ۹۰
۳) ۱۲۰
۴) ۱۸۰

۲۴۹- در مدار شکل روبه‌رو، بیش‌ترین توانی که هر مقاومت می‌تواند بدون آسیب دیدن مصرف کند، $10W$ است. بیشینه‌ی توان مصرفی این مدار می‌تواند چند وات باشد؟



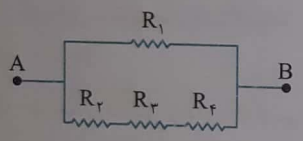
۱) ۳۰
۲) ۱۵
۳) ۴۵
۴) ۱۰

۲۵۰- در مدار روبه‌رو، همه‌ی مقاومت‌ها مشابه‌اند و هر مقاومت حداکثر توان ۲۰ وات را می‌تواند تحمل کند. حداکثر توان الکتریکی که ممکن است در این مدار مصرف شود تا هیچ مقاومتی آسیب نبیند، چند وات است؟ (سراسری ریاضی - ۹۳)



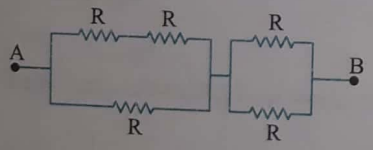
۱) ۶۰
۲) ۴۰
۳) ۳۶
۴) ۳۲

۲۵۱- در شکل زیر که قسمتی از یک مدار الکتریکی می‌باشد، بیش‌ترین توانی که هر کدام از مقاومت‌های مشابه می‌توانند تحمل کنند، برابر با $60W$ است. بیش‌ترین توان مصرفی بین دو نقطه‌ی A و B چند وات باشد تا هیچ‌کدام از مقاومت‌ها آسیب نبینند؟



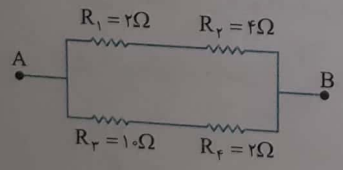
۱) ۹۰
۲) ۸۰
۳) ۲۴۰
۴) ۱۳۵

۲۵۲- در شکل روبه‌رو مقاومت‌ها یکسان و برابر 20Ω و بیشینه‌ی جریان قابل تحمل هر یک $1/2A$ است. اختلاف پتانسیل بین A و B چند ولت باشد تا به هیچ‌یک از مقاومت‌ها آسیبی نرسد؟



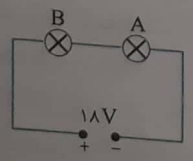
۱) ۲۱
۲) ۳۶
۳) ۱۸
۴) ۴۲

۲۵۳- در شکل زیر بیش‌ترین توانی که هر مقاومت بدون آسیب دیدن می‌تواند تحمل کند، برابر با ۳۲ وات است. حداکثر توانی که بین دو نقطه‌ی A و B می‌توان مصرف کرد، بدون آن که هیچ‌یک از مقاومت‌های مدار آسیب ببیند، چند وات است؟ (قلم‌چی)



۱) ۳۲
۲) ۴۸
۳) ۶۴
۴) ۷۲

۲۵۴- اگر لامپ‌های A و B را جداگانه به اختلاف پتانسیل $12V$ متصل کنیم، توان مصرفی آن‌ها به ترتیب $6W$ و $3W$ است. اگر لامپ‌ها را متوالی ببندیم و به اختلاف پتانسیل ۱۸ ولت وصل کنیم، توان مصرفی در لامپ A چند وات می‌شود؟ (مقاومت لامپ‌ها ثابت است.) (گزینه‌ی دو)



۱) ۲/۵
۲) ۱/۵
۳) ۳
۴) ۵

Scanned by CamScanner

۲۵۵- روی یک لامپ رشته‌ای معمولی نوشته شده است: « ۲۲۰ V ، ۱۰۰ W ». دانش‌آموزی مقاومت این لامپ را با اهم‌سنج اندازه می‌گیرد و با توجه به رابطه‌ی $P=\frac{V^2}{R}$ به این نتیجه می‌رسد که توان این مقاومت با برق ۲۲۰ ولت، باید خیلی بیش‌تر از ۱۰۰ وات باشد که روی لامپ نوشته شده است، پس این نوشته اشکال دارد. کدام توضیح نتیجه‌گیری را تصحیح می‌کند؟ (سراسری خارج از کشور تجربی- ۹۱)

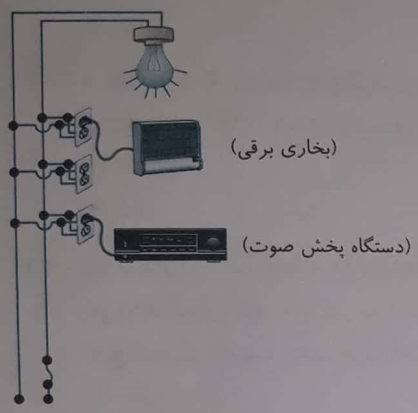
۱) به احتمال زیاد، اهم‌سنج خطا داشته است.

۲) برق خانه متناوب است و قانون اهم در آن صادق نیست.

۳) با افزایش دمای رشته، مقاومت الکتریکی آن و همچنین توان مصرفی آن کاهش خواهد یافت.

۴) مقاومت الکتریکی رشته‌ی لامپ، وقتی که گداخته می‌شود، بیش‌تر از آن خواهد بود که دانش‌آموز اندازه گرفته است.

۲۵۶- یک لامپ رشته‌ای حداکثر چند وات می‌توان در مدار قرار داد تا فیوز ۱۵A نپرد؟ (توان بخاری برقی ۲۰۰۰W و دستگاه پخش صوت ۲۰۰W و مدار سیم‌کشی خانگی ۲۰۰V می‌باشد.) (برگرفته از کتاب درسی)



۱) ۲۰۰

۲) ۴۰۰

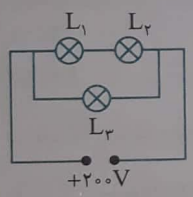
۳) ۶۰۰

۴) ۸۰۰

۲۵۷- سه عدد لامپ ۹۰ وات را که با برق شهر کار می‌کنند، به‌طور متوالی به‌هم می‌بندیم و به برق شهر وصل می‌کنیم. توان مصرفی هر لامپ در این حالت چند وات است؟

۱) ۲۷۰ ۲) ۱۰ ۳) ۳۰ ۴) ۶۰

۲۵۸- در مدار شکل روبه‌رو، از لامپ‌های ۲۰۰ ولت و ۱۰۰ وات استفاده شده است. توان مصرفی مجموعه چند وات است؟



۱) ۳۰۰ ۲) ۲۰۰

۳) ۲۵۰ ۴) ۱۵۰

۲۵۹- مقاومت الکتریکی لامپ معمولی ۱۰۰ واتی چند برابر مقاومت الکتریکی یک لامپ ۲۵ واتی است؟

۱) $\frac{1}{4}$ ۲) $\frac{1}{2}$ ۳) ۲ ۴) ۴

۲۶۰- روی اتوهای برقی A و B به ترتیب نوشته شده $(220V, 500W)$ و $(110V, 750W)$ و مقاومت اتوها به ترتیب R_A و R_B می‌باشد. در این صورت حاصل $\frac{R_A}{R_B}$ برابر است با: .....

۱) $\frac{3}{2}$ ۲) $\frac{2}{3}$ ۳) ۶ ۴) $\frac{1}{6}$

۲۶۱- لامپی با مشخصات ۱۲V و ۳۶W را به منبع برق ۸ ولتی وصل می‌کنیم. اگر مقاومت الکتریکی لامپ ثابت بماند، توانش در این حالت چند وات می‌شود؟ (سراسری تجربی - ۸۵)

۱) ۱۶ ۲) ۱۸ ۳) ۲۰ ۴) ۲۴

۲۶۲- شخصی دو لامپ معمولی ۲۲۰ ولتی ۱۰۰ واتی خریده و آن‌ها را به طور متوالی بسته و دو سر مجموعه را به برق ۲۲۰ ولت وصل کرده است. با فرض ثابت ماندن مقاومت الکتریکی لامپ‌ها، توان مصرفی مجموعه در این حالت چند وات است؟

۱) ۲۵ ۲) ۵۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۲۰۰

Scanned by CamScanner

۲۶۳- روی یک لامپ اعداد ۱۰۰ وات و ۲۰۰ ولت نوشته شده است و با همان ولتاژ روشن است. اگر به علت افت ولتاژ، توان مصرفی لامپ ۱۹ درصد کاهش پیدا کند، افت ولتاژ چند ولت خواهد بود؟ (سراسری تجربی - ۹۶)

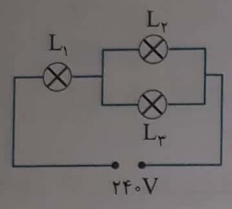
۱) ۱۲ ۲) ۱۹ ۳) ۲۰ ۴) ۸۸

۲۶۴- روی یک کتری برقی نوشته شده $۲۲۰V$ و وقتی آن را به برق شهر متصل می‌کنیم جریان گذرنده از قسمت گرماده آن $۴A$ است. اگر این کتری در مدت ۱۰ دقیقه دمای ۱/۵ لیتر آب $۲۰^\circ C$ را به نقطه‌ی جوش در فشار $۱atm$ برساند، بازده آن چند درصد است؟

$(\rho_{آب} = ۱\frac{kg}{lit}, c_{آب} = ۴/۱۸\frac{J}{g^\circ C})$

۱) ۷۵ ۲) ۵۵ ۳) ۶۵ ۴) ۹۵

۲۶۵- در مدار شکل روبه‌رو، لامپ‌ها مشابه و مشخصات هر یک ($۱۰۰W$ و $۲۴۰V$) می‌باشد. در این مدار، توان مصرفی لامپ $L_۱$ چند وات است؟ (مقاومت لامپ‌ها ثابت فرض شود.) (قلم‌چی)



۱) $\frac{۴۰۰}{۹}$ ۲) $\frac{۲۰۰}{۹}$ ۳) $\frac{۲۰۰}{۳}$ ۴) $\frac{۴۰۰}{۳}$

۲۶۶- دو لامپ $۴۰W$ و $۶۰W$ را به‌طور متوالی به‌هم وصل کرده و به برق شهر $(۲۲۰V)$ وصل می‌کنیم. توان لامپ‌ها بر حسب وات در این حالت به‌ترتیب از راست به چپ برابر است با .....

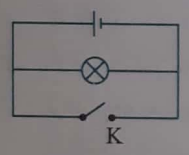
۱) ۹/۶ و ۱۴/۴ ۲) ۱۴/۴ و ۹/۶ ۳) ۱۶ و ۳۶ ۴) ۳۶ و ۱۶

۲۶۷- می‌خواهیم یک لامپ $۲۰V$ و $۱۰W$ را با استفاده از برق ۲۲۰ ولت مستقیم روشن کنیم. برای این کار مقاومتی را با لامپ به طور متوالی در مدار قرار می‌دهیم. اندازه‌ی این مقاومت (بر حسب اهم) و توانی که در آن مصرف می‌شود (بر حسب وات) از راست به چپ کدام‌اند؟

۱) ۱۰۰ , ۴۰۰ ۲) ۱۱۰ , ۲۰ ۳) ۲۰۰ , ۲۴۰ ۴) ۴۰۰ , ۱۰۰

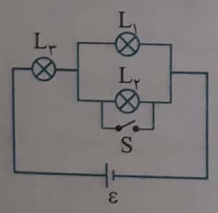
تغییر در مدار و تحلیل جریان و ولتاژ آن

۲۶۸- در شکل روبه‌رو، یک لامپ ۶ ولتی به دو سر یک باتری ۶ ولتی متصل است و موقعی که کلید باز است، لامپ روشنایی عادی خود را دارد. هرگاه کلید را ببندیم، .....



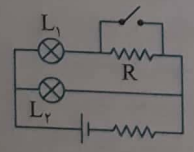
۱) روشنایی لامپ تغییر نمی‌کند.
۲) روشنایی لامپ زیادتر می‌شود.
۳) لامپ خاموش می‌شود.
۴) لامپ می‌سوزد.

۲۶۹- در مدار شکل روبه‌رو، بعد از بستن کلید S، نور لامپ‌های $L_۱$ و $L_۳$ چگونه تغییر می‌کند؟



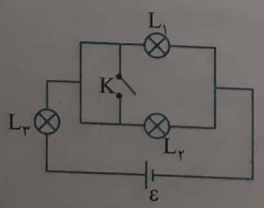
۱) $L_۱$ پر نور و $L_۳$ خاموش می‌شود.
۲) $L_۱$ خاموش و $L_۳$ پر نور می‌شود.
۳) هر دو کم نور می‌شوند.
۴) هر دو پر نور می‌شوند.

۲۷۰- در مدار شکل روبه‌رو، با بستن کلید، نور لامپ‌ها چه تغییری می‌کند؟



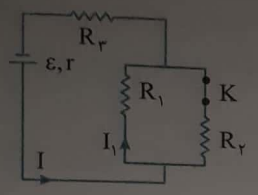
۱) هر دو افزایش می‌یابند.
۲) هر دو کاهش می‌یابند.
۳) $L_۱$ افزایش و $L_۲$ کاهش می‌یابد.
۴) $L_۱$ کاهش و $L_۲$ افزایش می‌یابد.

۲۷۱- اگر در مداری مطابق شکل روبه‌رو، کلید K را وصل کنیم، نور لامپ‌های $L_۱$، $L_۲$ و $L_۳$ چگونه تغییر می‌کند؟



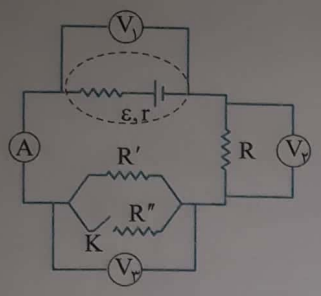
۱) $L_۱$ و $L_۲$ کاهش، $L_۳$ افزایش
۲) همه کاهش می‌یابند.
۳) $L_۱$ و $L_۲$ افزایش، $L_۳$ کاهش
۴) همه ثابت می‌مانند.

Scanned by CamScanner



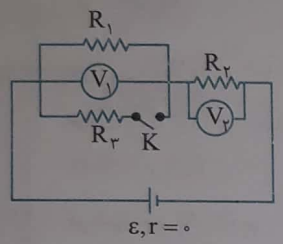
۲۷۲- اگر در شکل روبه‌رو کلید K را باز کنیم، جریان‌های I و I_1 به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کنند؟ (سراسری تجربی - ۸۶)

۱) افزایش - افزایش
۲) کاهش - کاهش
۳) کاهش - افزایش
۴) افزایش - کاهش



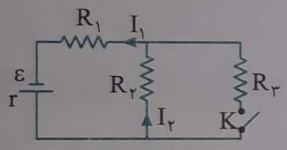
۲۷۳- در مدار شکل روبه‌رو، با بستن کلید K، مقادیری که ولت‌سنج‌های آرمانی V_1، V_2 و V_3 نشان می‌دهند، به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟ (قلم‌چی)

۱) کاهش، کاهش، افزایش
۲) کاهش، افزایش، کاهش
۳) افزایش، کاهش، افزایش
۴) افزایش، کاهش، کاهش



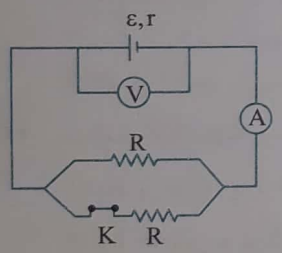
۲۷۴- اگر در مدار شکل روبه‌رو کلید K را وصل کنیم، ولتاژی که ولت‌سنج‌های V_1 و V_2 نشان می‌دهند، به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟

۱) افزایش- کاهش
۲) افزایش- افزایش
۳) کاهش- کاهش
۴) کاهش- افزایش



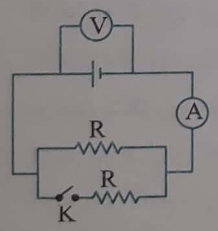
۲۷۵- در مدار روبه‌رو، با بستن کلید K، جریان‌های I_1 و I_2 به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کنند؟

۱) افزایش- افزایش
۲) کاهش- کاهش
۳) کاهش- افزایش
۴) افزایش- کاهش



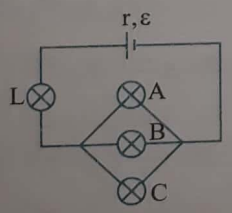
۲۷۶- اگر در شکل مقابل کلید را قطع کنیم، در مقادیری که ولت‌سنج و آمپرسنج نشان می‌دهند، به ترتیب چه تغییری حاصل می‌شود؟ (سراسری خارج از کشور ریاضی - ۸۶)

۱) کاهش - کاهش
۲) افزایش - افزایش
۳) کاهش - افزایش
۴) افزایش - کاهش



۲۷۷- در شکل روبه‌رو، اگر کلید K را ببندیم، مقداری که ولت‌سنج نشان می‌دهد، تغییر محسوسی نمی‌کند. در این صورت مقداری که آمپرسنج A (با مقاومت ناچیز) نشان می‌دهد، نسبت به حالت اول چه تغییری می‌کند؟

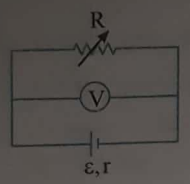
۱) دو برابر می‌شود.
۲) نصف می‌شود.
۳) تغییر محسوسی نمی‌کند.
۴) کاهش می‌یابد، ولی به نصف نمی‌رسد.



۲۷۸- در شکل روبه‌رو، تمام لامپ‌ها روشن هستند. اگر لامپ A خاموش شود، روشنایی لامپ‌های دیگر نسبت به حالت اول چه تغییری می‌کند؟

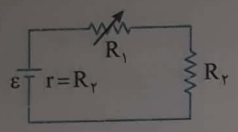
۱) L بیش‌تر و B و C کم‌تر می‌شود.
۲) روشنایی هر سه لامپ بیش‌تر می‌شود.
۳) روشنایی هر سه لامپ کم‌تر می‌شود.
۴) L کم‌تر و B و C بیش‌تر می‌شود.

Scanned by CamScanner



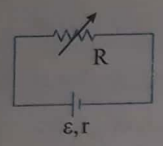
۲۷۹- در شکل روبه‌رو، اگر R را از صفر تا بی‌نهایت تغییر دهیم، V چگونه تغییر می‌کند؟

۱) از صفر تا ε
۲) از ε تا صفر
۳) پیوسته ثابت و برابر با ε
۴) پیوسته ثابت و کوچک‌تر از ε



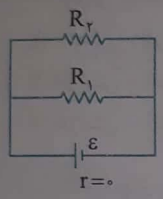
۲۸۰- در شکل روبه‌رو، مقاومت R_1 را از صفر تا بی‌نهایت تغییر می‌دهیم. اندازه‌ی ولتاژ دو سر آن چگونه تغییر می‌کند؟

۱) از صفر تا ε
۲) از ε تا صفر
۳) از صفر تا $\frac{\varepsilon}{2}$
۴) از $\frac{\varepsilon}{2}$ تا صفر



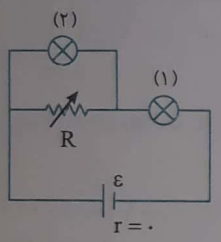
۲۸۱- در شکل روبه‌رو، با افزایش مقاومت R توان مصرفی در این مقاومت چه تغییری می‌کند؟

۱) افزایش می‌یابد.
۲) کاهش می‌یابد.
۳) توان نهایی و اولیه برابر است.
۴) هر سه حالت ممکن است.



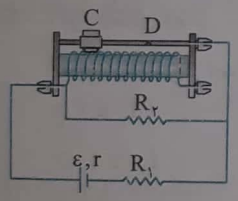
۲۸۲- اگر در مدار شکل روبه‌رو، مقاومت R_2 کاهش یابد، .....

۱) توان تلف شده در R_1 کاهش می‌یابد.
۲) توان تلف شده در R_2 تغییر نمی‌کند.
۳) توان تلف شده در R_2 افزایش می‌یابد.
۴) توان تلف شده در R_1 و R_2 افزایش می‌یابد.



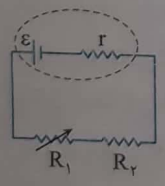
۲۸۳- در مدار شکل روبه‌رو با کاهش مقاومت R، نور لامپ‌ها چگونه تغییر می‌کند؟

۱) هر دو کم می‌شود.
۲) لامپ (۱) کم و لامپ (۲) زیاد می‌شود.
۳) هر دو زیاد می‌شود.
۴) لامپ (۱) زیاد و لامپ (۲) کم می‌شود.



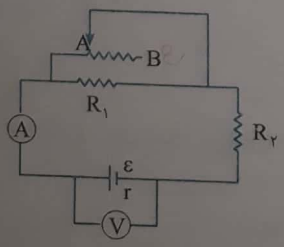
۲۸۴- در شکل روبه‌رو با حرکت دادن لغزنده از C به D، توان گرمایی در مقاومت‌های R_1 و R_2 به‌ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟

۱) کاهش - افزایش
۲) افزایش - کاهش
۳) افزایش - افزایش
۴) کاهش - کاهش



۲۸۵- در مدار شکل روبه‌رو، اگر مقاومت متغیر R_1 را به تدریج افزایش دهیم، افت پتانسیل در مولد و اختلاف پتانسیل دو سر R_1 به ترتیب چگونه تغییر می‌کنند؟ (از راست به چپ) (سراسری ریاضی - ۹۳)

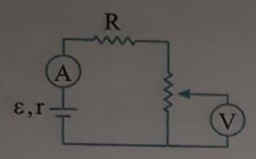
۱) افزایش - کاهش
۲) کاهش - افزایش
۳) افزایش - افزایش
۴) کاهش - کاهش



۲۸۶- در مدار روبه‌رو وقتی لغزنده‌ی رئوستا در موقعیت A است، آمپرسنج و ولت‌سنج اعداد I و V را نشان می‌دهند و هنگامی که لغزنده در موقعیت B است، اعداد I' و V' را نشان می‌دهند، کدام‌یک از موارد زیر درست است؟ (سراسری خارج از کشور ریاضی - ۹۴)

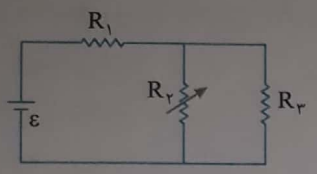
۱) $I'>I$ و $V'<V$
۲) $I'<I$ و $V'>V$
۳) $I'<I$ و $V'<V$
۴) $I'>I$ و $V'>V$

Scanned by CamScanner



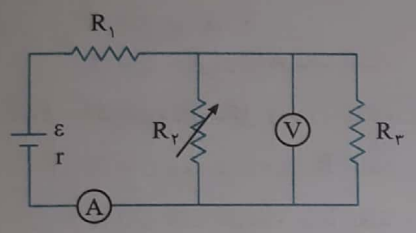
۲۸۷- در مدار روبه‌رو، آمپرسنج و ولت‌سنج آرمانی هستند. اگر لغزنده را به سمت بالا ببریم، I و V از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟

۱) کاهش، افزایش
۲) ثابت، افزایش
۳) ثابت، کاهش
۴) افزایش، کاهش



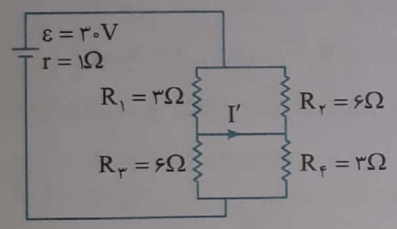
۲۸۸- در مدار روبه‌رو مقاومت R_2 را به تدریج افزایش می‌دهیم. ولتاژ دو سر آن چگونه تغییر می‌کند؟ (سراسری تجربی - ۹۴)

۱) ثابت می‌ماند.
۲) افزایش می‌یابد.
۳) کاهش می‌یابد.
۴) بسته به مقاومت درونی مولد، ممکن است افزایش یا کاهش یابد.



۲۸۹- در مدار روبه‌رو با افزایش مقاومت R_2 جریانی که آمپرسنج A نشان می‌دهد و اختلاف پتانسیلی که ولت‌سنج V نشان می‌دهد، چگونه تغییر می‌کنند؟ (به ترتیب از راست به چپ)

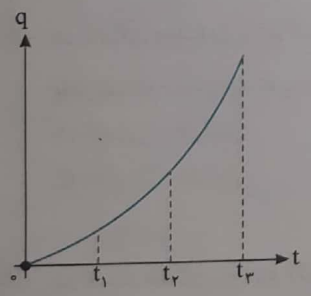
۱) کاهش - کاهش
۲) کاهش - افزایش
۳) افزایش - افزایش
۴) افزایش - کاهش



۲۹۰- در مدار روبه‌رو، I' چند آمپر است؟ (سراسری تجربی - ۹۳)

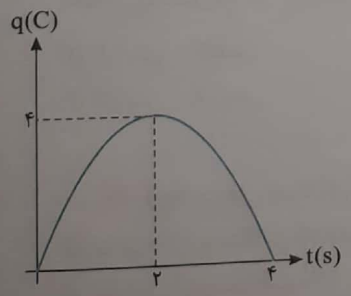
۱) ۲
۲) ۴
۳) ۶
۴) صفر

پرسش‌های چهارگزینه‌ای تکمیلی



۲۹۱- اگر بازه‌های زمانی ۰ تا t_1، t_1 تا t_2 و t_2 تا t_3 با هم برابر باشند، جریان متوسط در کدام بازه بیش‌تر است؟

۱) ۰ تا t_1
۲) t_1 تا t_2
۳) t_2 تا t_3
۴) در همه‌ی بازه‌ها با هم برابراند.



۲۹۲- نمودار بار الکتریکی گذرنده از هر مقطع یک مدار بر حسب زمان، مطابق سهمی شکل مقابل است. در بازه‌ی زمانی $t=1s$ تا $t=3s$ جریان الکتریکی متوسط عبوری از مدار چند آمپر است؟

۱) صفر
۲) ۲
۳) ۴
۴) ۶

۲۹۳- در یک رسانا جریان الکتریکی را دو برابر می‌کنیم، آن‌گاه ولتاژ آن .....

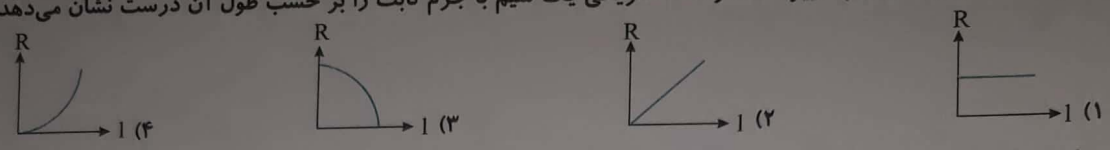
۱) ۲ برابر می‌شود.
۲) ۱/۵ برابر می‌شود.
۳) ۴ برابر می‌شود.
۴) نمی‌توان اظهارنظر قطعی کرد.

Scanned by CamScanner

۲۹۴- در رسانا، عامل عبور جریان الکتریکی .....

۱) همواره الکترون‌های آزاد هستند.
۲) همواره بارهای مثبت هستند.
۳) ممکن است الکترون‌ها و یون‌های مثبت و منفی باشند.
۴) همواره یون‌های مثبت هستند.

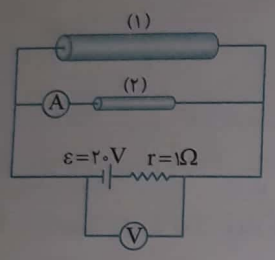
۲۹۵- کدام‌یک از نمودارهای زیر تغییرات مقاومت الکتریکی یک سیم با جرم ثابت را بر حسب طول آن درست نشان می‌دهد؟



۲۹۶- هرگاه R مقاومت، C ظرفیت خازن و P توان الکتریکی باشد، حاصل‌ضرب PRC از جنس کدام‌یک از کمیت‌های زیر است؟

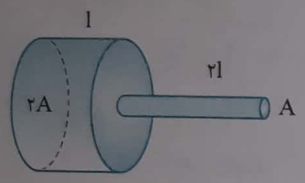
۱) بار ۲) انرژی ۳) جریان ۴) اختلاف پتانسیل

۲۹۷- در شکل مقابل دو سیم رسانای هم‌جنس (۱) و (۲) که شعاع مقطع سیم (۱)، دو برابر شعاع مقطع سیم (۲) و طول آن نیز دو برابر طول سیم (۲) می‌باشد، مشاهده می‌کنید. اگر عددی که آمپرسنج A نشان می‌دهد، ۳ آمپر باشد عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد چند ولت است؟



۱) ۷ ۲) ۹
۳) ۱۱ ۴) ۲۹

۲۹۸- مطابق شکل دو میله‌ی رسانا و هم‌جنس را به هم چسبانده‌ایم. یک میله از همان جنس با طول ۳l ، مقاومتی برابر مقاومت معادل آن دو میله را دارد. سطح مقطع این میله چند برابر سطح مقطع میله‌ی نازک‌تر است؟



۱) ۱/۵ ۲) ۲
۳) ۲/۵ ۴) ۱/۲

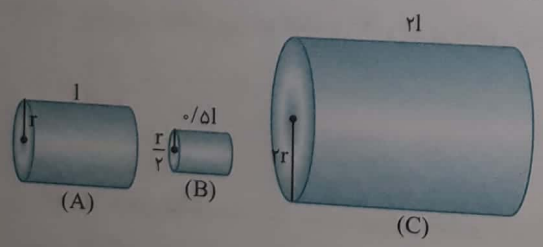
۲۹۹- نُه سیم مسی هر یک به طول l و قطر d به طور موازی به هم بسته شده‌اند و یک رسانای واحد با مقاومت R تشکیل داده‌اند. قطر یک سیم مسی به طول l کدام گزینه باشد تا مقاومت آن نیز برابر R باشد؟

۱) $\frac{d}{۳}$ ۲) ۳d ۳) ۹d ۴) $\frac{d}{۹}$

۳۰۰- مقاومت معادل دو مقاومت الکتریکی دلخواه در اتصال متوالی (سری) برابر R و در اتصال موازی برابر R′ است. کدام گزینه درست است؟

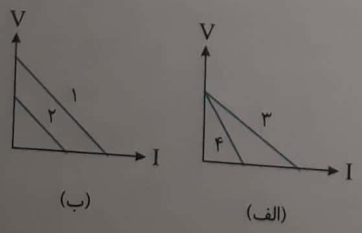
۱) $\frac{R}{R'}=۴$ ۲) $\frac{R}{R'}\geq ۴$ ۳) $\frac{R}{R'}=۲$ ۴) $\frac{R}{R'}\geq ۲$

۳۰۱- شکل‌های زیر سه رسانای مسی استوانه‌ای توپر را نشان می‌دهند. اگر به سر آن‌ها اختلاف پتانسیل یکسان V اعمال شود و جریان عبوری از آن‌ها را با I_A، I_B و I_C نمایش دهیم، کدام گزینه در مورد مقایسه جریان‌های عبوری از این سه سیم درست است؟



۱) $I_A=I_B=I_C$
۲) $I_A=۲I_B=\frac{۱}{۲}I_C$
۳) $I_A=\frac{۱}{۲}I_B=۲I_C$
۴) $۲I_A=۴I_B=۲I_C$

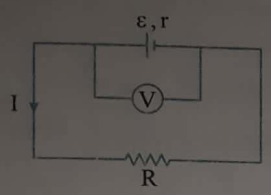
۳۰۲- در نمودارهای روبه‌رو، اختلاف پتانسیل دو سر ۴ مولد بر حسب جریان رسم شده است. کدام گزینه در رابطه با نمودارهای «الف» و «ب» صحیح است؟

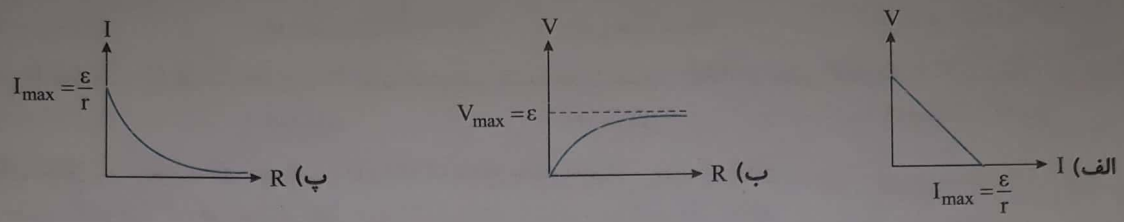


۱) $\varepsilon_۳>\varepsilon_۴$ ، $r_۱>r_۲$
۲) $\varepsilon_۳=\varepsilon_۴$ ، $r_۱=r_۲$
۳) $\varepsilon_۳<\varepsilon_۴$ ، $r_۱<r_۲$
۴) $\varepsilon_۱<\varepsilon_۲$ ، $r_۳=r_۴$

Scanned by CamScanner

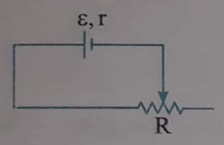
۳۰۳- برای مدار شکل روبه‌رو که شامل یک مولد با نیروی محرکه‌ی ε و مقاومت درونی r و مقاومت معادل R است، سه نمودار ولتاژ دو سر مولد بر حسب جریان (الف)، ولتاژ دو سر مولد بر حسب مقاومت معادل R (ب) و نمودار جریان بر حسب مقاومت معادل مدار (پ) رسم شده است. کدام گزینه درست است؟





۱) فقط نمودار (الف) درست است.
۲) نمودار (الف) و (ب) درست است.
۳) فقط نمودار (ب) درست است.
۴) هر سه نمودار درست است.

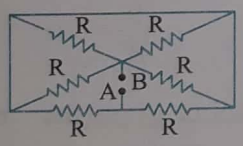
۳۰۴- مقاومت رئوستا را در مدار شکل روبه‌رو به تدریج افزایش می‌دهیم. در این‌صورت، نمودار تغییرات افت پتانسیل درونی مولد بر حسب R (مقاومت رئوستا)، مطابق کدام‌یک از گزینه‌های زیر است؟



۳۰۵- بار الکتریکی اولیه‌ی یک باتری ۱۲ ولتی اتومبیل $120\ Ah$ است. با فرض ثابت ماندن اختلاف پتانسیل دو سر باتری تا تخلیه‌ی کامل آن، باتری به مدت چند ساعت با توان ۱۰۰ وات می‌تواند انرژی الکتریکی به مدار بدهد؟

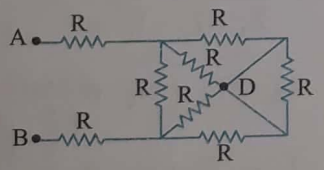
۱) ۱۴/۴ ۲) ۱۴۴ ۳) ۷/۲ ۴) ۷۲

۳۰۶- مقاومت معادل بین دو نقطه ی A و B چند برابر R است؟



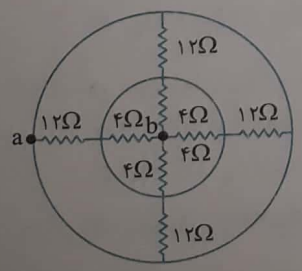
۱) ۴ ۲) ۳
۳) $\frac{4}{3}$ ۴) $\frac{3}{4}$

۳۰۷- مقاومت معادل بین دو نقطه ی A و B در شکل روبه‌رو، چند برابر R است؟



۱) ۱ ۲) ۱/۵
۳) ۲ ۴) ۲/۵

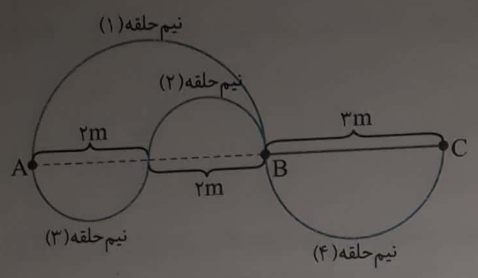
۳۰۸- در شکل مقابل، مقاومت معادل بین دو نقطه‌ی a و b برابر چند اهم است؟



۱) ۳
۲) ۴
۳) ۱۲
۴) ۱۶

Scanned by CamScanner

۳۰۹- اگر مقاومت هر متر از سیم فلزی یکنواخت که در مدار زیر به کار رفته است برابر ۱۰Ω باشد، مقاومت معادل مدار بین نقاط A تا C را به‌دست آورید. $(\pi=۳)$

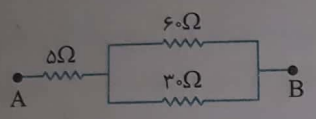


۱) ۳۲ ۲) ۳۶
۳) ۴۲ ۴) ۴۸

۳۱۰- اگر دو عدد لامپ $(۶۰W, ۲۲۰V)$ و $(۴۰W, ۲۲۰V)$ را به صورت متوالی به هم ببندیم و دو سر مجموعه را به اختلاف پتانسیل ۲۲۰ ولت وصل کنیم، در این صورت مجموعه‌ی دو لامپ در مدت ۱۰ ساعت چند کیلووات ساعت برق مصرف می‌کنند؟ (مقاومت لامپ‌ها ثابت فرض شود.) (قلم‌چی)

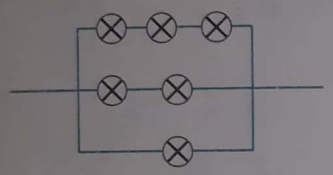
۱) ۲۴۰ ۲) ۰/۲۴ ۳) ۲/۴ ۴) ۲۴

۳۱۱- اگر بخواهیم توان مصرفی در هیچ‌یک از مقاومت‌ها بیش‌تر از ۴۰ وات نشود، اختلاف پتانسیل بین A و B حداکثر چند ولت می‌تواند باشد؟ (گزینه دو)



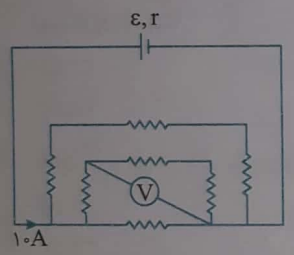
۱) $۲۵\sqrt{۳}$ ۲) $۵۰\sqrt{۳}$
۳) $۲۵\sqrt{۲}$ ۴) $۵۰\sqrt{۲}$

۳۱۲- ۶ لامپ رشته‌ای مشابه در مداری به شکل مقابل به هم بسته شده‌اند. اگر حداکثر توان قابل تحمل هر لامپ ۱۲W باشد، حداکثر توانی که می‌توان از مجموعه‌ی مقابل گرفت (به‌طوری که هیچ‌یک از لامپ‌ها نسوزد) چند وات است؟



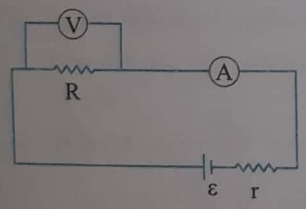
۱) ۲۲ ۲) ۲۴
۳) ۶۰ ۴) ۷۲

۳۱۳- در مدار مقابل، کلیه‌ی مقاومت‌ها برابر ۳Ω می‌باشند. عدد نشان داده شده توسط ولت‌سنج چند ولت است؟ (سراسری خارج از کشور ریاضی - ۸۳)



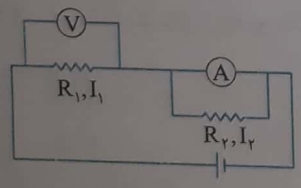
۱) ۱۲ ۲) ۶
۳) ۳ ۴) صفر

۳۱۴- در مدار روبه‌رو، ولت‌سنج و آمپرسنج که آرمانی نیستند، مقدارهای V و I را نشان می‌دهند. نسبت $\frac{V}{I}$ ، .....



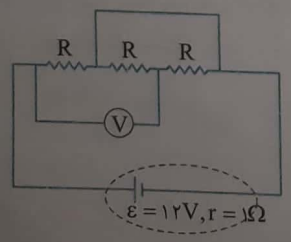
۱) کم‌تر از R است. ۲) بیش‌تر از R است.
۳) برابر R است. ۴) می‌تواند کم‌تر یا بیش‌تر از R باشد.

۳۱۵- در شکل روبه‌رو ولت‌سنج و آمپرسنج آرمانی نیستند و به ترتیب اعداد V و I را نشان می‌دهند. در این صورت: .....



۱) $R_۱=\frac{V}{I_۱}$ ۲) $R_۱<\frac{V}{I_۱}$
۳) $R_۱>\frac{V}{I}$ ۴) هر سه گزینه می‌توانند درست باشند.

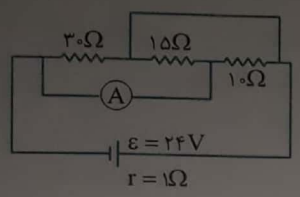
۳۱۶- در مدار شکل روبه‌رو، مقاومت‌ها مشابه و مقدار هر یک برابر ۳ اهم است. ولت‌سنج آرمانی چند ولت را نشان خواهد داد؟ (قلم‌چی)



۱) ۹ ۲) ۱۰
۳) ۶ ۴) ۳

Scanned by CamScanner

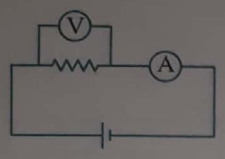
۳۱۷- در مدار شکل زیر، آمپرسنج آرمانی چند آمپر را نشان می‌دهد؟



۱) $\frac{۱۰}{۳}$ ۲) $\frac{۲}{۳}$

۳) ۴ ۴) $\frac{۸}{۳}$

۳۱۸- در شکل زیر، اگر ولت‌سنج و آمپرسنج ایده‌آل باشند، V و I را نشان می‌دهند. اگر ایده‌آل نباشند، چه اعدادی را نشان می‌دهند؟



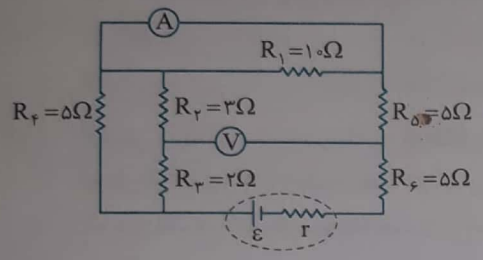
۱) کم‌تر از V - کم‌تر از I

۲) بیش‌تر از V - بیش‌تر از I

۳) کم‌تر از V - بیش‌تر از I

۴) هیچ‌کدام را نمی‌توان تعیین کرد.

۳۱۹- در شکل مقابل آمپرسنج و ولت‌سنج آرمانی هستند. اگر آمپرسنج جریان ۲ آمپر را نشان دهد، ولت‌سنج چند ولت را نشان می‌دهد؟ (گزینه دو)



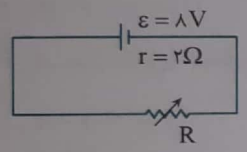
۱) ۱۶

۲) ۱۲

۳) ۱۳

۴) ۷

۳۲۰- در شکل مقابل بیش‌ترین انرژی گرمایی که در مدت ۴ ثانیه در مقاومت R مصرف می‌شود چند ژول است؟



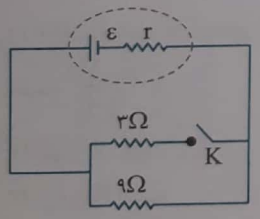
۱) ۳۲ ۲) ۱۶

۳) ۱۸ ۴) ۳۶

۳۲۱- توان خروجی از یک باتری وقتی از آن جریان‌های ۵A و ۱۵A کشیده شود، برابر ۳۰W است. بیشینه توان خروجی باتری چند وات است؟

۱) ۳۲ ۲) ۳۵ ۳) ۳۶ ۴) ۴۰

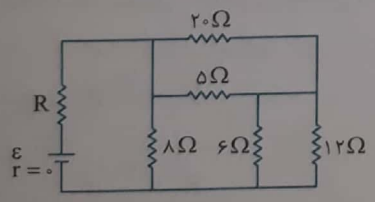
۳۲۲- در مدار شکل زیر اگر توان خروجی مولد قبل و بعد از بسته شدن کلید K با هم برابر باشند، مقاومت درونی مولد چند اهم است؟ (قلم‌چی)



۱) ۴/۵ ۲) ۱/۵

۳) ۲/۲۵ ۴) ۶

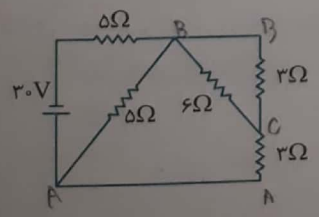
۳۲۳- در مدار شکل روبه‌رو، مقاومت R چند اهم باشد تا توان مصرفی در آن بیشینه شود؟ (سراسری خارج از کشور ریاضی- ۹۳)



۱) ۱۲ ۲) ۸

۳) ۴ ۴) ۲

۳۲۴- در مدار شکل روبه‌رو اختلاف پتانسیل دو سر مقاومتی که کم‌ترین توان در آن تلف می‌شود، چند ولت است؟

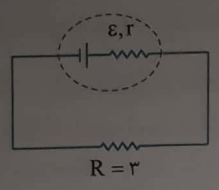


۱) ۴ ۲) $\frac{۲}{۳}$

۳) ۱۰ ۴) $\frac{۸}{۳}$

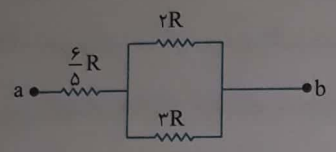
Scanned by CamScanner

۳۲۵- در مدار شکل روبه‌رو، در هر ثانیه تعداد $۲/۵\times۱۰^{۱۹}$ الکترون از مقطع سیم عبور می‌کند. اگر توان الکتریکی تولیدی مولد ۳ برابر توان الکتریکی مصرف شده در آن باشد، اندازه‌ی نیروی محرکه‌ی مولد و مقاومت درونی آن به ترتیب از راست به چپ چند ولت و چند اهم است؟ $(e=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C)$ (قلم‌چی)



۱) ۳۶ و ۶
۲) ۱۸ و ۱/۵
۳) ۹/۵ و ۱
۴) ۲۱ و ۱/۷۵

۳۲۶- اگر توان مدار داده شده ۲۵ وات باشد، توان مقاومت ۲R چند وات است؟

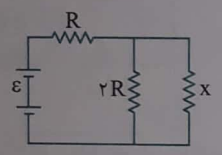


۱) ۱۰
۲) ۲/۵
۳) ۷/۵
۴) ۱۵

۳۲۷- در یک سالن سه لامپ مشابه که روی هر کدام اعداد ۲۰۰V و ۸۰۰W نوشته شده است، به صورت موازی به هم بسته شده‌اند. اگر این مجموعه با اختلاف پتانسیل ۱۵۰V روشن شود، در هر شبانه‌روز چند کیلووات ساعت انرژی الکتریکی در این مجموعه مصرف می‌شود؟ (مقاومت الکتریکی لامپ‌ها ثابت فرض شود.) (قلم‌چی)

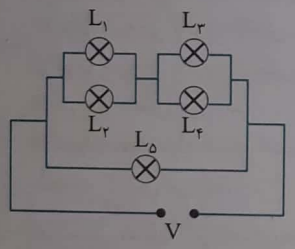
۱) ۰/۴۵
۲) ۱/۳۵
۳) ۱۰/۸
۴) ۳۲/۴

۳۲۸- در شکل روبه‌رو، توان تلف شده در مقاومت x، نصف توان مقاومت R است. مقاومت x چند برابر مقاومت R است؟



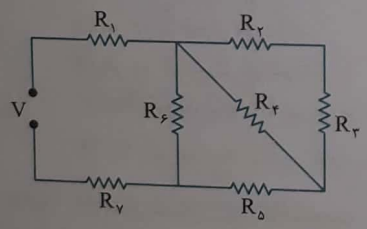
۱) $\frac{۲}{۳}$
۲) ۱
۳) ۲
۴) ۳

۳۲۹- پنج لامپ مشابه را مطابق شکل به هم می‌بندیم. توان کل مصرفی در مدار ۲۰۰W می‌شود. توان مصرفی در $L_۵$ چند وات است؟



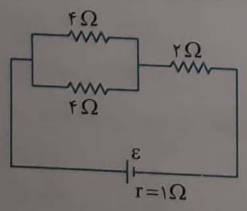
۱) ۴۰
۲) ۱۰۰
۳) ۴۰۰
۴) باید اندازه‌ی V معلوم باشد.

۳۳۰- در مدار روبه‌رو مقاومت‌ها مشابه هستند. توان مصرفی در مقاومت $R_۴$ چند برابر توان مصرفی در مقاومت $R_۱$ است؟



۱) $\frac{۵}{۱۲}$
۲) $\frac{۱}{۱۶}$
۳) ۳
۴) $\frac{۱}{۹}$

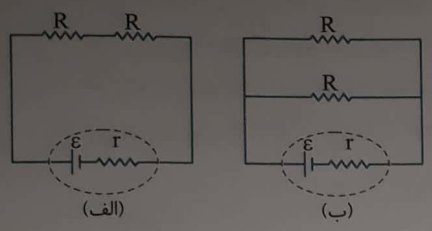
* ۳۳۱- بازده مولد (نسبت توان مفید به توان کل) در مدار شکل روبه‌رو، چند درصد است؟ (توان مفید، توان مصرف‌کننده‌های خارج از باتری است.) (۱)
(سراسری خارج از کشور تجربی - ۹۱)



۱) ۲۵
۲) ۵۰
۳) ۷۵
۴) ۸۰

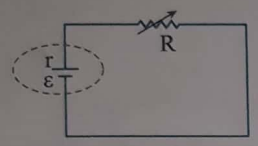
۱- تست‌های ستاره‌دار جزء برنامه رسمی کتاب درسی نیست.

Scanned by CamScanner



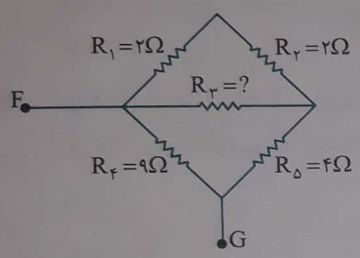
* ۳۳۲- در شکل مقابل، اگر مقاومت‌ها مشابه و مقاومت درونی باتری‌ها برابر نصف مقاومت‌ها $(\frac{R}{2})$ باشد، بازده باتری در شکل (الف) چند برابر بازده باتری در شکل (ب) است؟ (منظور از بازده باتری، نسبت توان مصرفی در مقاومت‌های خارج از باتری به توان کل تولیدی باتری است.) (گزینه دو)

۱) $\frac{4}{5}$
۲) $\frac{8}{5}$
۳) $\frac{8}{3}$
۴) ۴



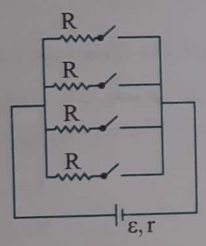
* ۳۳۳- در مدار شکل روبه‌رو، اگر مقدار R را از $\frac{r}{2}$ تا ۲r تغییر دهیم، بازده مدار (توان خروجی مولد به توان تولیدی مولد) چند برابر می‌شود؟

۱) $\frac{3}{2}$
۲) ۲
۳) $\frac{4}{3}$
۴) ۳



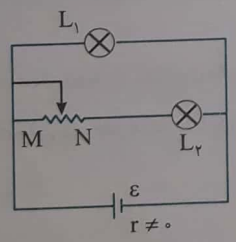
۳۳۴- در شکل روبه‌رو اگر توان مصرفی مقاومت R_5 و R_4 با هم برابر باشند، مقاومت R_3 چند اهم است؟

۱) ۵
۲) ۴
۳) ۷
۴) ۱۲



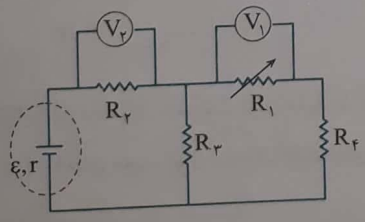
۳۳۵- در شکل مقابل تعدادی مقاومت مشابه به طور موازی به هم متصل شده‌اند. با بستن کلیدها، یکی پس از دیگری توان خروجی باتری و توان مصرفی هر مقاومت چه تغییری می‌کند؟

۱) توان خروجی باتری کاهش و توان مصرفی هر مقاومت افزایش می‌یابد.
۲) توان خروجی باتری افزایش و توان مصرفی هر مقاومت کاهش می‌یابد.
۳) هر دو کاهش می‌یابند.
۴) توان مفید مولد ممکن است کاهش یا افزایش یابد، اما قطعاً توان مصرفی هر مقاومت کاهش می‌یابد.



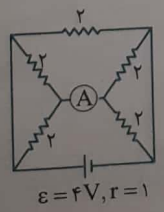
۳۳۶- در شکل مقابل، اگر اتصال رسانای لغزنده ↓ از M تا N حرکت کند، نور لامپ‌های مدار چگونه تغییر می‌کند؟ (گزینه دو)

۱) هر دو پر نورتر می‌شوند.
۲) هر دو کم نورتر می‌شوند.
۳) L_2 کم نورتر و L_1 پر نورتر می‌شود.
۴) L_1 کم نورتر و L_2 پر نورتر می‌شود.



۳۳۷- در مدار شکل زیر، اگر مقاومت R_1 کاهش یابد، مقادیری که ولت‌سنج‌های آرمانی V_1 و V_2 نشان می‌دهند. به ترتیب از راست به چپ چه تغییری می‌کنند؟ (قلم‌چی)

۱) افزایش - افزایش
۲) افزایش - کاهش
۳) کاهش - افزایش
۴) کاهش - کاهش



۳۳۸- در مدار شکل روبه‌رو، آمپرسنج چند آمپر را نشان می‌دهد؟

۱) ۰/۵
۲) صفر
۳) ۱
۴) ۰/۲۵

Scanned by CamScanner

آزمون

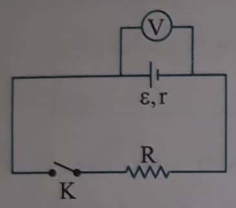
۱- دو سیم هم‌جنس A و B دارای طول‌های $l_A = ۳l_B$ و جرم‌های $m_A = ۶m_B$ هستند. در دمای مساوی، مقاومت سیم A چند برابر مقاومت سیم B است؟

۱) ۱۸ ۲) ۲ ۳) $\frac{۳}{۲}$ ۴) $\frac{۹}{۴}$

۲- دو قطب یک باتری به مقاومت درونی r را به دو سر سیمی به مقاومت $\frac{r}{۲}$ می‌بندیم. اختلاف پتانسیل باتری در این حالت چند برابر نیروی محرکه‌ی آن است؟

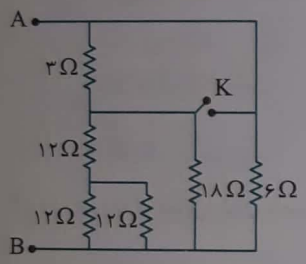
۱) $\frac{۱}{۳}$ ۲) $\frac{۱}{۲}$ ۳) $\frac{۲}{۳}$ ۴) $\frac{۳}{۴}$

۳- در شکل روبه‌رو، وقتی کلید K باز است، ولت‌متر ۱۰ ولت و وقتی کلید بسته است، ۸ ولت را نشان می‌دهد. $\frac{R}{r}$ کدام است؟



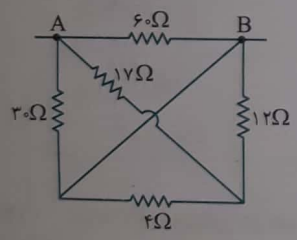
۱) ۱/۲۵ ۲) ۲/۵
۳) ۴ ۴) ۵

۴- در مدار روبه‌رو ابتدا کلید باز است. اگر کلید بسته شود، مقاومت معادل بین A و B چند اهم تغییر می‌کند؟ (سراسری خارج از کشور ریاضی - ۹۲)



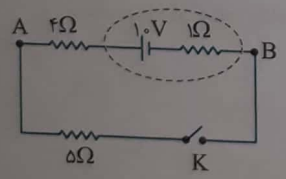
۱) ۰/۴ ۲) ۲
۳) ۲/۶ ۴) ۴

۵- مقاومت معادل بین دو نقطه‌ی A و B چند اهم است؟



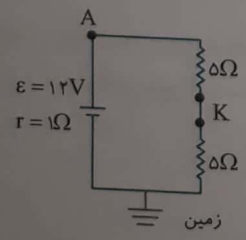
۱) ۱۰ ۲) ۲۰
۳) $\frac{۵۱}{۲}$ ۴) $\frac{۱}{۱۰}$

۶- با بسته شدن کلید K در مدار شکل روبه‌رو اختلاف پتانسیل بین دو نقطه‌ی A و B $(V_A - V_B)$ چند ولت کاهش می‌یابد؟



۱) ۴ ۲) ۵
۳) ۱۰ ۴) ۱۵

۷- در مدار شکل روبه‌رو اگر کلید K باز شود، پتانسیل نقطه‌ی A چند ولت می‌شود؟



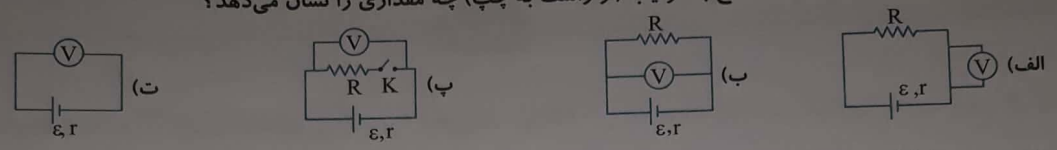
۱) صفر
۲) ۱۲-
۳) ۱۲
۴) ۶

Scanned by CamScanner

۸- یک لامپ روشنایی برای کار با اختلاف پتانسیل ۲۰۰ ولت طراحی شده است. اگر این لامپ را با اختلاف پتانسیل ۱۲۰ ولت روشن کنیم، توان لامپ چه تغییری می‌کند؟

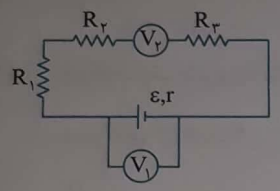
۱) ۶۴ درصد کاهش ۲) ۳۶ درصد کاهش ۳) ۶۴ درصد افزایش ۴) ۳۶ درصد افزایش

۹- در هر یک از شکل‌های زیر ولت‌سنج به ترتیب (از راست به چپ) چه مقداری را نشان می‌دهد؟



۱) صفر ، ε ، ε ، $V\le\varepsilon$ ۲) صفر ، ε ، $V\le\varepsilon$ ، صفر ۳) صفر ، ε ، ε ، $V\le\varepsilon$ ۴) صفر ، صفر ، ε ، ε

۱۰- در مدار شکل روبه‌رو، مقاومت ولت‌سنج‌ها بسیار زیاد است. در این صورت ..... است.



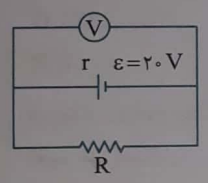
۱) $V_2=\varepsilon\ ,\ V_1=0$ ۲) $V_2=V_1=0$

۳) $V_2=V_1=\varepsilon$ ۴) $V_2=\varepsilon\ ,\ V_1<V_2$

۱۱- دو سیم رسانای A و B با قطر مقطع و طول مساوی به طور موازی به هم وصل شده‌اند و از مجموعه‌ی آن‌ها جریان $4/5A$ عبور می‌کند. جریان در سیم A چند آمپر است؟ $(\rho_B=5/6\times10^{-8}\Omega.m\ ,\ \rho_A=1/6\times10^{-8}\Omega.m)$ (سراسری ریاضی - ۹۱)

۱) ۴/۵ ۲) ۳/۵ ۳) ۲/۲۵ ۴) ۱

۱۲- در مدار روبه‌رو، ولت‌سنج ۱۸ ولت را نشان می‌دهد. توان مصرفی مقاومت R چند برابر توان مصرفی مقاومت r (مقاومت درونی مولد) است؟ (جریان عبوری از ولت‌سنج ناچیز است.)

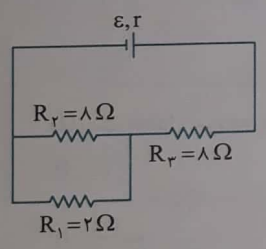


(سراسری ریاضی- ۹۰)

۱) ۰/۹ ۲) $\frac{10}{9}$

۳) ۴/۵ ۴) ۹

۱۳- در مدار مقابل، توان مصرفی در مقاومت R_3 چند برابر توان مصرفی در مقاومت R_1 است؟

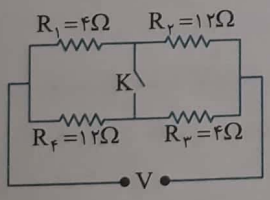


(سراسری خارج از کشور ریاضی - ۸۹)

۱) $\frac{9}{4}$ ۲) $\frac{12}{5}$

۳) $\frac{16}{5}$ ۴) $\frac{25}{4}$

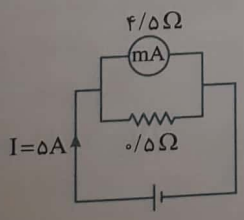
۱۴- در مدار روبه‌رو در صورتی که کلید باز باشد، از مقاومت R_1 جریان I می‌گذرد و وقتی کلید بسته است، از همان مقاومت جریان I' عبور می‌کند. $\frac{I'}{I}$ کدام است؟ (سراسری ریاضی - ۹۱)



۱) ۲ ۲) $\frac{2}{3}$

۳) ۱ ۴) $\frac{1}{2}$

۱۵- در شکل روبه‌رو، جریانی که از میلی آمپرسنج عبور می‌کند، چند آمپر است؟ (با فرض آن‌که میلی‌آمپرسنج آسیب نمی‌بیند.)

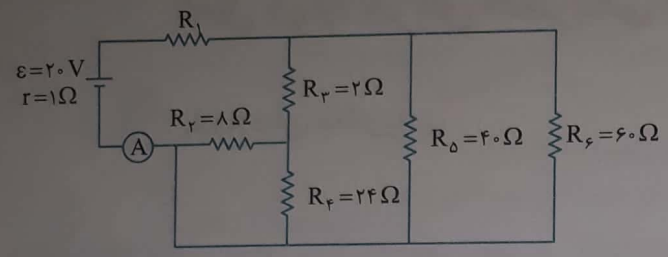


۱) ۰/۵ ۲) ۰/۴

۳) ۱ ۴) ۰/۱

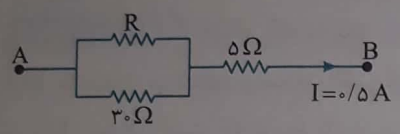
Scanned by CamScanner

۱۶- در مدار زیر، مقاومت R_1 چند اهم باشد تا آمپرسنج آرمانی A، ۲ آمپر را نشان می‌دهد؟ (سراسری خارج از کشور تجربی - ۹۱)



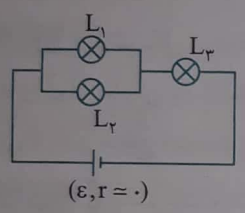
۱) ۳
۲) ۴
۳) ۹
۴) ۱۰

۱۷- اگر در شکل مقابل اختلاف پتانسیل بین A و B برابر ۸/۵ ولت باشد، جریانی که از مقاومت ۳۰ اهم می‌گذرد، چند آمپر است؟ (سراسری خارج از کشور ریاضی- ۸۶)



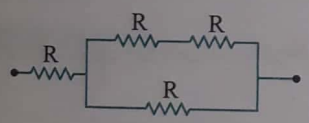
۱) ۰/۲
۲) ۰/۳
۳) ۰/۴
۴) ۰/۵

۱۸- در مدار شکل زیر، هر سه لامپ مشابه هستند. هرگاه لامپ L_2 بسوزد، شدت نور دو لامپ دیگر چگونه تغییر می‌کند؟



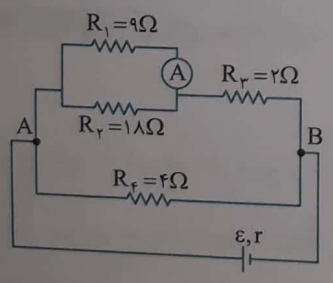
۱) L_1 و L_3 هر دو پر نورتر می‌شوند.
۲) L_1 تغییر نمی‌کند، ولی L_3 کم نورتر می‌شود.
۳) L_1 پر نورتر و L_3 کم نورتر می‌شود.
۴) L_1 و L_3 هر دو کم نورتر می‌شوند.

۱۹- بیشینه‌ی توان قابل تحمل هر یک از مقاومت‌های یکسان در شکل روبه‌رو برابر با ۹W است. بیشینه‌ی توانی که می‌توان از این مجموعه گرفت تا هیچ‌کدام از مقاومت‌ها آسیب نبیند، چند وات است؟



۱) ۳
۲) ۶
۳) ۹
۴) ۱۵

۲۰- در مدار روبه‌رو، اگر آمپرسنج آرمانی ۰/۵ آمپر را نشان دهد، توان مصرفی در R_4 چند وات است؟ (سراسری تجربی - ۹۱)



۱) ۹
۲) ۴/۵
۳) ۳
۴) ۱/۵

Scanned by CamScanner

فصل دوم: جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم

پاسخ‌های تشریحی

Ⓐ **۱- گزینه‌ی ۳** به آهنگ شارش بار خالص الکتریکی از هر سطح مقطع سیم، جریان الکتریکی می‌گویند ($I=\frac{\Delta q}{\Delta t}$).

Ⓑ **۲- گزینه‌ی ۳** هنگامی که به یک رسانا بار الکتریکی داده می‌شود، بار روی سطح خارجی پخش شده و پتانسیل الکتریکی تمام نقاط یکسان می‌شود و میدان الکتریکی درون جسم صفر خواهد شد. ولی در رسانایی که در آن جریان الکتریکی وجود دارد، جریان به دلیل میدانی است که توسط باتری در رسانا ایجاد شده است. پس در این حالت میدان رسانا صفر نیست و پتانسیل الکتریکی نقاط مختلف یکسان نمی‌باشد. الکترون‌ها دارای بار منفی بوده و در خلاف جهت میدان حرکت می‌کنند، یعنی از پتانسیل الکتریکی کم‌تر به پتانسیل بیش‌تر می‌روند.

Ⓐ **۳- گزینه‌ی ۲** شکل مربوط به سیمی می‌باشد که به دو سر آن اختلاف پتانسیلی اعمال نشده است و به دلیل حرکت آزادانه الکترون‌های آزاد شارش بار از مقطع AA' داریم ولی حرکت الکترون‌ها کاتوره‌ای بوده و در همه‌ی جهت‌ها می‌باشد و در واقع شارش بار خالصی از این مقطع صورت نمی‌گیرد.

Ⓐ **۴- گزینه‌ی ۲** سرعت سوق برابر سرعت حرکت الکترون‌ها می‌باشد و چون جهت حرکت الکترون‌ها خلاف جهت جریان می‌باشد بنابراین الکترون‌ها در جهت چپ جریان یافته‌اند و سرعت سوق به سمت چپ است.

Ⓐ **۵- گزینه‌ی ۴** با توجه به رابطه‌ی $q=It$ و $q=ne$ می‌توان نوشت:

$$It=ne \Rightarrow ۱\times۱=n\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹} \Rightarrow n=۶/۲۵\times۱۰^{۱۸}$$

Ⓐ **۶- گزینه‌ی ۴** جریان الکتریکی متوسط برابر $\bar{I}=\frac{\Delta q}{\Delta t}$ است. در لحظه‌های $t_۱=۰$ و $t_۲=۳s$ مقدار بار را به‌دست آورده و جریان متوسط را حساب می‌کنیم:

$$\begin{cases} t=۰ \Rightarrow q_۱=۴C \\ t=۳s \Rightarrow q_۲=۱۸+۴=۲۲C \end{cases} \Rightarrow \bar{I}=\frac{۲۲-۴}{۳-۰}=\frac{۱۸}{۳}=۶A$$

Ⓐ **۷- گزینه‌ی ۲** با توجه به قانون پایستگی بار و مشابه بودن دو کره‌ی فلزی داریم:

$$q'_A=q'_B=\frac{q_A+q_B}{۲} \Rightarrow q'_A=q'_B=\frac{-۲+۶}{۲}=۲nC$$

بنابراین بار شارش شده از سیم رسانا برابر خواهد بود با:

$$\Delta q=۶-۲=۴nC$$

در این صورت جریان متوسط شارش شده برابر خواهد بود با:

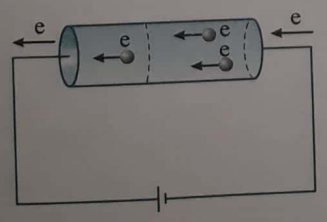
$$I=\frac{\Delta q}{\Delta t} \Rightarrow I=\frac{۴\times۱۰^{-۹}}{۱۰^{-۶}}=۴\times۱۰^{-۳}A=۴mA$$

Ⓐ **۸- گزینه‌ی ۲** جریان مستقیم (پیوسته) به شدت جریانی می‌گویند که در هر بازه‌ی زمانی دلخواه، مقدار متوسط آن ثابت بماند. در این صورت:

$$I=\frac{\Delta q}{\Delta t} \Rightarrow \Delta q=I\Delta t$$

بار شارش شده تابع درجه‌ی اول از زمان بوده و نمودار $q-t$ خط راست مایلی است که از مبدأ می‌گذرد.

Ⓐ **۹- گزینه‌ی ۳** هنگامی که یک رسانا به مولد متصل شده و از آن جریان I می‌گذرد، بار گذرنده از هر مقطع مدار از رابطه‌ی $q=It$ به‌دست می‌آید. اما بار الکتریکی موجود در کل آن صفر است و همواره مقدار بار مثبت و منفی درون آن برابر بوده و سیم خنثی است.



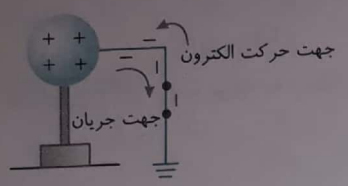
Scanned by CamScanner

Ⓐ **۱۰- گزینه‌ی ۲** آمپر ساعت یکای بار الکتریکی است. $(q=It)$

Ⓐ **۱۱- گزینه‌ی ۳** با توجه به تعریف جریان می‌توان نوشت:

$$I=\frac{\Delta q}{\Delta t}\Rightarrow ۵۰\times ۱۰^{-۶}=\frac{۱۰۰۰\times ۱۰^{-۳}}{\Delta t}\Rightarrow \Delta t=\frac{۱}{۵\times ۱۰^{-۵}}=\frac{۱۰^{۵}}{۵}\Rightarrow \Delta t=۲\times ۱۰^{۴}\,h$$

Ⓑ **۱۲- گزینه‌ی ۱** با وصل کردن کلید الکترون‌ها از راه سیم، از زمین به سمت کره حرکت می‌کنند و باعث خنثی‌شدن کره می‌شوند و چون جهت جریان عکس جهت حرکت الکترون‌ها می‌باشد، بنابراین جهت جریان درون سیم از کره به سمت زمین می‌باشد.



با توجه به این‌که در مدت $۰/۰۴s$ بار $+۰/۴\,C$ خنثی شده است، پس باید در این مدت $۰/۴\,C$ بار منفی درون سیم از زمین به سمت کره حرکت کند:

$$I=\frac{\Delta q}{\Delta t}=\left|\frac{۰-۰/۴}{۰/۰۴}\right|=۱۰\,A$$

Ⓐ **۱۳- گزینه‌ی ۱** در دمای ثابت، مقاومت الکتریکی رسانا (نسبت ولتاژ دو سر رسانا به جریان آن)، مقدار ثابتی است:

$$R=\frac{V}{I}\xrightarrow{R:\text{ثابت}}\frac{V_۱}{I_۱}=\frac{V_۲}{I_۲}\Rightarrow\frac{V_۱}{I_۱}=\frac{۳V_۱}{I_۱+۲}\Rightarrow ۳I_۱=I_۱+۲\Rightarrow I_۱=۱A$$

Ⓐ **۱۴- گزینه‌ی ۳** جریان مدار را به کمک قانون اهم به‌دست می‌آوریم:

$$I=\frac{V}{R}\Rightarrow I=\frac{۶۰}{۵}=۱۲\,A$$

بار الکتریکی گذرنده از آن برابر است با:

$$\Delta q=I\Delta t\Rightarrow \Delta q=۱۲\times ۶۰\Rightarrow \Delta q=۷۲۰\,C$$

Ⓐ **۱۵- گزینه‌ی ۴** ابتدا بار شارش شده را به‌دست می‌آوریم:

$$q=ne\Rightarrow q=۴/۵\times ۱۰^{۲۰}\times ۱/۶\times ۱۰^{-۱۹}=۷۲\,C$$

سپس جریان را حساب می‌کنیم:

$$I=\frac{q}{t}=\frac{۷۲}{۱/۵\times ۶۰}\Rightarrow I=۰/۸\,A$$

با توجه به قانون اهم خواهیم داشت:

$$R=\frac{V}{I}\Rightarrow V=IR\Rightarrow V=۰/۸\times ۲۰\Rightarrow V=۱۶\,V$$

Ⓐ **۱۶- گزینه‌ی ۳** بار الکتریکی گذرنده از هر مقطع یک مقاومت برابر $\Delta q=I\Delta t$ است. چون جریان دو مقاومت یکی است، بار الکتریکی گذرنده از هر دو مقاومت در بازه‌ی زمانی معین یکسان است.

Ⓐ **۱۷- گزینه‌ی ۴** با توجه به قانون اهم می‌توان نوشت:

$$R=\frac{V}{I}\Rightarrow\begin{cases}R_A=\frac{۲۰}{۲}\\ R_B=\frac{۲۰}{۵}\end{cases}\Rightarrow\frac{R_B}{R_A}=\frac{۲}{۵}$$

Ⓐ **۱۸- گزینه‌ی ۳** مقاومت یک رسانای اهمی در دمای ثابت به ولتاژ یا جریان بستگی ندارد، مثلاً اگر ولتاژ دو برابر شود جریان نیز دو برابر خواهد شد و با توجه به $R=\frac{V}{I}$ مقاومت ثابت می‌ماند، بنابراین با افزایش ولتاژ مقدار مقاومت تغییری نخواهد کرد و نمودار گزینه‌ی (۳) درست است.

Ⓐ **۱۹- گزینه‌ی ۴** یک رسانا هم می‌تواند اهمی باشد و هم غیراهمی. اگر وسیله اهمی باشد با تغییر ولتاژ و جریان مقدار مقاومت تغییر نمی‌کند و از قانون اهم $R=\frac{V}{I}$ $(I=\frac{۱}{R}V)$ پیروی می‌کند. بنابراین جریان برحسب ولتاژ خطی می‌باشد و نمودار گزینه‌ی (۱) مربوط به یک وسیله رسانشی اهمی می‌باشد.

اگر رسانا اهمی نباشد از قانون اهم پیروی نمی‌کند و نمودار آن خطی نیست. در وسایل غیراهمی که از قانون اهم پیروی نمی‌کنند نمودار $I-V$ خطی نمی‌باشد مانند دیود نوری که نمودار آن مشابه گزینه‌ی (۳) می‌باشد.

Scanned by CamScanner

Ⓐ **۲۰- گزینه‌ی ۳** در رسانای اهمی، مقدار مقاومت با تغییر ولتاژ و جریان الکتریکی تغییر نمی‌کند بنابراین:

$$R=\frac{V_1}{I_1}=\frac{1/5}{300\times10^{-3}}=5\,\Omega$$

و با کاهش ولتاژ به $1/2V$ مقدار مقاومت ثابت می‌ماند:

$$R=\frac{V_2}{I_2}\Rightarrow 5=\frac{1/2}{I_2}\Rightarrow I_2=0/24A=240\,mA$$

$$\Delta I=|I_2-I_1|=|240-300|=60mA$$

Ⓐ **۲۱- گزینه‌ی ۲** با توجه به رابطه‌ی ساختمانی مقاومت خواهیم داشت:

$$R=\frac{\rho l}{A}\Rightarrow \rho=\frac{RA}{l}\Rightarrow \rho\ \text{یکای}=\frac{\Omega.m^2}{m}=\Omega.m$$

Ⓐ **۲۲- گزینه‌ی ۱** با توجه به رابطه‌ی ساختمانی مقاومت $(R=\rho\frac{l}{A})$، R را به‌دست می‌آوریم: $R=\frac{1/68\times10^{-8}\times1/2}{0/42\times10^{-6}}=0/048\Omega$

Ⓑ **۲۳- گزینه‌ی ۲** ابتدا طول سیم مسی را به‌دست می‌آوریم. محیط هر حلقه $2\pi r$ و تعداد دورها ۱۰۰ دور است. از این‌رو:

$$l=n(2\pi r)\Rightarrow l=100\times(2\pi\times0/1)\Rightarrow l=20\pi\ m$$

مقاومت سیم مسی برابر خواهد شد با:

$$R=\rho\frac{l}{A}\Rightarrow R=1/7\times10^{-8}\times\frac{20\pi}{\pi(1\times10^{-3})^2}\Rightarrow R=0/34\Omega$$

Ⓑ **۲۴- گزینه‌ی ۲** دو سیم هم‌جنس و دارای جرم یکسان هستند، پس حجم آن‌ها نیز برابر است:

$$V_A=V_B\Rightarrow l_A\times A_A=l_B\times A_B\Rightarrow\frac{l_A}{l_B}=\frac{A_B}{A_A}$$

سطح مقطع سیم با مجذور قطر متناسب است $(A=\pi\frac{D^2}{4})$، بنابراین:

$$\frac{l_A}{l_B}=(\frac{D_B}{D_A})^2\Rightarrow\frac{l_A}{l_B}=(\frac{1}{0/2})^2\Rightarrow\frac{l_A}{l_B}=25$$

اکنون نسبت مقاومت الکتریکی سیم A به مقاومت الکتریکی سیم B را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{R_A}{R_B}=\frac{l_A}{l_B}\times(\frac{D_B}{D_A})^2\Rightarrow\frac{R_A}{R_B}=(25)(\frac{1}{0/2})^2=625$$

Ⓐ **۲۵- گزینه‌ی ۳** با استفاده از رابطه‌ی $R=\rho\frac{l}{A}$ می‌توان نوشت:

$$R=\rho\frac{l}{A}\Rightarrow\begin{cases}R_{max}=\rho\frac{l_{max}}{A_{min}}=\rho\times\frac{4}{1\times2}\\ R_{min}=\rho\frac{l_{min}}{A_{max}}=\rho\times\frac{1}{4\times2}\end{cases}\Rightarrow\frac{R_{max}}{R_{min}}=\frac{2\rho}{\frac{\rho}{8}}=16$$

Ⓑ **۲۶- گزینه‌ی ۲** هنگامی که تمام جیوه را در لوله‌ی دیگری می‌ریزیم، حجم جیوه در دو حالت یکسان است، اما سطح مقطع ظرف دوم $\frac{1}{5}$ ظرف اول است $(A_2=\frac{1}{5}A_1)$. پس ارتفاع جیوه در ظرف دوم ۵ برابر ارتفاع جیوه در ظرف اول است $(l_2=5l_1)$. از این‌رو:

$$\frac{R_2}{R_1}=\frac{\rho_2}{\rho_1}\times\frac{l_2}{l_1}\times\frac{A_1}{A_2}\Rightarrow\frac{R_2}{R_1}=1\times5\times5\Rightarrow R_2=25R_1$$

Ⓐ **۲۷- گزینه‌ی ۱** جرم دو سیم برابر و دو سیم هم‌جنس هستند. بنابراین حجم آن‌ها برابر است.

$$D_A=\sqrt{2}D_B\xrightarrow{A=\pi\frac{D^2}{4}}A_A=2A_B\xrightarrow[V_A=V_B]{V=Al}A_Al_A=A_Bl_B\Rightarrow l_A=\frac{1}{2}l_B$$

با توجه به رابطه‌ی ساختمانی مقاومت خواهیم داشت:

$$\frac{R_B}{R_A}=\frac{\rho_B\frac{l_B}{A_B}}{\rho_A\frac{l_A}{A_A}}=\frac{l_B}{l_A}\times\frac{A_A}{A_B}\Rightarrow\frac{10}{R_A}=2\times2\Rightarrow R_A=2/5\Omega$$

Scanned by CamScanner

A **۲۸- گزینه‌ی ۴** با استفاده از رابطه‌ی ساختمانی مقاومت الکتریکی سیم رسانا خواهیم داشت:

$$R=\rho\frac{l}{A}\Rightarrow\frac{R_A}{R_B}=\frac{\rho_A}{\rho_B}\times\frac{l_A}{l_B}\times\frac{A_B}{A_A}$$

جنس هر دو سیم مس است و ρ برای هر دو یکسان است. از طرفی سطح مقطع (A) با مجذور قطر نسبت مستقیم دارد:

$$A=\pi(\frac{D}{۲})^۲\Rightarrow\frac{A_B}{A_A}=(\frac{D_B}{D_A})^۲$$

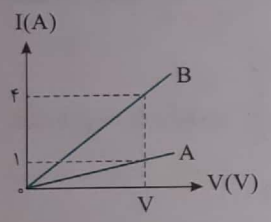
بنابراین:

$$\frac{R_A}{R_B}=\frac{l_A}{l_B}\times(\frac{D_B}{D_A})^۲\Rightarrow\frac{۵}{R_B}=\frac{\frac{۱}{۴}l_B}{l_B}\times(\frac{D_B}{۲D_B})^۲\Rightarrow\frac{۵}{R_B}=\frac{۱}{۱۶}\Rightarrow R_B=۸۰\,\Omega$$

A **۲۹- گزینه‌ی ۴** با توجه به داده‌های مسأله داریم $D_A=\frac{۱}{۲}D_B$ و در نتیجه $A_A=\frac{۱}{۴}A_B$:

$$\frac{R_A}{R_B}=\frac{\rho\frac{l_A}{A_A}}{\rho\frac{l_B}{A_B}}=\frac{\frac{۲l_B}{\frac{۱}{۴}A_B}}{\frac{l_B}{A_B}}\Rightarrow\frac{R_A}{R_B}=۸$$

B **۳۰- گزینه‌ی ۲** با توجه به نمودار و با استفاده از قانون اهم برای نقطه‌ای که ولتاژ هر دو رسانا برابر V است می‌توان نوشت:



$$V=V_A=V_B\Rightarrow I_AR_A=I_BR_B\Rightarrow\frac{R_A}{R_B}=\frac{I_B}{I_A}\Rightarrow\frac{R_A}{R_B}=\frac{۴}{۱}=۴$$

با توجه به رابطه‌ی $R=\rho\frac{l}{A}$ و $A=\frac{\pi D^۲}{۴}$ برای دو رسانا داریم:

$$\frac{R_A}{R_B}=\frac{\rho_A}{\rho_B}\times\frac{l_A}{l_B}\times(\frac{D_B}{D_A})^۲\Rightarrow۴=\frac{\rho_A}{\rho_B}\times\frac{۲l_B}{l_B}\times(\frac{D_B}{\frac{\sqrt{۵}}{۲}D_B})^۲\Rightarrow۴=\frac{\rho_A}{\rho_B}\times۲\times\frac{۴}{۵}\Rightarrow\frac{\rho_A}{\rho_B}=\frac{۵}{۲}$$

B **۳۱- گزینه‌ی ۳** با توجه به رابطه‌ی ساختمانی مقاومت می‌توان نوشت:

$$R=\rho\frac{l}{A}\Rightarrow\frac{R_A}{R_B}=\frac{\rho_A}{\rho_B}\times\frac{l_A}{l_B}\times\frac{A_B}{A_A}\Rightarrow\frac{R_A}{R_B}=\frac{A_B}{A_A}$$

مساحت مقطع رسانای A برابر $\pi r_A^۲$ و مساحت مقطع رسانای B برابر $\pi(r_o^۲-r_i^۲)$ است:

$$\frac{R_A}{R_B}=\frac{\pi((۱/۵)^۲-(۱)^۲)}{\pi(۰/۵^۲)}\Rightarrow\frac{R_A}{R_B}=۵$$

B **۳۲- گزینه‌ی ۱** با توجه به رابطه‌ی ساختمانی مقاومت فلزی خواهیم داشت:

$$R=\rho\frac{L}{A}\xrightarrow{\text{قطر یکسان}}\begin{cases}\frac{R_A}{R_B}=\frac{\rho_A}{\rho_B}\times\frac{L_A}{L_B}=\frac{۱/۵\rho}{۰/۵\rho}\times\frac{۲L}{L}=۶\Rightarrow R_A=۶R_B\\[2ex]\frac{R_A}{R_C}=\frac{\rho_A}{\rho_C}\times\frac{L_A}{L_C}=\frac{۱/۵\rho}{\rho}\times\frac{۲L}{L}=۳\Rightarrow R_A=۳R_C\\[2ex]\frac{R_B}{R_C}=\frac{\rho_B}{\rho_C}\times\frac{L_B}{L_C}=\frac{۰/۵\rho}{\rho}\times\frac{L}{L}=\frac{۱}{۲}\Rightarrow R_C=۲R_B\end{cases}$$

Scanned by CamScanner

Ⓐ **۳۳- گزینه‌ی ۴** نسبت حجم A به حجم B را به‌دست می‌آوریم:

$$\rho_B=\frac{1}{3}\rho_A\Rightarrow\frac{m_B}{V_B}=\frac{1}{3}\times\frac{m_A}{V_A}\Rightarrow\frac{\frac{2}{3}m_A}{V_B}=\frac{1}{3}\times\frac{m_A}{V_A}\Rightarrow V_A=\frac{1}{2}V_B$$

طول دو مقاومت برابر است، در این صورت:

$$V=Al\xrightarrow{V_A=\frac{1}{2}V_B}A_A=\frac{1}{2}A_B$$

مقاومت دو سیم یکسان است:

$$R_A=R_B\Rightarrow\rho_A\frac{l_A}{A_A}=\rho_B\frac{l_B}{A_B}\Rightarrow\frac{\rho_B}{\rho_A}=\frac{A_B}{A_A}=2$$

Ⓒ **۳۴- گزینه‌ی ۱** مقاومت الکتریکی دو سیم با هم برابر است از این رو:

$$R_{Al}=R_{Cu}\Rightarrow\rho_{Al}\frac{l}{A_{Al}}=\rho_{Cu}\frac{l}{A_{Cu}}\xrightarrow{\rho_{Cu}=\frac{1}{2}\rho_{Al}}\frac{\rho_{Al}}{A_{Al}}=\frac{1}{2}\rho_{Al}\times\frac{1}{A_{Cu}}$$

$$\Rightarrow A_{Al}=2A_{Cu}\xrightarrow[V=Al]{l_{Al}=l_{Cu}}V_{Al}=2V_{Cu}$$

اکنون نسبت جرم‌ها را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{m_{Al}}{m_{Cu}}=\frac{\rho_{Al}V_{Al}}{\rho_{Cu}V_{Cu}}\Rightarrow\frac{m_{Al}}{m_{Cu}}=\frac{2/7\times2V_{Cu}}{9V_{Cu}}=\frac{3}{5}$$

Ⓐ **۳۵- گزینه‌ی ۲** با توجه به قانون اهم مقاومت را به‌دست می‌آوریم:

$$R=\frac{V}{I}=\frac{3}{1/2}=\frac{1}{0/4}=\frac{10}{4}=2/5\,\Omega$$

حال با توجه به رابطه‌ی $R=\rho\frac{l}{A}$ داریم:

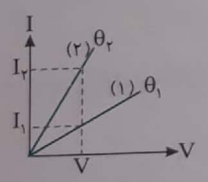
$$2/5=1/8\times10^{-8}\times\frac{l}{A}\Rightarrow\frac{l}{A}=\frac{2/5}{1/8}\times10^{8}\Rightarrow\frac{25}{A}=\frac{2/5}{1/8}\times10^{8}\Rightarrow A=18\times10^{-8}m^2\Rightarrow A=18\times10^{-4}cm^2$$

هم‌چنین با توجه به چگالی داریم:

$$\rho=\frac{m}{V}\Rightarrow8=\frac{m}{Al}=\frac{m}{18\times10^{-4}\times25\times10^{2}}\Rightarrow m=36g$$

Ⓐ **۳۶- گزینه‌ی ۴** با روشن شدن لامپ دمای رشته‌ی فلزی آن بالا رفته و مقاومت الکتریکی آن افزایش می‌یابد.

Ⓐ **۳۷- گزینه‌ی ۲** ابتدا با توجه به نمودار مقاومت دو جسم را با هم مقایسه می‌کنیم.



$$\begin{cases}V_1=V_2=V\\I_2>I_1\end{cases}$$

یعنی با افزایش دما، جریان برای یک اختلاف پتانسیل ثابت افزایش می‌یابد. پس با افزایش دما مقاومت کاهش یافته و جسم نیم‌رسانا است.

Ⓐ **۳۸- گزینه‌ی ۲** ابتدا مساحت سطح مقطع سیم را به‌دست می‌آوریم:

$$A=\pi r^2=3\times\left(\frac{0/8\times10^{-3}}{2}\right)^2=3\times16\times10^{-8}m^2$$

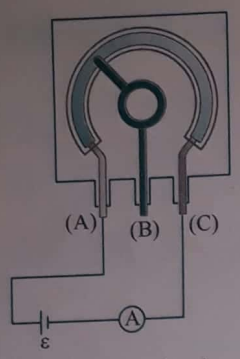
با توجه به رابطه‌ی ساختمانی مقاومت فلزی می‌توان نوشت:

$$R=\rho\frac{l}{A}\Rightarrow R=1/7\times10^{-7}\times\frac{24}{3\times16\times10^{-8}}\Rightarrow R=\frac{17\times8}{16}\Rightarrow R=8/5\,\Omega$$

Ⓐ **۳۹- گزینه‌ی ۱** چون جریان ورودی به رئوستا از C خارج می‌شود (نه از B)، بنابراین جای لغزنده تأثیری در طول سیمی که جریان از آن عبور می‌کند، ندارد. یعنی مقاومت رئوستا و در نتیجه مقاومت معادل مدار با حرکت لغزنده ثابت می‌ماند. بنابراین جریان نیز ثابت می‌ماند.

Scanned by CamScanner

Ⓐ **۴۰- گزینه‌ی ۳** با توجه به شکل از خروجی B که مربوط به لغزنده می‌باشد، سیمی خارج نشده است بنابراین لغزنده در مدار قرار نمی‌گیرد و با چرخاندن آن مقاومت مدار تغییر نمی‌کند و جریان مدار ثابت می‌ماند.



Ⓐ **۴۱- گزینه‌ی ۲** ولت‌سنج اختلاف پتانسیل دو سر باتری را نشان می‌دهد. وقتی کلید باز است، اختلاف پتانسیل دو سر باتری با نیروی محرکه‌ی باتری برابر است $(V=\varepsilon)$ و اگر کلید بسته شود و از باتری جریان بگذرد، اختلاف پتانسیل دو سر باتری برابر $V=\varepsilon-Ir$ است که Ir افت پتانسیل در مقاومت درونی باتری است. اگر با باز کردن و بستن کلید در عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد، تغییری حاصل نشود، یعنی:

$V=\varepsilon \Rightarrow Ir=0$ ↗ $(I=0)$ مقاومت خارجی بسیار بزرگ است

$V=\varepsilon \Rightarrow Ir=0$ ↘ $(r=0)$ مقاومت درونی ناچیز است

در این صورت گزینه‌ی (۲) درست است.

Ⓑ **۴۲- گزینه‌ی ۱** هرگاه اختلاف پتانسیل دو سر باتری برابر با نیروی محرکه‌ی آن باشد، افت پتانسیل صفر است، پس:

$$\begin{cases} V=\varepsilon-Ir \\ V\approx\varepsilon \end{cases} \Rightarrow Ir\approx 0 \Rightarrow \begin{cases} r\to 0 \\ I\to 0 \xrightarrow{I=\frac{\varepsilon}{r+R}} R\to\infty \end{cases}$$

پس یا باید مقاومت درونی ناچیز باشد که در گزینه‌ها نیست، یا مقاومت خارجی خیلی زیاد باشد. در این صورت گزینه‌ی (۱) درست است.

Ⓐ **۴۳- گزینه‌ی ۲** وقتی مدار باز باشد، ولت‌سنج نیروی محرکه‌ی باتری را نشان می‌دهد، پس $\varepsilon=8\,V$ است. وقتی مدار بسته است و در مدار جریان برقرار است، ولت‌سنج اختلاف پتانسیل دو سر باتری $(V=\varepsilon-Ir)$ را نشان می‌دهد. در این صورت وقتی $I=2\,A$ است، $V=6\,V$ می‌باشد، در نتیجه: $6=8-2r \Rightarrow r=1\Omega$

Ⓐ **۴۴- گزینه‌ی ۳** نیروی محرکه‌ی باتری به مشخصات ساختمانی باتری بستگی داشته و به مشخصات مدار بستگی ندارد.

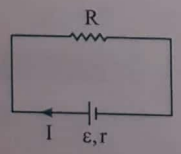
Ⓑ **۴۵- گزینه‌ی ۴** افت پتانسیل درون باتری برابر Ir و جریان مدار برابر $I=\frac{\varepsilon}{R+r}$ است، از این‌رو:

$$\begin{cases} I_1 r=\frac{\varepsilon}{r+R_1}r=\frac{\varepsilon}{r+2r}r=\frac{\varepsilon}{3} \\ I_2 r=\frac{\varepsilon}{r+R_2}r=\frac{\varepsilon}{r+r}r=\frac{\varepsilon}{2} \end{cases} \Rightarrow \frac{I_2 r}{I_1 r}=\frac{\frac{\varepsilon}{2}}{\frac{\varepsilon}{3}}=\frac{3}{2}$$

Ⓑ **۴۶- گزینه‌ی ۱** ولت‌سنج، ولتاژ دو سر باتری یعنی $V=\varepsilon-rI$ را نشان می‌دهد.

$$\begin{cases} I_1=2A \ , \ V_1=20V \Rightarrow 20=\varepsilon-2r \\ I_2=3A \ , \ V_2=18V \Rightarrow 18=\varepsilon-3r \end{cases} \Rightarrow \varepsilon=24V$$

Ⓐ **۴۷- گزینه‌ی ۳** (افت پتانسیل در مقاومت خارجی) $\frac{1}{9}$ = افت پتانسیل در مقاومت درونی



$$rI=\frac{1}{9}RI \Rightarrow r=\frac{1}{9}R$$

$$I=\frac{\varepsilon}{R+r} \xrightarrow[r=\frac{1}{9}R,\ \varepsilon=6V]{I=0/2} 0/2=\frac{6}{R+\frac{1}{9}R} \Rightarrow \frac{10}{9}R=30 \Rightarrow R=27\Omega$$

Scanned by CamScanner

Ⓐ **۴۸- گزینه‌ی ۲** جریان را در هر دو حالت نوشته و بر هم تقسیم می‌کنیم:

$$\frac{I_۲}{I_۱}=\frac{\frac{\varepsilon}{r+R_۲}}{\frac{\varepsilon}{r+R_۱}}=\frac{r+R_۱}{r+R_۲}=\frac{۰/۵+۲/۵}{۰/۵+۳/۵}=\frac{۳}{۴}$$

Ⓐ **۴۹- گزینه‌ی ۱** افت پتانسیل درون باتری برابر با Ir و $I=\frac{\varepsilon}{R+r}$ است.

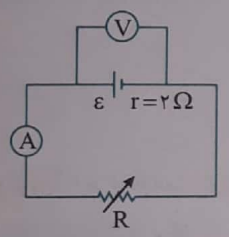
$$\frac{Ir}{\varepsilon}=\frac{\frac{\varepsilon}{r+R}\times r}{\varepsilon}=\frac{r}{r+R}=\frac{۳}{۳+۱۷}=۰/۱۵=۱۵\%$$

Ⓑ **۵۰- گزینه‌ی ۱** ولت‌سنج اختلاف‌پتانسیل دو سر مقاومت و دو سر باتری را نشان می‌دهد. اختلاف پتانسیل دوسر باتری نیز برابر با $V=\varepsilon-rI=\varepsilon-۰=\varepsilon$ یعنی ثابت می‌باشد. با دو برابرشدن مقاومت، چون مقاومت درونی صفر است، طبق رابطه‌ی $I=\frac{\varepsilon}{r+R}=\frac{\varepsilon}{R}$، جریان نصف می‌شود.

Ⓐ **۵۱- گزینه‌ی ۲** رابطه‌ی اختلاف پتانسیل دو سر باتری را بر حسب مقاومت خارجی مدار می‌نویسیم:

$$V=IR \quad , \quad I=\frac{\varepsilon}{R+r}\Rightarrow V=\frac{R}{R+r}\varepsilon\Rightarrow ۵/۵=\frac{R}{R+۰/۲۵}\times ۶\Rightarrow R=۲/۷۵\Omega$$

Ⓐ **۵۲- گزینه‌ی ۱** ابتدا مقاومت R و نیروی محرکه‌ی باتری را به‌دست می‌آوریم:



$$V=IR\Rightarrow ۴۰=۴R\Rightarrow R=۱۰\Omega$$

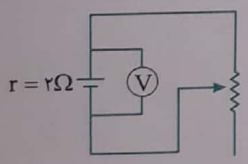
$$I=\frac{\varepsilon}{R+r}\Rightarrow ۴=\frac{\varepsilon}{۱۰+۲}\Rightarrow \varepsilon=۴۸V$$

$$V'=\varepsilon-I'r\Rightarrow ۳۶=۴۸-I'(۲)\Rightarrow ۲I'=۱۲\Rightarrow I'=۶A$$

Ⓐ **۵۳- گزینه‌ی ۳** ولت‌سنج، اختلاف پتانسیل دو سر باتری (V) را نشان می‌دهد. وقتی کلید را قطع می‌کنیم، ولت‌سنج نیروی محرکه‌ی باتری (ε) را نشان خواهد داد. اکنون با دانستن این مطالب مسأله را به آسانی حل می‌کنیم:

$$V=\varepsilon-Ir\Rightarrow V=\varepsilon-۰/۸\times ۲\Rightarrow V=\varepsilon-۱/۶\xrightarrow[\varepsilon]{\frac{V}{\varepsilon}=۰/۸}۰/۸\varepsilon=\varepsilon-۱/۶\Rightarrow \varepsilon=\frac{۱/۶}{۰/۲}=۸\,V$$

Ⓑ **۵۴- گزینه‌ی ۱** عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد برابر ولتاژ دو سر مولد و همچنین ولتاژ دو سر مقاومت است.

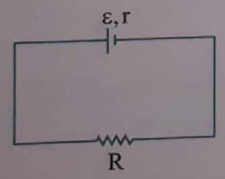


عدد ولت‌سنج در حالت اول: $V_۱=R_۱I_۱\Rightarrow V_۱=R_۱\times\frac{\varepsilon}{R_۱+r}\xrightarrow[r=۲]{R_۱=۲۰}V_۱=\frac{۲۰\varepsilon}{۲۰+۲}$

عدد ولت‌سنج در حالت دوم: $V_۲=R_۲I_۲\Rightarrow V_۲=R_۲\times\frac{\varepsilon}{R_۲+r}\xrightarrow{r=۲}V_۲=\frac{R_۲\varepsilon}{R_۲+۲}$

$$\frac{V_۲}{V_۱}=\frac{۱}{۲}\Rightarrow\frac{\frac{R_۲\varepsilon}{R_۲+۲}}{\frac{۲۰\varepsilon}{۲۲}}=\frac{۱}{۲}\Rightarrow R_۲\simeq ۱/۶\Omega$$

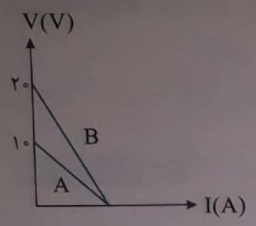
Ⓑ **۵۵- گزینه‌ی ۲** در یک مولد که در مداری مطابق شکل روبه‌رو بسته شده است، ولتاژ دو سر مولد برابر خواهد شد با:



$$V=\varepsilon-Ir$$

Scanned by CamScanner

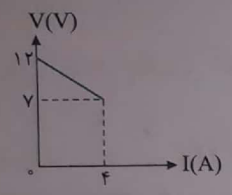
در این صورت نمودار $V-I$ آن خط راستی است که عرض از مبدأ آن ε و شیب آن $(-r)$ است.



با توجه به نمودار مسأله:

$$\begin{cases} |r_A| = \frac{\varepsilon_A}{I} = \frac{۱۰}{I} \\ |r_B| = \frac{\varepsilon_B}{I} = \frac{۲۰}{I} \end{cases} \Rightarrow \frac{r_B}{r_A} = ۲$$

Ⓐ **۵۶- گزینه‌ی ۴** با توجه به نمودار عرض از مبدأ برابر نیروی محرکه‌ی باتری است، از این‌رو:



$$V = \varepsilon - Ir \begin{cases} \xrightarrow{I=۰} V = \varepsilon = ۱۲V \\ \xrightarrow{I=۴} ۷ = ۱۲ - ۴r \Rightarrow r = ۱/۲۵\Omega \end{cases}$$

Ⓐ **۵۷- گزینه‌ی ۲** طبق رابطه‌ی $P = VI$، حاصل‌ضرب ولت در آمپر معادل وات است و با توجه به رابطه‌ی $P = \frac{U}{t}$، وات معادل ژول بر ثانیه است.

Ⓐ **۵۸- گزینه‌ی ۴** ابتدا جریان را به‌دست می‌آوریم:

$$U = Vq \Rightarrow ۴۰۰۰ = V \times ۲۰۰ \Rightarrow V = ۲۰\,V$$

$$I = \frac{V}{R} \Rightarrow I = \frac{۲۰}{۵} = ۴\,A$$

در این صورت: $q = It \Rightarrow ۲۰۰ = ۴t \Rightarrow t = ۵۰\,s$

Ⓐ **۵۹- گزینه‌ی ۱** ابتدا مقاومت سیم را حساب می‌کنیم:

$$R = \rho\frac{l}{A} \Rightarrow R = ۱/۷ \times ۱۰^{-۸} \times \frac{۳۰}{\pi(۱۰^{-۳})^۲}\,\Omega \xrightarrow{\pi=۳} R = ۱۷ \times ۱۰^{-۲}\,\Omega$$

$۹۷^۲$

توان گرمایی را حساب می‌کنیم:

$$P = \frac{V^۲}{R} = \frac{۱۷ \times ۱۷}{۱۷ \times ۱۰^{-۲}} = ۱۷۰۰\,W$$

Ⓐ **۶۰- گزینه‌ی ۳** مقاومت سیم را به‌دست می‌آوریم:

$$R = \rho\frac{l}{A} \Rightarrow R = ۱۰^{-۶} \times \frac{۲}{۰/۲ \times ۱۰^{-۶}} \Rightarrow R = ۱۰\,\Omega$$

توان مصرفی برابر خواهد شد با:

$$P = \frac{V^۲}{R} = \frac{۴۰۰۰۰}{۱۰} \Rightarrow P = ۴۰۰۰\,W = ۴\,kW$$

انرژی مصرفی در ۲۰ دقیقه را بر حسب کیلووات ساعت حساب می‌کنیم:

$$U = Pt \Rightarrow U = ۴ \times \frac{۲۰}{۶۰} \Rightarrow U = \frac{۴}{۳}\,kWh$$

Ⓑ **۶۱- گزینه‌ی ۲** گرمای تولید شده در دو حالت برابر است، از این‌رو:

$$U_۱ = U_۲ \xrightarrow{U = \frac{V^۲}{R}t} \frac{V^۲}{R_۱}t_۱ = \frac{V^۲}{R_۲}t_۲ \Rightarrow \frac{R_۲}{R_۱} = \frac{t_۲}{t_۱} \xrightarrow{R = \rho\frac{l}{A}} \frac{l_۲}{l_۱} = \frac{t_۲}{t_۱} \Rightarrow \frac{l_۲}{۱۲} = \frac{۱۵}{۲۵} \Rightarrow l_۲ = ۷/۲\,m$$

Ⓑ **۶۲- گزینه‌ی ۲** ابتدا با توجه به رابطه‌ی $\rho = \frac{m}{V}$، رابطه‌ی بین سطح مقطع دو سیم را به‌دست می‌آوریم:

$$m_A = \frac{۱}{۲}m_B \Rightarrow \rho_A V_A = \frac{۱}{۲}\rho_B V_B \xrightarrow[\rho_A = \rho_B]{V = AL} A_A L_A = \frac{۱}{۲}A_B L_B \xrightarrow{L_A = ۳L_B} A_A = \frac{۱}{۶}A_B$$

$$R = \frac{\rho L}{A} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{L_A}{L_B} \times \frac{A_B}{A_A} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = ۱ \times \frac{۳L_B}{L_B} \times \frac{A_B}{\frac{۱}{۶}A_B} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = ۱۸$$

سپس طبق رابطه‌ی $P = RI^۲$ داریم:

$$P = RI^۲ \Rightarrow \frac{P_A}{P_B} = \frac{R_A}{R_B} \times \left(\frac{I_A}{I_B}\right)^۲ \xrightarrow[R_A = ۱۸R_B]{I_A = I_B} P_A = ۱۸P_B$$

Scanned by CamScanner

Ⓐ **۶۳- گزینه‌ی ۳** با توجه به رابطه‌ی توان با جریان، I_1 را به‌دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} P_1 = RI_1^2 \\ P_2 = R(I_1+3)^2 = 4P_1 \end{cases} \Rightarrow R(I_1+3)^2 = 4RI_1^2 \Rightarrow I_1+3 = 2I_1 \Rightarrow I_1 = 3A$$

Ⓐ **۶۴- گزینه‌ی ۳** اگر دمای رسانا ثابت باشد، مقاومت آن نیز ثابت می‌ماند.

$$R = \frac{V_1}{I_1} = \frac{V_2}{I_2} \Rightarrow \frac{V_1}{I_1} = \frac{V_2}{1/2I_1} \Rightarrow V_2 = 1/2V_1 \Rightarrow \Delta V = 0/2V_1$$

یعنی اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر مقاومت ٪۲۰ افزایش می‌یابد.

$$P_1 = RI_1^2 \quad , \quad P_2 = RI_2^2 = R(1/2I_1)^2 = 1/44RI_1^2 = 1/44P_1 \Rightarrow \Delta P = 0/44P_1$$

پس توان مصرفی ٪۴۴ افزایش می‌یابد.

Ⓐ **۶۵- گزینه‌ی ۳** با توجه به رابطه‌ی توان الکتریکی $(P=VI)$ جریان را به‌دست می‌آوریم:

$$V = 120V \quad , \quad P = 480W$$

$$P = VI \Rightarrow 480 = 120 \times I \Rightarrow I = 4A$$

برای به‌دست آوردن انرژی مصرفی کافی است در رابطه‌ی زیر توان را بر حسب کیلووات و زمان را بر حسب ساعت قرار دهیم:

$$U = Pt = 0/48(kW) \times 5(h) = 2/4kWh$$

Ⓐ **۶۶- گزینه‌ی ۳** ابتدا مقدار مقاومت را به‌دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} P = 100W \\ V = 110V \end{cases} \xrightarrow{P=\frac{V^2}{R}} 100 = \frac{110^2}{R} \Rightarrow R = 121\Omega$$

حال می‌توان انرژی مصرفی جدید را به‌دست آورد:

$$U = \frac{V^2}{R}t = \frac{220^2}{121} \times 1 = 400J$$

البته می‌توان با توجه به رابطه‌ی $P = \frac{V^2}{R}$، با ثابت بودن R و دو برابر شدن ولتاژ، نتیجه گرفت توان مصرفی چهار برابر می‌شود:

$$P = 4 \times 100 = 400W$$

Ⓐ **۶۷- گزینه‌ی ۲** صرفه‌جویی انرژی هر خانه در مدت یک ماه برابر است با:

$$U = Pt \Rightarrow U = \frac{100}{1000} \times (30 \times 5) \Rightarrow U = 15\ kWh$$

صرفه‌جویی انرژی برای تمام خانه‌ها برابر است با:

$$U_T = 2000000 \times 15 = 3 \times 10^7\ kWh$$

بهای برق صرفه‌جویی شده برابر خواهد بود با:

$3 \times 10^7 \times 100 = 3 \times 10^9 = 3$ میلیارد ریال

Ⓐ **۶۸- گزینه‌ی ۲** با توجه به نصف شدن ولتاژ دو سر لامپ، توان آن $\frac{1}{4}$ برابر می‌شود:

$$\frac{P'}{P} = \frac{\frac{V'^2}{R}}{\frac{V^2}{R}} \Rightarrow \frac{P'}{100} = \left(\frac{110}{220}\right)^2 \Rightarrow P' = \frac{100}{4} = 25\ W$$

انرژی مصرفی برابر خواهد شد با:

$$U' = P't \Rightarrow U' = 25 \times 0/5 \times 3600 = 45000\ J \Rightarrow U' = 45\ kJ$$

Ⓐ **۶۹- گزینه‌ی ۱** به مشخصات لامپ، توان اسمی و ولتاژ اسمی گفته می‌شود.

$$\begin{cases} P = \frac{V^2}{R} \\ P' = \frac{V'^2}{R} \end{cases} \xrightarrow{R=R'} \frac{P}{P'} = \frac{V^2}{V'^2} \Rightarrow \frac{36}{P'} = \frac{12^2}{8^2} \Rightarrow P' = \frac{36 \times 64}{144} = 16W$$

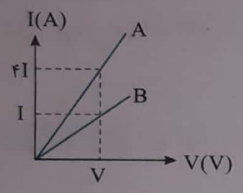
Scanned by CamScanner

A **۷۰- گزینه‌ی ۲** با توجه به رابطه‌ی ساختمانی مقاومت $R=\rho\frac{l}{A}$، چون دو رشته لامپ، هم‌جنس و هم‌طول هستند، لامپ L_1 که رشته‌اش ضخیم‌تر است، دارای مقاومت کم‌تری است و بنا بر رابطه‌ی $U=\frac{V^2}{R}t$ هر چه مقاومت کم‌تر باشد، توان مصرفی لامپ و نور آن بیش‌تر است، پس لامپ L_1 پر نورتر و مقاومت آن کم‌تر است.

A **۷۱- گزینه‌ی ۲** با توجه به رابطه‌ی توان مصرفی خواهیم داشت:

$$P=RI^2 \Rightarrow 100=25I_1^2 \Rightarrow I_1=2A$$

A **۷۲- گزینه‌ی ۳** در ولتاژ ثابت V جریان مقاومت A، ۴ برابر جریان مقاومت B است. در این صورت:



$$V_A=V_B \Rightarrow R_AI_A=R_BI_B \Rightarrow R_A(4I)=R_B(I) \Rightarrow \frac{R_A}{R_B}=\frac{1}{4}$$

در صورت مسأله نسبت $\frac{P_A}{P_B}$ در جریان یکسان خواسته شده است از این رو می‌توان نوشت

$$\frac{P_A}{P_B}=\frac{R_AI^2}{R_BI_2} \Rightarrow \frac{P_A}{P_B}=\frac{1}{4}$$

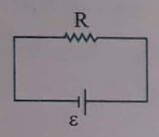
A **۷۳- گزینه‌ی ۲** ابتدا جریان مدار را به‌دست می‌آوریم:

$$I=\frac{\varepsilon}{R+r}=\frac{12}{5+1}=2A$$

با استفاده از رابطه‌ی $U=I^2Rt$ خواهیم داشت:

$$U=4\times5\times60=1200J$$

A **۷۴- گزینه‌ی ۴** توان مصرفی در مقاومت R برابر است با:



$$P=RI^2=VI=\frac{V^2}{R}$$

V ولتاژ دو سر مقاومت، ولتاژ دو سر باتری نیز می‌باشد.

$$P=\frac{V^2}{R} \Rightarrow 40=\frac{80^2}{R} \Rightarrow R=\frac{6400}{40}=160\Omega$$

A **۷۵- گزینه‌ی ۳** با توجه به رابطه‌ی $P=\frac{V^2}{R}$ می‌توان نوشت:

$$P_2=0/81P_1 \Rightarrow \frac{V_2^2}{R}=\frac{81}{100}\times\frac{200\times200}{R} \Rightarrow V_2=0/9\times200 \Rightarrow V_2=180V \Rightarrow \Delta V=180-200=-20\,V$$

A **۷۶- گزینه‌ی ۴** گرمای تولید شده در مقاومت را به‌دست می‌آوریم:

$$U=VIt=20\times4\times5\times60=24000J$$

A **۷۷- گزینه‌ی ۲** با توجه به فرض مسأله:

$$rI^2=8 \Rightarrow 2I^2=8 \Rightarrow I=2A \quad , \quad I=\frac{\varepsilon}{R+r} \Rightarrow 2=\frac{12}{R+2} \Rightarrow R=4\Omega$$

A **۷۸- گزینه‌ی ۳** ابتدا با توجه به داده‌های مسأله نیروی محرکه‌ی باتری و سپس توان تلف شده در مولد را به‌دست می‌آوریم:

$$R=14\Omega \ , \ r=1\Omega \ , \ I=0/5A \quad , \quad I=\frac{\varepsilon}{r+R} \Rightarrow 0/5=\frac{\varepsilon}{1+14} \Rightarrow \varepsilon=7/5V \quad , \quad P_{\text{تلف شده}}=rI^2=1\times(0/5)^2=0/25W$$

B **۷۹- گزینه‌ی ۴** وقتی گرمای تولیدی به یک اندازه است، پس داریم:

$$R_1I_1^2t=R_2I_2^2t \Rightarrow R_1(\frac{\varepsilon}{r+R_1})^2=R_2(\frac{\varepsilon}{r+R_2})^2 \Rightarrow \frac{4}{(r+4)^2}=\frac{9}{(r+9)^2} \Rightarrow \frac{2}{r+4}=\frac{3}{r+9} \Rightarrow 3r+12=2r+18 \Rightarrow r=6\Omega$$

A **۸۰- گزینه‌ی ۱** به کمک توان تلف شده در مولد، مقاومت درونی آن را به‌دست می‌آوریم:

$$P_{\text{تلف شده}}=rI^2 \Rightarrow 4=r\times2^2 \Rightarrow r=1\Omega$$

اختلاف پتانسیل دو سر مولد برابر است با:

$$V=\varepsilon-rI \Rightarrow 7=\varepsilon-1\times2 \Rightarrow \varepsilon=9V$$

Scanned by CamScanner

Ⓐ **۸۱- گزینه‌ی ۳** به کمک جریان مدار و ولتاژ دو سر باتری، مقاومت درونی را به‌دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} I=0/5A \\ V=\varepsilon-rI=2V \end{cases} \Rightarrow 2=3-r\times 0/5 \Rightarrow r=2\Omega$$

اکنون می‌توان توان تلف شده در مولد را به‌دست آورد:

$$P=rI^2=2\times(0/5)^2=0/5W$$

Ⓐ **۸۲- گزینه‌ی ۳** توان خروجی باتری (توان مصرفی در مقاومت R) برابر با $P_R=RI^2$ است، توان مولد برابر $P=RI^2+rI^2$ است.

بنا بر فرض مسأله $P_R=\frac{1}{2}P$ است، پس:

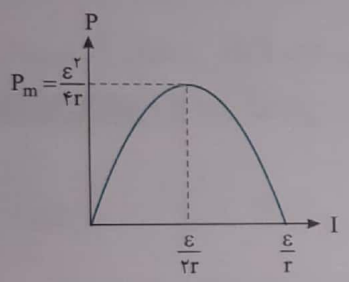
$$RI^2=\frac{1}{2}(RI^2+rI^2)\Rightarrow R=r$$

Ⓐ **۸۳- گزینه‌ی ۱** توان مفید را بر توان کل تقسیم می‌کنیم:

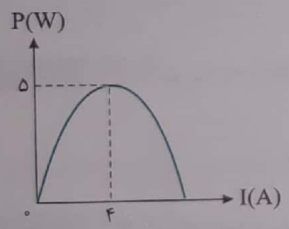
$$\begin{cases} P=\varepsilon I \text{ توان کل باتری} \\ P=RI^2=VI \text{ توان مفید باتری} \end{cases} \Rightarrow Ra=\frac{P_{\text{مفید}}}{P_{\text{کل}}}=\frac{V}{\varepsilon}$$

$$Ra=\frac{V}{\varepsilon}=\frac{8}{10}\Rightarrow 0/8=\frac{P_{\text{کل}}-P_{\text{تلف}}}{P_{\text{کل}}}=1-\frac{P_{\text{تلف}}}{P_{\text{کل}}}\Rightarrow\frac{P_{\text{تلف}}}{P_{\text{کل}}}=\frac{2}{10}$$

Ⓑ **۸۴- گزینه‌ی ۳** توان خروجی مولد $P=-rI^2+\varepsilon I$ یک تابع درجه ۲ بر حسب جریان (I) است و نمودار آن به شکل سهمی روبه‌رو است. می‌دانیم طول رأس سهمی $(y=ax^2+bx+c)$، $x=-\frac{b}{2a}$ است بنابراین طول رأس سهمی P برحسب I، $I=\frac{\varepsilon}{2r}$ و عرض آن $I=\frac{\varepsilon^2}{4r}$ خواهد شد.



با توجه به نمودار شکل مسأله:

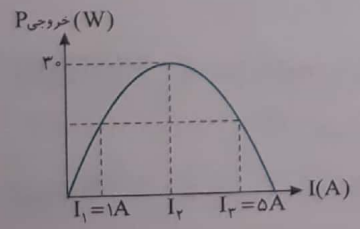


$$\begin{cases} \frac{\varepsilon}{2r}=4 \\ \frac{\varepsilon^2}{4r}=5 \end{cases} \xrightarrow{\text{تقسیم دو رابطه بر هم}} \frac{2}{\varepsilon}=\frac{4}{5}\Rightarrow\varepsilon=2/5V$$

Ⓑ **۸۵- گزینه‌ی ۳** توان خروجی یک مولد برابر است با:

$$\begin{cases} P=V_{\text{خروجی}}I \\ V_{\text{خروجی}}=\varepsilon-Ir \end{cases} \Rightarrow P=-rI^2+\varepsilon I$$

حال با توجه به این‌که نمودار $P-I$ را رسم کرده‌ایم و در رابطه‌ی P برحسب I، توان (۲) I می‌باشد، بنابراین نمودار $P-I$ سهمی است و تمام ویژگی‌های سهمی برای آن صدق می‌کند.



۱) سهمی متقارن است بنابراین:

$$I_2=\frac{I_1+I_3}{2}=\frac{5+1}{2}=3A$$

همچنین I_2 مکانی است که مقدار سهمی بیشینه شده بنابراین:

$$P=-rI^2+\varepsilon I \xrightarrow[\text{در } I=\frac{-b}{2a}]{\text{بیشینه مقدار P}} I_2=\frac{-\varepsilon}{-2r}=\frac{\varepsilon}{2r}\Rightarrow 3=\frac{\varepsilon}{2r}\Rightarrow\varepsilon=6r$$

حال با توجه به این که مقدار P در I_2 را هم داریم، معادله‌ی $P=-rI^2+\varepsilon I$ را حل می‌کنیم.

$$30=-r(3)^2+\varepsilon(3)\xrightarrow{\varepsilon=6r}30=-9r+18r\Rightarrow 9r=30\Rightarrow r=\frac{10}{3}\Omega,\ \varepsilon=20V$$

Scanned by CamScanner

Ⓑ **۸۶- گزینه‌ی ۱** شرایط مدار را در صورتی که $P_{\text{توان مفید}} = \varepsilon I - rI^2$، بیشینه باشد بررسی می‌کنیم:

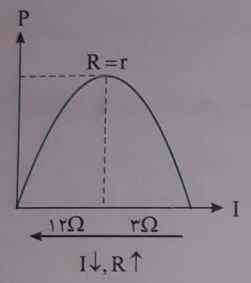
با توجه به مختصات نقطه‌ی ماکزیمم تابع درجه ۲ جریانی که به ازای آن توان خروجی باتری بیشینه می‌شود برابر $I=\frac{\varepsilon}{2r}$ است.

وقتی توان خروجی باتری بیشینه است داریم:

$$I=\frac{\varepsilon}{R+r} \xrightarrow{I=\frac{\varepsilon}{2r}} \frac{\varepsilon}{2r}=\frac{\varepsilon}{R+r} \Rightarrow R=r$$

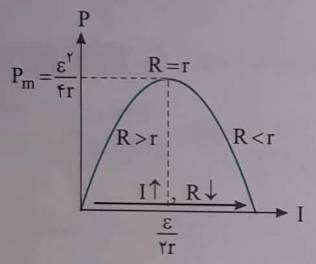
یعنی وقتی توان خروجی باتری بیشینه می‌باشد که $R=r$ باشد.

Ⓒ **۸۷- گزینه‌ی ۴** توان خروجی باتری $P=-rI^2+\varepsilon I$ یک تابع درجه ۲ و نمودار آن سهمی است که مختصات رأس سهمی $(\frac{\varepsilon}{2r},\frac{\varepsilon^2}{4r})$ است. وقتی توان خروجی باتری بیشینه است، مقاومت درونی مولد (r) با مقاومت خارجی R برابر است $(R=r)$. با افزایش مقاومت، جریان مدار کاهش می‌یابد یعنی روی محور جریان، به سمت چپ در حرکت هستیم و توان خروجی ابتدا افزایش و سپس کاهش یافته است بنابراین از سمت راست رأس سهمی به سمت چپ رأس سهمی رفته‌ایم. بنابراین مقاومت درونی r از 3Ω بیش‌تر و از 12Ω کم‌تر است. $(3\Omega<r<12\Omega)$ و مقاومت درونی نمی‌تواند 2Ω باشد.



Ⓒ **۸۸- گزینه‌ی ۱** توان خروجی باتری (توان مصرف شده در مقاومت خارجی R) از رابطه $P=-rI^2+\varepsilon I$ به‌دست می‌آید که نشان می‌دهد توان خروجی باتری بر حسب جریان باتری یک تابع درجه ۲ و نمودار آن مطابق شکل یک سهمی است که مختصات رأس سهمی $(\frac{\varepsilon}{2r},\frac{\varepsilon^2}{4r})$ است.

با کاهش مقاومت، توان افزایش یافته است بنابراین در قسمت سمت چپ رأس سهمی تغییرات صورت گرفته است، زیرا در این قسمت با کاهش R و افزایش I توان افزایش می‌یابد. از این‌رو مقاومت درونی باتری باید کوچک‌تر و در نهایت مساوی مقاومت 2Ω باشد $(r\le 2\Omega)$.



Ⓒ **۸۹- گزینه‌ی ۳** با حرکت لغزنده از A تا B طول بیش‌تری از مقاومت در مدار قرار می‌گیرد بنابراین R_{eq} افزایش می‌یابد. جریان کل مدار کاهش می‌یابد.

$$I_{\text{کل}}=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r} \xrightarrow{R_{eq}\ \text{افزایش‌یافته}} I_{\text{کل}}:\ \text{کاهش می‌یابد}$$

ولتاژ دو سر مولد (باتری) با کاهش جریان، افزایش می‌یابد.

$$V_{\text{کل}}=\varepsilon-I_{\text{کل}}r \xrightarrow{I_{\text{کل}}\ \text{کاهش یافته}} V_{\text{کل}}:\ \text{افزایش می‌یابد}$$

مقاومت R_2 با مقاومت معادل R_1 و مقاومت متغیر متوالی می‌باشد بنابراین جریان عبوری از R_2 برابر جریان کل مدار می‌باشد

$$V_2=R_2I_{\text{کل}} \xrightarrow{I_{\text{کل}}\ \text{کاهش یافته}} V_2:\ \text{کاهش می‌یابد}$$

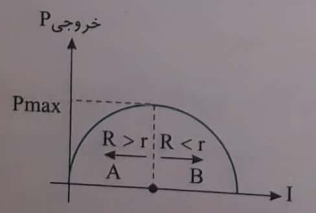
مقاومت‌های R_1 و مقاومت متغیر با هم موازی می‌باشند و ولتاژ دو سر آن‌ها با هم برابر است و آن‌را V' می‌نامیم.

$$V_{\text{کل}}=V_2+V' \xrightarrow[V_2\ \text{کاهش‌یافته}]{V_{\text{کل}}\ \text{افزایش‌یافته}} V':\ \text{افزایش می‌یابد}$$

$$P_{R_1}=\frac{(V')^2}{R_1} \xrightarrow{V'\ \text{افزایش‌یافته}} P_{R_1}:\ \text{افزایش می‌یابد}$$

توان خروجی باتری $P=\varepsilon I-rI^2$ یک تابع درجه ۲ و نمودار آن سهمی به‌صورت روبه‌رو است. با توجه به این‌که مقاومت‌های R_1 و مقاومت متغیر با R_2 متوالی می‌باشد، پس $R_{eq}>R_2=6\Omega$ و چون $r=2\Omega$، پس $R_{eq}>r=2\Omega$.

در این مدار $I_{\text{کل}}$ در قسمت A نمودار بوده و جریان در حال کاهش می‌باشد. در واقع با افزایش R_{eq} و کاهش جریان در قسمت A به سمتی می‌رویم که توان خروجی باتری کاهش می‌یابد.



Scanned by CamScanner

Ⓑ **۹۰- گزینه‌ی ۲** توان مفید (توان خروجی مولد) برابر است با:

$$P=RI^2 \xrightarrow{I=\frac{\varepsilon}{R+r}} P=R\frac{\varepsilon^2}{(R+r)^2}$$

با توجه به فرض مسأله:

$$P_1=P_2 \Rightarrow R_1\frac{\varepsilon^2}{(R_1+r)^2}=R_2\frac{\varepsilon^2}{(R_2+r)^2} \Rightarrow \frac{8}{(8+4)^2}=\frac{R_2}{(R_2+4)^2} \Rightarrow \frac{8}{144}=\frac{R_2}{R_2^2+8R_2+16}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{18}=\frac{R_2}{R_2^2+8R_2+16} \Rightarrow 18R_2=R_2^2+8R_2+16 \Rightarrow R_2^2-10R_2+16=0 \Rightarrow R_2=5\pm\sqrt{25-16} \Rightarrow R_2=5\pm3 \Rightarrow \begin{cases} R=8\,\Omega \\ R=2\,\Omega \end{cases}$$

بنابراین مقاومت را از 8Ω باید به 2Ω برسانیم تا $P_1=P_2$ شود.

Ⓒ **۹۱- گزینه‌ی ۱** توان خروجی مولد یعنی توان مصرفی در مقاومت R که برابر است با:

$$P=RI^2 \xrightarrow{I=\frac{\varepsilon}{R+r}} P=R\frac{\varepsilon^2}{(R+r)^2}$$

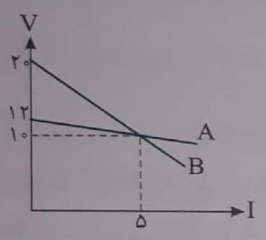
در دو حالت توان‌ها یکسان است از این‌رو:

$$P_1=P_2 \Rightarrow R_1\frac{\varepsilon^2}{(R_1+r)^2}=R_2\frac{\varepsilon^2}{(R_2+r)^2} \Rightarrow \frac{R_1}{R_1^2+2R_1r+r^2}=\frac{R_2}{R_2^2+2R_2r+r^2}$$

$$\Rightarrow R_1R_2^2+2R_1R_2r+R_1r^2=R_2R_1^2+2R_1R_2r+R_2r^2$$

$$R_1R_2^2-R_2R_1^2=R_2r^2-R_1r^2 \Rightarrow R_1R_2(R_2-R_1)=r^2(R_2-R_1) \Rightarrow r=\sqrt{R_1R_2}$$

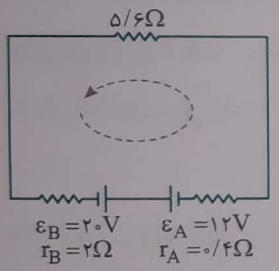
Ⓒ **۹۲- گزینه‌ی ۱** با توجه به نمودار ابتدا نیرو محرکه و مقاومت درونی هریک از باتری‌ها (مولدها) را محاسبه می‌کنیم:



$$\text{باتری A}\begin{cases} I=0 \Rightarrow V_A=\varepsilon_A=12V \\ I=5A \Rightarrow V_A=\varepsilon_A-r_AI \Rightarrow 10=12-r_A\times5 \Rightarrow r_A=0/4\,\Omega \end{cases}$$

$$\text{باتری B}\begin{cases} I=0 \Rightarrow V_B=\varepsilon_B=20V \\ I=5A \Rightarrow V_B=\varepsilon_B-r_BI \Rightarrow 10=20-r_B\times5 \Rightarrow r_B=2\,\Omega \end{cases}$$

بنابراین مداری که می‌بندیم مطابق شکل روبه‌رو می‌شود. جریان کل را محاسبه می‌کنیم:



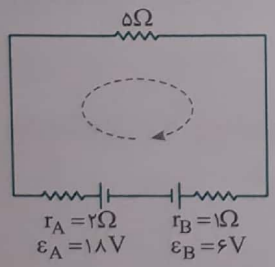
$$I=\frac{\varepsilon_T}{R+r_T}=\frac{20-12}{5/6+2+0/4}=1A$$

بنابراین جریان عبوری از مقاومت $5/6\,\Omega$ نیز، $1A$ می‌شود.

$$P_{\text{مصرفی}}=RI^2=5/6\times(1)^2=5/6W$$

Ⓒ **۹۳- گزینه‌ی ۲** معادله‌ی اختلاف پتانسیل یک باتری برابر است با $V=\varepsilon-Ir$. حال با هم‌ارز کردن این معادله با معادله‌های باتری‌های A و B داریم:

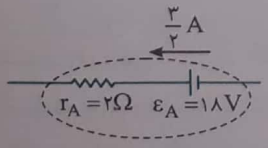
$$\begin{cases} \varepsilon_A=18V \\ \varepsilon_B=6V \end{cases} , \quad \begin{cases} r_A=2\,\Omega \\ r_B=1\,\Omega \end{cases}$$



حال شکل مدار حالت دوم را می‌کشیم:

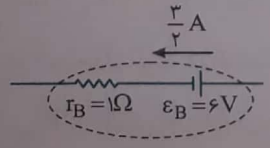
$$I=\frac{\varepsilon_T}{R+r_T}=\frac{18-6}{5+3}=\frac{12}{8}=\frac{3}{2}=1/5\,A$$

و چون $\varepsilon_A>\varepsilon_B$ است بنابراین در شکل جهت جریان ساعتگرد می‌باشد. بنابراین جریان گذرنده از باتری A در جهت جریان تولیدی A می‌باشد و توان باتری A، توان خروجی می‌باشد:



$$P_{\text{خروجی}}=(\varepsilon_A-r_AI)I=(18-3)\times\frac{3}{2}=\frac{45}{2}=22/5W$$

اما جریان گذرنده از باتری B خلاف جهت جریان تولیدی B می‌باشد. بنابراین توان باتری B، توان ورودی می‌باشد:



$$P_{\text{ورودی}}=(\varepsilon_B+r_BI)I=(6+\frac{3}{2})\times\frac{3}{2}=\frac{45}{4}=11/25W$$

Scanned by CamScanner

۹۴- گزینه‌ی ۲ (B) همان‌گونه که در صورت مسأله بیان شده است، بازده مولد، نسبت توان خروجی مولد به توان تولیدی مولد است.

توان تولیدی مولد برابر است با: $P=\varepsilon I=RI^2+rI^2$

توان خروجی مولد (توان مصرفی در مقاومت‌های خارجی مدار) برابر است با: $P_{\text{مفید}}=VI=RI^2$

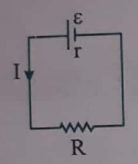
در این صورت بازده مولد برابر است با:

$$Ra=\frac{P_{\text{مفید}}}{P_{\text{تولیدی}}}=\frac{RI^2}{RI^2+rI^2}\Rightarrow Ra=\frac{R}{R+r}$$

حال می‌توانیم نسبت بازده در حالت دوم به بازده در حالت اول را محاسبه کنیم:

$$\frac{(Ra)_2}{(Ra)_1}=\frac{\frac{2r}{2r+r}}{\frac{r}{\frac{\frac{r}{2}}{\frac{r}{2}}+r}}=\frac{\frac{2}{3}}{\frac{1}{3}}=2$$

۹۵- گزینه‌ی ۴ (B) مقاومت درونی مولد ناچیز است، بنابراین بازده مولد ٪۱۰۰ است و با تغییر مقاومت R تغییر نمی‌کند، اما توان خروجی مولد (مصرف شده در R) با افزایش R کاهش می‌یابد، زیرا اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت برابر نیروی محرکه‌ی مولد بوده و ثابت است و طبق رابطه‌ی $P=\frac{V^2}{R}$ با افزایش R، توان کاهش می‌یابد.

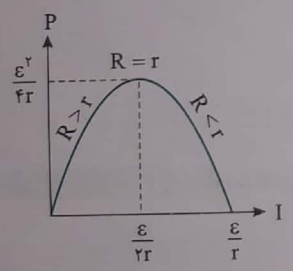


۹۶- گزینه‌ی ۳ (C) با توجه به تعریف بازده می‌توان نوشت:

$$Ra=\frac{P_o}{P_i}\Rightarrow Ra=\frac{VI}{\varepsilon I}\xrightarrow[V=IR]{I=\frac{\varepsilon}{R+r}}Ra=\frac{R}{R+r}$$

با افزایش R این کسر به سمت یک میل می‌کند و بازده افزایش می‌یابد. اما در مورد توان خروجی مولد $(P=\varepsilon I-rI^2)$ مشخص است، توان برحسب جریان یک تابع درجه‌ی دوم است و توان دارای بیشینه یا کمینه مقدار است. برای به‌دست آوردن تغییرات P برحسب I، از تابع مشتق گرفته و مساوی صفر قرار می‌دهیم:

$$\frac{dP}{dI}=\varepsilon-2rI=0\Rightarrow I=\frac{\varepsilon}{2r}\quad,\quad P_{max}=\varepsilon(\frac{\varepsilon}{2r})-r(\frac{\varepsilon^2}{4r^2})\Rightarrow P_{max}=\frac{\varepsilon^2}{4r}$$

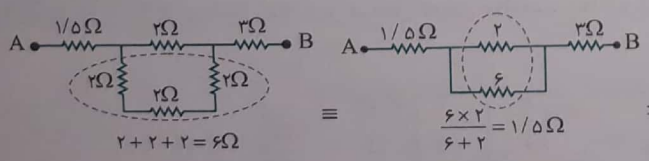


از طرفی $I=\frac{\varepsilon}{R+r}$ است، بنابراین:

$$\frac{\varepsilon}{2r}=\frac{\varepsilon}{R+r}\Rightarrow R=r\Rightarrow Ra=\frac{R}{R+R}=50\%$$

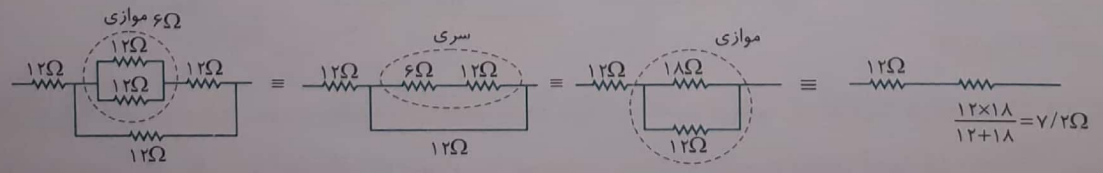
در زمانی که مقاومت درونی مولد (r) برابر مقاومت خارجی (R) شود، توان بیشینه است. در نتیجه با تغییر R چگونگی تغییر توان مشخص نیست.

۹۷- گزینه‌ی ۴ (A) با توجه به شکل‌های زیر چگونگی به‌دست آوردن مقاومت معادل مشخص می‌شود.



$$\Rightarrow R_{eq}=1/5+1/5+3=6\Omega$$

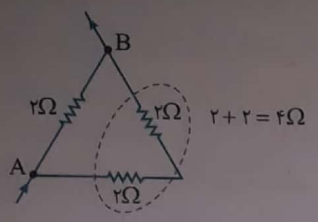
۹۸- گزینه‌ی ۴ (A)



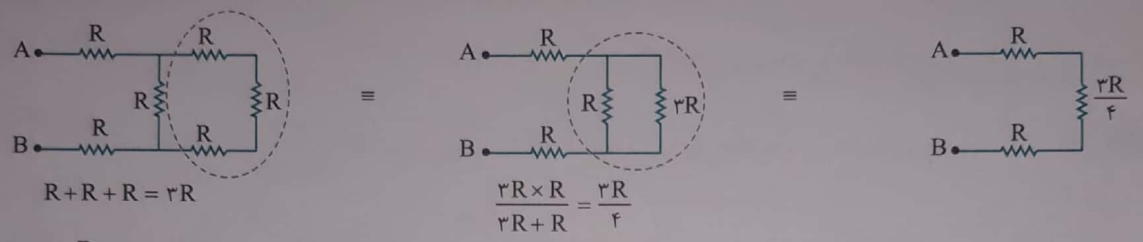
$$\Rightarrow R_{eq}=12+7/2=19/2\Omega$$

Scanned by CamScanner

Ⓑ **۹۹- گزینه‌ی ۱** مقاومت ۴ اهمی موازی مقاومت ۲ اهمی است که به تنهایی بین A و B قرار گرفته و مقاومت معادل آن‌ها برابر با $\frac{۲\times۴}{۲+۴}=\frac{۴}{۳}\Omega$ می‌شود.



Ⓑ **۱۰۰- گزینه‌ی ۴** با توجه به شکل‌های زیر مراحل به‌دست آوردن مقاومت معادل مشخص شده است.

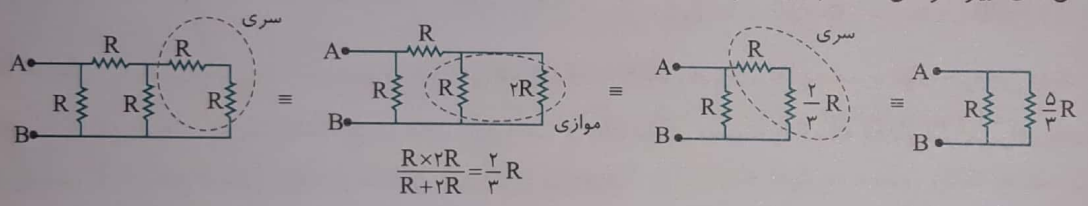


$$\Rightarrow R_{eq}=R+\frac{۳R}{۴}+R=\frac{۱۱}{۴}R$$

Ⓐ **۱۰۱- گزینه‌ی ۲**

$$\begin{cases}\text{شکل (۱)}: R_۱=\frac{۸}{۲}=۴\Omega\\ \text{شکل (۲)}: R_۲=۴+\frac{۴}{۲}+۴=۱۰\Omega\end{cases}\Rightarrow\frac{R_۲}{R_۱}=\frac{۱۰}{۴}=\frac{۵}{۲}$$

Ⓐ **۱۰۲- گزینه‌ی ۴** در شکل‌های زیر مراحل محاسبه‌ی مقاومت معادل نشان داده شده است:



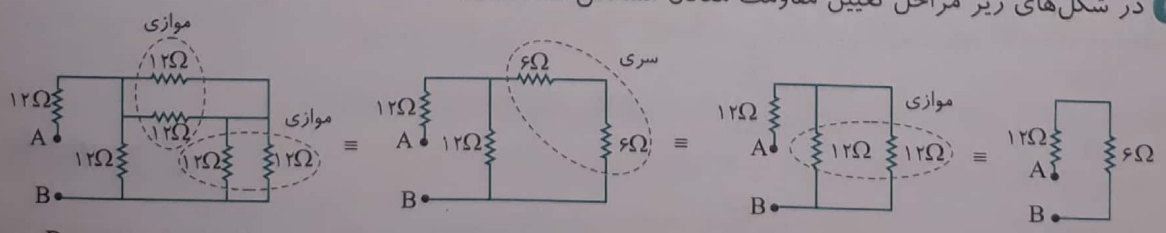
$$\Rightarrow R_{eq}=\frac{R\times\frac{۵}{۳}R}{R+\frac{۵}{۳}R}=\frac{۵}{۸}R$$

Ⓐ **۱۰۳- گزینه‌ی ۳** مقاومت‌های ۲Ω و ۳Ω با هم متوالی و حاصل آن‌ها با ۵Ω موازی و حاصل این سه با ۵Ω و ۲/۵Ω متوالی هستند.

سری: ۲+۳=۵

موازی: $\frac{۵\times۵}{۵+۵}=۲/۵$, $R_{eq}=۲/۵+۲/۵+۵=۱۰\Omega$

Ⓐ **۱۰۴- گزینه‌ی ۳** در شکل‌های زیر مراحل تعیین مقاومت معادل مشخص شده است:

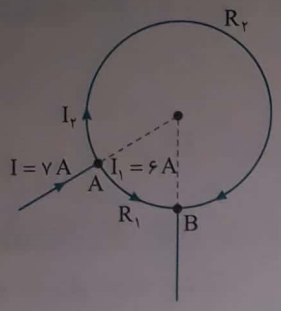


$$\Rightarrow R_{eq}=۱۲+۶=۱۸\Omega$$

Ⓑ **۱۰۵- گزینه‌ی ۲** وقتی سیم را به صورت حلقه درمی‌آوریم، به دو نیم‌دایره تقسیم می‌شود که مقاومت هر قطعه ۲۰Ω می‌شود؛ زیرا طول هر قسمت نصف طول کل سیم است. این دو نیم‌دایره با هم موازی هستند و مقاومت معادل آن‌ها $\frac{۲۰\times۲۰}{۲۰+۲۰}=۱۰\Omega$ می‌شود.

Scanned by CamScanner

۱۰۶- گزینه‌ی ۳ مقاومت کل سیم برابر ۴۲Ω است بنابراین: $R_۱+R_۲=۴۲\Omega$ (۱)

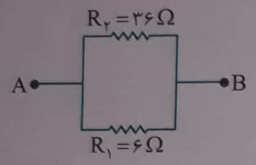


با توجه به قانون انشعاب داریم: $I=I_۱+I_۲\Rightarrow I_۲=۱A$

دو مقاومت $R_۱$ و $R_۲$ بین دو نقطه‌ی A و B بسته شده و موازی هستند بنابراین ولتاژهای دو سر هر دو مقاومت با هم برابرند، درنتیجه:

$$V_۱=V_۲\Rightarrow R_۱I_۱=R_۲I_۲\Rightarrow ۶R_۱=R_۲ \qquad (۲)$$

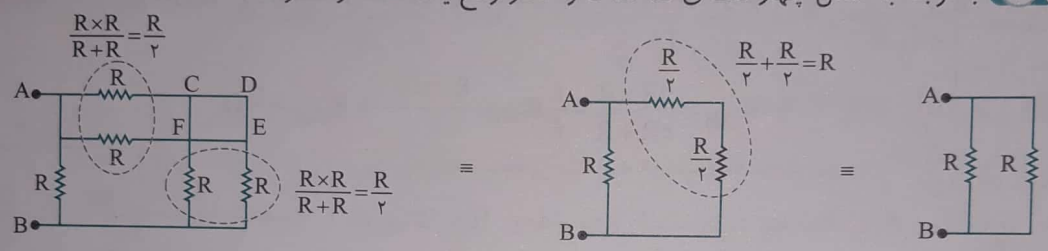
حال با توجه به معادله‌ی (۱) و (۲) داریم:



$$R_۱+R_۲=۴۲\Omega\Rightarrow R_۱+۶R_۱=۴۲\Rightarrow ۷R_۱=۴۲\Rightarrow R_۱=۶\Omega,\ R_۲=۳۶\Omega$$

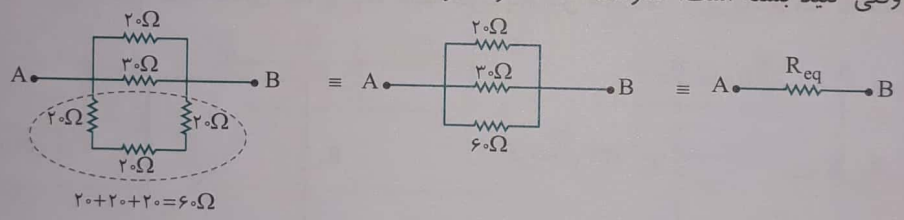
$$\frac{۱}{R_{۱,۲}}=\frac{۱}{R_۱}+\frac{۱}{R_۲}\Rightarrow\frac{۱}{R_{۱,۲}}=\frac{۱}{۶}+\frac{۱}{۳۶}=\frac{۷}{۳۶}\Rightarrow R_{۱,۲}=\frac{۳۶}{۷}\Omega$$

۱۰۷- گزینه‌ی ۲ با توجه به شکل چهار نقطه‌ی E، D، C و F در واقع یک نقطه از مدار هستند.



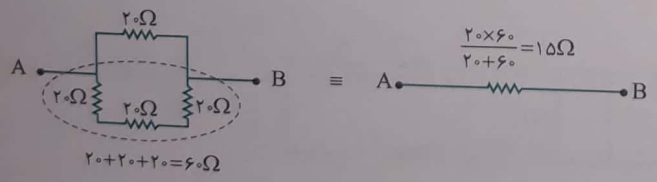
$$\Rightarrow R_{eq}=\frac{R\times R}{R+R}=\frac{R}{۲}=\frac{۶}{۲}=۳\Omega$$

۱۰۸- گزینه‌ی ۴ وقتی کلید بسته است، مقاومت ۳۰Ω در مدار است.



$$\frac{۱}{R_{eq}}=\frac{۱}{۶۰}+\frac{۱}{۳۰}+\frac{۱}{۲۰}=\frac{۱+۲+۳}{۶۰}\Rightarrow R_{eq}=۱۰\Omega \qquad (۱)$$

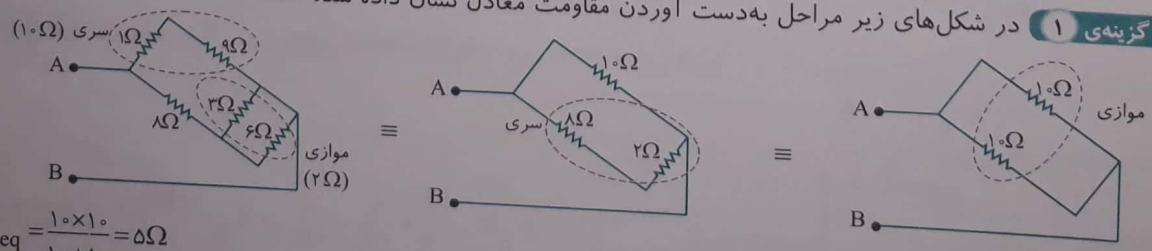
وقتی کلید باز است، مقاومت ۳۰Ω از مدار حذف می‌شود.



$$\Rightarrow R'_{eq}=۱۵\Omega \qquad (۲)$$

با توجه به رابطه‌ی (۱) و (۲) خواهیم داشت: $\frac{R_{eq}}{R'_{eq}}=\frac{۱۰}{۱۵}=\frac{۲}{۳}$

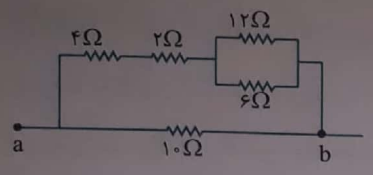
۱۰۹- گزینه‌ی ۱ در شکل‌های زیر مراحل به‌دست آوردن مقاومت معادل نشان داده شده است.



$$\Rightarrow R_{eq}=\frac{۱۰\times۱۰}{۱۰+۱۰}=۵\Omega$$

Scanned by CamScanner

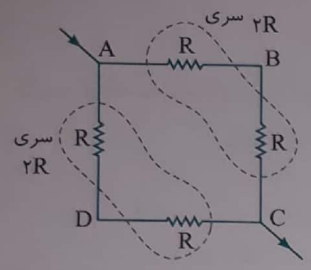
Ⓑ **۱۱۰- گزینه‌ی ۱** مقاومت ۵Ω اتصال کوتاه شده و از مدار حذف می‌شود.



$$\text{مقاومت شاخه‌ی بالا} = \frac{۱۲\times۶}{۱۲+۶}+۲+۴=۱۰\Omega$$

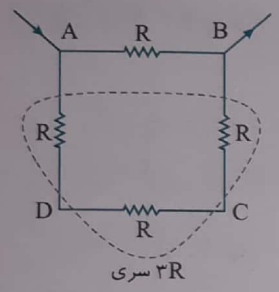
$$R_{eq}=\frac{۱۰}{۲}=۵\Omega$$

Ⓐ **۱۱۱- گزینه‌ی ۱** در حالت اول مقاومت‌ها به شکل روبه‌رو هستند و مقاومت معادل بین A و C برابر خواهد شد با:



$$\begin{cases} R_{AC}=\frac{۲R}{۲}=R \\ R_{AC}=۱\Omega \end{cases} \Rightarrow R=۱\Omega$$

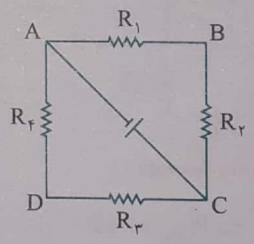
در حالت دوم مقاومت‌ها به شکل روبه‌رو هستند و مقاومت معادل بین A و B برابر خواهد شد با:



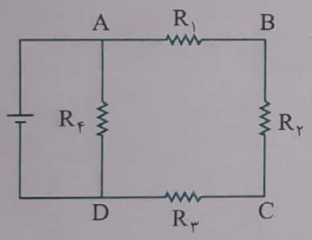
$$R_{AB}=\frac{۳R\times R}{۳R+R}=\frac{۳}{۴}R \xrightarrow{R=۱\Omega} R_{AB}=\frac{۳}{۴}\Omega$$

Ⓑ **۱۱۲- گزینه‌ی ۴** هرگاه بین دو شاخه از مدار انشعابی وجود داشته باشد، آن دو شاخه متوالی نخواهند بود. از این‌رو کافی است یک سر مولد به نقطه‌ی A محل اتصال مقاومت‌های $R_۱$ و $R_۴$ بسته شود. بنابراین حالت‌های زیر پاسخ مسأله است:

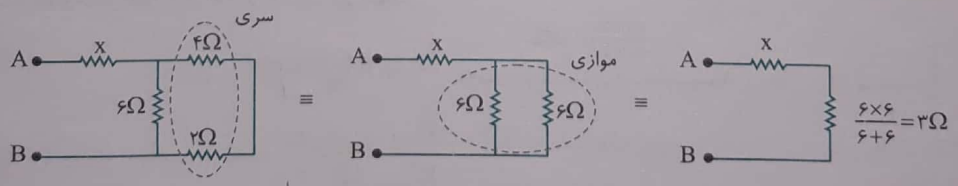
گزینه‌ی (۱):



گزینه‌ی (۳):

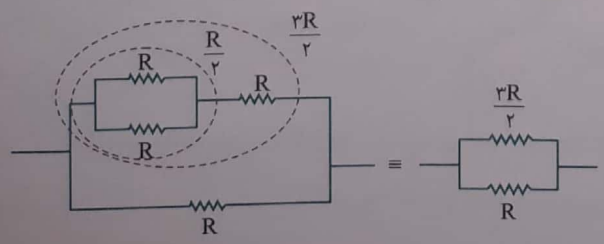


Ⓑ **۱۱۳- گزینه‌ی ۱** ابتدا مقاومت معادل را به‌دست می‌آوریم و برابر با ۵Ω قرار می‌دهیم.



$$R_{eq}=۳+x=۵\Rightarrow x=۲\Omega$$

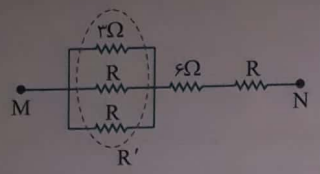
Ⓐ **۱۱۴- گزینه‌ی ۲** مطابق شکل زیر، مقاومت معادل را به راحتی به‌دست می‌آوریم:



$$\Rightarrow \frac{۱}{R_{eq}}=\frac{۱}{R}+\frac{۲}{۳R}=\frac{۵}{۳R}\Rightarrow R_{eq}=\frac{۳R}{۵}=۳\Rightarrow R=۵\Omega$$

Scanned by CamScanner

Ⓑ **۱۱۵- گزینه‌ی ۳** ابتدا مقاومت معادل بین M و N را به‌دست آورده و آن را برابر با ۱۰Ω قرار می‌دهیم:

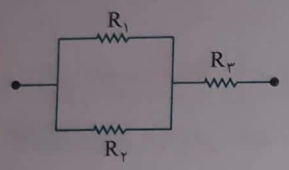


$$\frac{1}{R'}=\frac{1}{R}+\frac{1}{R}+\frac{1}{3}=\frac{3+3+R}{3R}\Rightarrow R'=\frac{3R}{6+R}$$

$$R_{eq}=R'+6+R\Rightarrow 10=\frac{3R}{6+R}+6+R\Rightarrow 4=\frac{3R+R(6+R)}{6+R}$$

$$\Rightarrow 24+4R=3R+6R+R^2\Rightarrow R^2+5R-24=0\Rightarrow (R+8)(R-3)=0\Rightarrow R=3\Omega$$

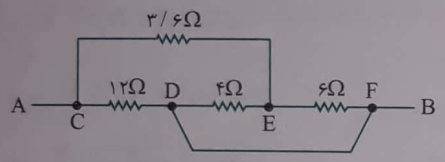
Ⓐ **۱۱۶- گزینه‌ی ۲** با توجه به فرض مسأله:



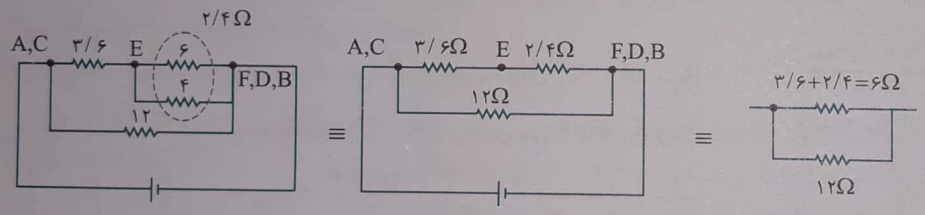
$$R_{AB}=R_1\Rightarrow\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}+R_3=R_1$$

$$R_3=R_1-\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}\Rightarrow R_3=\frac{R_1^2+R_1R_2-R_1R_2}{R_1+R_2}\Rightarrow R_3=\frac{R_1^2}{R_1+R_2}$$

Ⓑ **۱۱۷- گزینه‌ی ۴** در این شکل از نام‌گذاری نقاط استفاده می‌کنیم.



دو نقطه‌ی D و F با یک سیم بدون مقاومت به هم متصل هستند، پس هم پتانسیل‌اند. دو نقطه‌ی A و C با هم، هم‌پتانسیل و دو نقطه‌ی B و F نیز با هم، هم‌پتانسیل هستند. مدار را مجدداً با در نظر گرفتن نقاط هم‌پتانسیل رسم می‌کنیم و دقت می‌کنیم که هر مقاومت بین کدام دو نقطه وصل شده است.

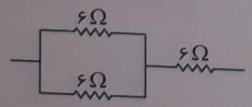


$$\Rightarrow R_{eq}=\frac{12\times 6}{12+6}=4\Omega$$

Ⓐ **۱۱۸- گزینه‌ی ۳** شیب نمودار V-I برابر وارون مقاومت است و هرچه مقاومت کم‌تر باشد، شیب خط بیش‌تر است. وقتی دو مقاومت را با هم موازی می‌بندیم، مقاومت معادل کاهش می‌یابد بنابراین شیب نمودار حاصل باید افزایش یابد و بیش‌تر از هر دو نمودار باشد، پس گزینه‌ی (۳) درست است.

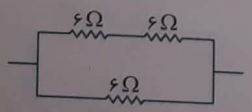
Ⓐ **۱۱۹- گزینه‌ی ۱** اگر سه مقاومت متوالی بسته شوند مقاومت معادل آن‌ها $6+6+6=18\,\Omega$ می‌شود و گزینه‌ی (۴) می‌تواند مقاومت معادل آن باشد. اگر سه مقاومت موازی بسته شوند مقاومت معادل آن‌ها $\frac{6}{3}=2\,\Omega$ می‌شود.

اگر سه مقاومت به‌صورت روبه‌رو بسته شود مقاومت معادل خواهد شد:



$$R_{eq}=\frac{6}{2}+6=9\,\Omega$$

اگر سه مقاومت به‌صورت مقابل بسته شوند مقاومت معادل خواهد شد:

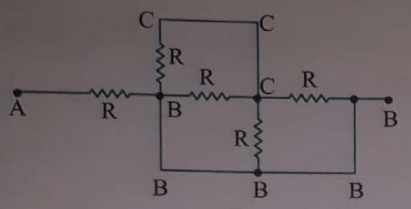


$$\frac{1}{R_{eq}}=\frac{1}{6+6}+\frac{1}{6}\Rightarrow R_{eq}=\frac{12\times 6}{12+6}=4\,\Omega$$

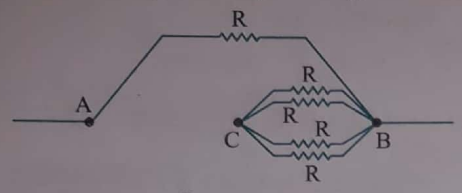
بنابراین گزینه‌ی (۱) نمی‌تواند مقاومت معادل باشد.

Scanned by CamScanner

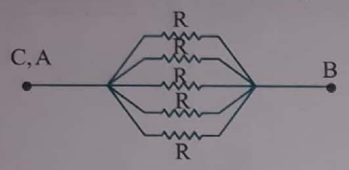
Ⓒ **۱۲۰- گزینه‌ی ۱** نقاطی که با سیم بدون مقاومت به هم متصل هستند در حکم یک نقطه از مدار هستند. تمام گره‌ها را مشخص می‌کنیم.



مدار را پس از نام‌گذاری، مجدداً رسم می‌کنیم. به شکل ایجاد شده خوب دقت کنید. چهار مقاومت بین B و C در مقاومت معادل بین A و B هیچ نقشی ندارند، بین A و B تنها مقاومت R وجود دارد: $R_{eq}=R$



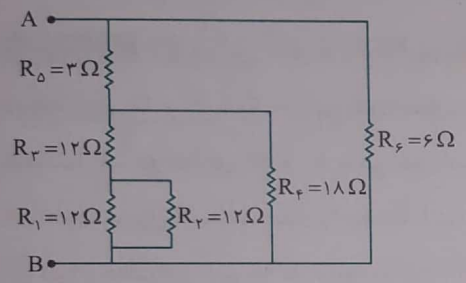
پس از بستن کلید نقطه‌ی A و C یکسان شده و می‌توان شکل روبه‌رو را رسم کرد:



$$R'_{eq}=\frac{R}{۵}$$

بنابراین مقاومت معادل $\frac{۱}{۵}$ برابر حالت اول می‌شود.

Ⓑ **۱۲۱- گزینه‌ی ۱** وقتی کلید K باز است، مدار مطابق شکل روبه‌رو است:



مقاومت $R_۱$ و $R_۲$ موازیند: $R_{۱,۲}=\frac{۱۲}{۲}=۶\,\Omega$

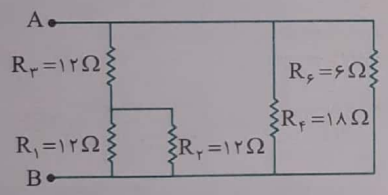
$R_{۱,۲}$ با $R_۳$ سری است: $R_{۱,۲,۳}=۱۲+۶=۱۸\,\Omega$

$R_{۱,۲,۳}$ با $R_۴$ موازی است: $R_{۱۲۳۴}=\frac{۱۸}{۲}=۹\,\Omega$

$R_{۱۲۳۴}$ با $R_۵$ سری است: $R_{۱۲۳۴۵}=۳+۹=۱۲\,\Omega$

$R_{۱۲۳۴۵}$ با $R_۶$ موازی است: $R_{eq}=\frac{۱۲\times۶}{۱۲+۶}\Rightarrow R_{eq}=۴\,\Omega$

وقتی کلید K بسته است، مدار به شکل زیر است:

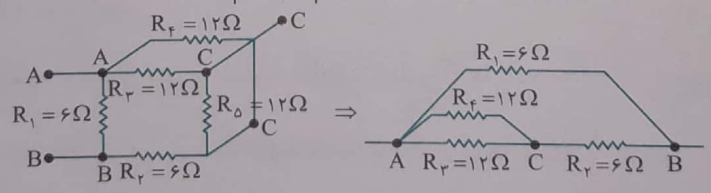


$R_۵=۳\,\Omega$ اتصال کوتاه شده و از مدار حذف می‌شود. مقاومت معادل $R_۱$، $R_۲$ و $R_۳$ مانند قبل بوده و برابر $۱۸\,\Omega$ است و مقاومت‌های $R_۴$ و $R_۶$ و $R_{۱۲۳}$ با هم موازیند:

$$\frac{۱}{R'_{eq}}=\frac{۱}{۱۸}+\frac{۱}{۱۸}+\frac{۱}{۶}\Rightarrow\frac{۱}{R'_{eq}}=\frac{۱+۱+۳}{۱۸}\Rightarrow R'_{eq}=۳/۶\,\Omega$$

تغییر مقاومت برابر خواهد شد با: $R_{eq}-R'_{eq}=۴-۳/۶=۰/۴\,\Omega$

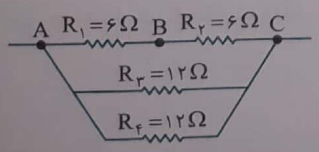
Ⓑ **۱۲۲- گزینه‌ی ۳** ابتدا با نقطه‌گذاری مدار را به شکل ساده‌تری رسم می‌کنیم.



توجه کنید که دو سر مقاومت $R_۵$ به یک گره C متصل است و بنابراین $R_۵$ از مدار حذف می‌شود (اتصال کوتاه)

$$R_{AC}=\frac{۱۲}{۲}=۶\,\Omega\qquad R_{۲۳۴}=R_{AC}+R_{CB}=۶+۶=۱۲\,\Omega\quad,\quad R_{eq_{AB}}=\frac{R_{۲۳۴}\times R_۱}{R_{۲۳۴}+R_۱}=\frac{۱۲\times۶}{۱۲+۶}=۴\,\Omega$$

اکنون مقاومت بین دو نقطه‌ی A و C را با همین روش به‌دست می‌آوریم.



$$\Rightarrow R_{eq_{AC}}=\frac{۱۲}{۳}=۴\,\Omega$$

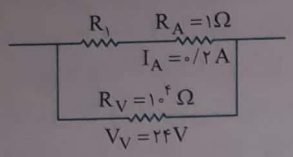
در این‌صورت:

$$\frac{R_{eq_{AB}}}{R_{eq_{AC}}}=\frac{۴}{۴}=۱$$

Scanned by CamScanner

۱۲۳- گزینه‌ی ۱ ولت‌سنج اختلاف پتانسیل دو نقطه از مدار را نشان می‌دهد و به‌طور موازی بین دو نقطه بسته می‌شود و دارای مقاومت خیلی زیاد است. آمپرسنج جریان را اندازه‌گیری می‌کند، پس به‌صورت سری (متوالی) در مدار بسته می‌شود و دارای مقاومت ناچیز است.

۱۲۴- گزینه‌ی ۳ به‌جای آمپرسنج مقاومت 1Ω قرار می‌دهیم که جریان عبوری از آن برابر $0/2A$ است و هم‌چنین به جای ولت‌سنج نیز مقاومت $10^4\Omega$ قرار می‌دهیم که ولتاژ دو سر آن $24V$ باشد.



R_A و R_1 با هم متوالی هستند بنابراین: $I_A=I_1=0/2A$

مقاومت معادل $R_{1,A}$ با مقاومت R_V موازی می‌باشد، بنابراین:

$$V_{1,A}=24V\Rightarrow V_1+V_A=24V\Rightarrow R_1I_1+R_AI_A=24$$

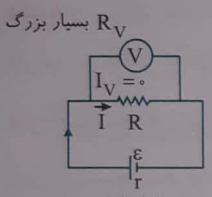
$$0/2\times R_1+0/2=24\Rightarrow 0/2R_1=23/8\Rightarrow R_1=119\Omega$$

۱۲۵- گزینه‌ی ۴ وسایل اندازه‌گیری به گونه‌ای طراحی می‌شوند که وقتی در مدار قرار می‌گیرند یا هنگامی‌که از مدار جدا می‌شوند در کمیت‌های مدار تغییری حاصل نشود.

۱۲۶- گزینه‌ی ۴ آمپرسنج به‌طور سری با مقاومت و ولت‌سنج به‌طور موازی با مقاومت بسته می‌شود.

۱۲۷- گزینه‌ی ۱ اگر ولت‌سنج آرمانیی به طور سری در مدار وصل شود، به دلیل زیاد بودن مقاومت ولت‌سنج، جریان مدار صفر می‌شود. در این حالت، ولت‌سنج نیرو محرکه‌ی باتری را نشان می‌دهد: $\boxed{V=\varepsilon=8V}$

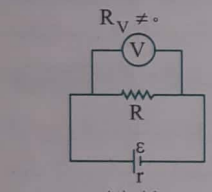
۱۲۸- گزینه‌ی ۴ یک ولت‌سنج مناسب باید دارای مقاومت الکتریکی خیلی بزرگی باشد تا وقتی ولت‌سنج به‌طوری موازی در مدار قرار می‌گیرد، جریانی از آن نگذرد و در جریان مدار اختلالی ایجاد نشود.



شکل (۱)

حال اگر ولت‌سنج شکل (۱) آرمانی نباشد، مقاومت ولت‌سنج با مقاومت R شکل روبه‌رو موازی شده و مقاومت کل مدار در شکل (۲) کوچک‌تر از مقاومت مدار شکل (۱) خواهد بود و جریان مدار نسبت به مدار شکل (۱) افزایش می‌یابد.

$$\uparrow I=\frac{\varepsilon}{\downarrow R_{eq}+r}$$



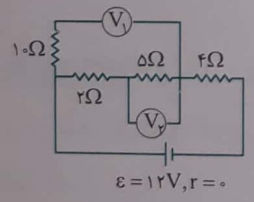
شکل (۲)

افزایش جریان سبب کاهش اختلاف پتانسیل دو سر باتری می‌شود: $\downarrow V=\varepsilon-\uparrow Ir$

در این حالت ولت‌سنج که ولتاژ دو سر باتری را نشان می‌دهد عدد کم‌تری را نشان خواهد داد.

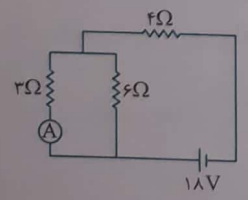
نکته: هرگاه ولت‌سنج و آمپرسنج آرمانی نباشند، عددی که نشان می‌دهند همواره از مقدار واقعی کم‌تر است.

۱۲۹- گزینه‌ی ۲ از شاخه‌ی شامل ولت‌سنج V_1 که متوالی در مدار بسته شده جریانی نمی‌گذرد و مقاومت 10Ω از مدار حذف می‌شود. ولت‌سنج V_2، ولتاژ دو سر مقاومت 5Ω و ولت‌سنج V_1 ولتاژ دو سر مقاومت $2+5=7\Omega$ را نشان می‌دهد. در این صورت:



$$\frac{V_1}{V_2}=\frac{I\times 7}{I\times 5}\Rightarrow\frac{V_1}{V_2}=1/4$$

۱۳۰- گزینه‌ی ۲ در واقع پس از بسته شدن کلید مدار به شکل روبه‌رو است. مقاومت‌های 3Ω و 6Ω موازی هستند و با مقاومت 4Ω متوالی بسته شده‌اند.



$$R_{eq}=4+\frac{3\times 6}{3+6}=6\Omega$$

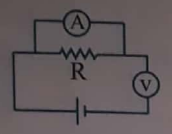
$$I=\frac{18}{6}=3A$$

جریان مدار برابر است با:

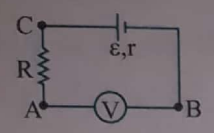
جریان در مقاومت‌های موازی به نسبت وارون مقاومت‌ها تقسیم می‌شود، پس جریان مقاومت 3Ω، $2A$ و جریان مقاومت 6Ω، $1A$ است و آمپرسنج $2A$ را نشان می‌دهد.

Scanned by CamScanner

Ⓒ **۱۳۱- گزینه‌ی ۲** در این حالت، مقاومت ولت‌سنج که بسیار زیاد است، باعث افزایش مقاومت مدار شده و جریان مدار افت شدیدی می‌کند. جریان ناچیز ایجاد شده نیز با رسیدن به مقاومت R و آمپرسنج بیش‌تر از سیمی عبور می‌کند که مقاومت کم‌تری دارد؛ یعنی جریانی که از آمپرسنج عبور می‌کند، بیش‌تر از جریانی است که از مقاومت R عبور می‌کند.



Ⓒ **۱۳۲- گزینه‌ی ۳** ولت‌سنج آرمانی دارای مقاومت بسیار زیاد است و اجازه‌ی عبور جریان الکتریکی از خود را نمی‌دهد و باید در مدار به صورت موازی وصل شود. اگر این وسیله به صورت متوالی در مدار وصل شود، مقاومت مدار را بسیار زیاد می‌کند و جریان مدار ناچیز می‌شود.

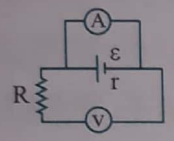


به این ترتیب اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R صفر می‌شود، یعنی پتانسیل دو نقطه‌ی C و A برابر می‌شود. ولت‌سنج به دو نقطه‌ی B و A وصل شده و اختلاف پتانسیل این دو نقطه را نشان می‌دهد. نقطه‌ی C با A هم پتانسیل شده، پس ولت‌سنج اختلاف پتانسیل دو نقطه‌ی B و C یعنی دو سر باتری را نشان می‌دهد.

پس ولت‌سنج تقریباً نیروی محرکه‌ی باتری را نشان می‌دهد.

$$\begin{cases} V=\varepsilon-rI \\ I\simeq 0 \end{cases} \Rightarrow V\simeq\varepsilon$$

آمپرسنج آرمانی، آمپرسنجی است که مقاومت آن ناچیز باشد و به طور متوالی در مدار وصل می‌شود. اگر آن را به طور موازی به مقاومت مدار وصل کنیم، جریان زیادی از آن عبور می‌کند و احتمال سوختن آن زیاد می‌شود.



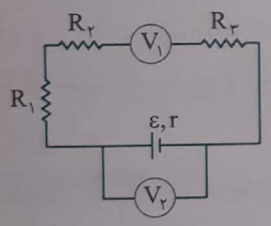
اگر در مدار، آمپرسنج به صورت موازی با باتری نباشد و مدار فقط شامل ولت‌سنجی باشد که اشتباهاً به صورت متوالی وصل شده، ولت‌سنج نیروی محرکه‌ی باتری را نشان می‌دهد.

ولی در این حالت که در سؤال مطرح شده، آمپرسنج و باتری تشکیل یک مدار می‌دهند که جریانی معادل $10=\frac{\varepsilon}{r}=10\,A$ از آن عبور می‌کند، پس آمپرسنج $10\,A$ را نشان می‌دهد. ولت‌سنج نیز قرار است اختلاف پتانسیل دو سر باتری را نشان دهد: $V=\varepsilon-rI=10-1\times10=0$

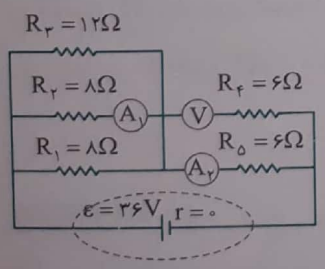
پس ولت‌سنج عدد صفر را نشان می‌دهد.

Ⓑ **۱۳۳- گزینه‌ی ۳** آمپرسنج آرمانی در مدار مانند یک سیم بدون مقاومت عمل می‌کند. بنابراین اختلاف پتانسیل دو سر آن برابر صفر است و عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد، اختلاف پتانسیل دو سر آمپرسنج است که به دلیل آرمانی بودن برابر صفر است.

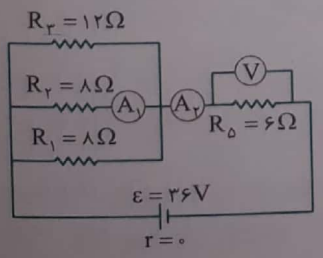
Ⓐ **۱۳۴- گزینه‌ی ۳** ولت‌سنج V_1 با مدار خارجی متوالی بسته شده و جریان مدار صفر است. از این‌رو افت پتانسیل در مولد و تمام مقاومت‌های مدار صفر است و هر دو ولت‌سنج نیروی محرکه‌ی باتری را نشان می‌دهند.



Ⓒ **۱۳۵- گزینه‌ی ۳** ولت‌سنج آرمانی اجازه‌ی عبور جریان را نمی‌دهد و مقاومت $R_4=6\,\Omega$ از مدار حذف می‌شود، دراین حالت ولت‌سنج اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت $R_5=6\Omega$ را نشان می‌دهد.



مدار به‌صورت روبه‌رو خواهد بود. مقاومت معادل مدار به‌دست می‌آوریم:



$$\frac{1}{R_{1,2,3}}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}\Rightarrow\frac{1}{R_{1,2,3}}=\frac{1}{8}+\frac{1}{8}+\frac{1}{12}\Rightarrow R_{1,2,3}=3\,\Omega$$

$$R_{eq}=R_{1,2,3}+R_5=3+6=9\,\Omega$$

Scanned by CamScanner

جریان کل مدار را حساب می‌کنیم:

$$I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}}\Rightarrow I=\frac{۳۶}{۹}=۴A$$

جریان مقاومت $R_۵$ که با باتری متوالی است برابر ۴A بوده و آمپرسنج $A_۲$ عدد ۴A را نشان می‌دهد و ولت‌سنج نیز عدد $V=IR_۵=۴\times۶=۲۴V$ را نشان می‌دهد. اما اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌های $R_۱$، $R_۲$ و $R_۳$ یکسان بوده و برابر است با:

$$V_۱=V_۲=V_۳=۳۶-۲۴=۱۲V$$

در این صورت آمپرسنج $A_۱$ عدد زیر را نشان می‌دهد:

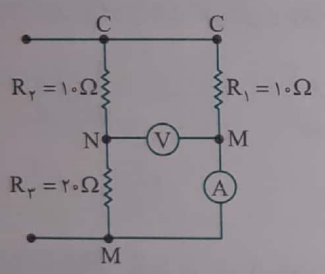
$$I_۱=\frac{V_۲}{R_۲}=\frac{۱۲}{۸}=۱/۵A$$

Ⓒ **۱۳۶- گزینه‌ی ۳** با حذف آمپرسنج یک مقاومت سری از مدار حذف شده و مقاومت مدار کاهش و در نتیجه جریان افزایش می‌یابد. ولت‌سنج، حاصل ضرب مقاومت در جریان را نشان می‌دهد. پس ولت‌سنج عدد بیش‌تری را نشان می‌دهد.

با حذف ولت‌سنج یک مقاومت موازی از مدار حذف و مقاومت مدار افزایش و در نتیجه جریان کاهش می‌یابد. پس آمپرسنج عدد کوچک‌تری را نشان می‌دهد.

اگر جای آن‌ها را عوض کنیم، مقاومت ولت‌سنج که زیاد است، در مدار به‌طور متوالی قرار گرفته و مقاومت مدار بسیار زیاد و در نتیجه جریان مدار بسیار کم می‌شود. پس آمپرسنج عدد کم‌تری را نشان می‌دهد.

Ⓒ **۱۳۷- گزینه‌ی ۴** مقاومت‌های $R_۴$ و $R_۵$ با هم متوالی‌اند و با آمپرسنج موازی می‌باشند (مقاومت آمپرسنج ناچیز است). بنابراین مقاومت‌های $R_۴$ و $R_۵$ اتصال کوتاه می‌شوند.

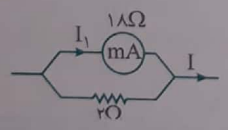


برای سادگی شکل می‌توان ولت‌سنج را حذف کرد و به جای آن اختلاف پتانسیل نقاط M و N را به‌دست آورد. با توجه به مدار آمپرسنج با مقاومت $R_۱$ متوالی بوده و جریان مقاومت $R_۱$ را نشان می‌دهد بنابراین: $V_۱=R_۱I_۱=۱۰\times۰/۶=۶V$

بنابراین ولتاژ دو سر مقاومت $R_۱$ برابر ۶V است و چون مقاومت $R_۱$ با مقاومت معادل $R_۲$ و $R_۳$ موازی می‌باشد بنابراین ولتاژ دو سر مقاومت معادل $R_۲$ و $R_۳$ نیز برابر ۶V است بنابراین: $V_۲+V_۳=۶V\Rightarrow R_۲I+R_۳I=۶V\Rightarrow ۳۰I=۶\Rightarrow I=۰/۲A$

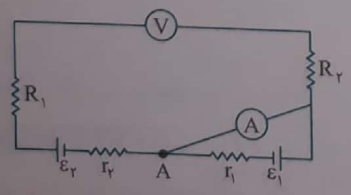
ولتاژ دو سر ولت‌سنج برابر ولتاژ دو سر مقاومت ۲۰ Ω است از این‌رو:

$$V_{\text{ولت‌سنج}}=R_۳I=۲۰\times۰/۲=۴V$$



Ⓐ **۱۳۸- گزینه‌ی ۴** مقاومت آمپرسنج و مقاومت ۲ اهمی با هم موازی و دارای اختلاف پتانسیل برابر هستند.

$$V_۱=V_۲\Rightarrow ۱۸I_۱=۲I_۲\Rightarrow ۹I_۱=I_۲\xrightarrow{I_۱+I_۲=I}۱۰I_۱=I\Rightarrow\frac{I_۱}{I}=\frac{۱}{۱۰}$$

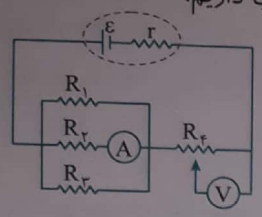


Ⓐ **۱۳۹- گزینه‌ی ۴** مقاومت آمپرسنج آرمانی ناچیز می‌باشد، بنابراین تمام جریانی که به نقطه‌ی A می‌رسد از شاخه آمپرسنج می‌گذرد. در واقع نیرو محرکه $\varepsilon_۱$ و مقاومت درونی آن $r_۱$ اتصال کوتاه می‌شوند و از مدار حذف خواهند شد، حال چون ولت‌سنج به‌صورت متوالی با نیرو محرکه‌ی $\varepsilon_۲$ و $r_۲$ بسته شده است، بنابراین جریانی از مدار عبور نمی‌کند و آمپرسنج عدد صفر را نشان می‌دهد. ولت‌سنج، ولتاژ دو سر باتری $\varepsilon_۲$ را نشان می‌دهد.

$$V=\varepsilon_۲-Ir_۲\xrightarrow{I=۰}V=\varepsilon_۲$$

Scanned by CamScanner

Ⓑ **۱۴۰- گزینه‌ی ۱** از شاخه‌ی شامل ولت‌سنج جریانی عبور نمی‌کند، بنابراین با حرکت لغزنده به سمت چپ در مقاومت کل مدار تغییری ایجاد نمی‌شود، بنابراین جریان کل مدار و تک‌تک مقاومت‌ها ثابت می‌ماند. عددی که ولت‌سنج می‌خواند برابر اختلاف پتانسیل قسمتی از مقاومت $R_۴$ است که در دو سر ولت‌سنج قرار می‌گیرد با حرکت لغزنده به سمت چپ داریم:



$$A'B > AB \Rightarrow R'_۴ > R_۴$$

با توجه به قانون اهم $V = IR$ و با توجه به آنچه بالا گفته شد I ثابت می‌ماند و با توجه به شکل بالا R افزایش می‌یابد

$V = IR \uparrow \Rightarrow$ ولتاژ زیاد می‌شود

Ⓐ **۱۴۱- گزینه‌ی ۳** باید از مجموعه‌ی مقاومت‌ها جریان ۱۵A بگذرد، بنابراین مقاومت معادل برابر است با:

$$R_{eq} = \frac{V}{I} \Rightarrow R_{eq} = \frac{۱۲۰}{۱۵} = ۸\Omega$$

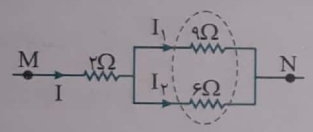
بنابراین کافی است تعداد ۵ مقاومت ۴۰Ω را به شکل موازی به برق ۱۲۰ ولتی متصل کنیم.

Ⓐ **۱۴۲- گزینه‌ی ۴** در مقاومت‌های موازی اختلاف پتانسیل‌ها با هم برابر است. مقاومت درونی باتری ناچیز است. از این‌رو در گزینه‌ی (۴) ولتاژ دو سر لامپ‌ها تقریباً با ولتاژ دو سر لامپ مدار در حالت اول برابر بوده و شدت نور لامپ یکسان است.

Ⓑ **۱۴۳- گزینه‌ی ۲** ابتدا مقاومت معادل مدار را به‌دست آورده، سپس به کمک آن جریان کل مدار (I) را به‌دست می‌آوریم.

$$V_{MN} = R_{eq} I \Rightarrow ۲۸ = (۲ + \frac{۱۸}{۵}) I \Rightarrow I = ۵A$$

دو مقاومت ۶Ω و ۹Ω موازی و ولتاژ دو سر آن‌ها برابر بوده و جریان I بین آن‌ها تقسیم می‌شود.

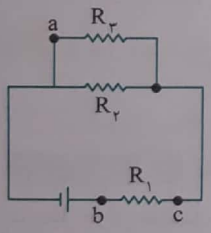


$$R_{۶,۹} = \frac{۹ \times ۶}{۹ + ۶} = \frac{۱۸}{۵}\Omega$$

$$\begin{cases} ۹I_۱ = ۶I_۲ \\ I_۱ + I_۲ = I \end{cases} \Rightarrow I_۱ = ۲A \quad , \quad I_۲ = ۳A$$

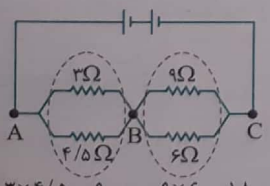
Ⓑ **۱۴۴- گزینه‌ی ۲** با حرکت از پایانه‌ی مثبت، پتانسیل الکتریکی نقاط کاهش می‌یابد از این رو:

$$V_b > V_c > V_a$$



بنابراین گزینه‌ی (۲) درست است.

Ⓑ **۱۴۵- گزینه‌ی ۲** در شاخه‌های سری AB و BC جریان‌ها برابر است و نسبت ولتاژها برابر با نسبت مقاومت‌ها است.



$$\frac{۳ \times ۴/۵}{۳ + ۴/۵} = \frac{۹}{۵}\Omega \qquad \frac{۹ \times ۶}{۹ + ۶} = \frac{۱۸}{۵}\Omega$$

$$\frac{V_{BC}}{V_{AB}} = \frac{R_{BC} I}{R_{AB} I} = \frac{\frac{۱۸}{۵}}{\frac{۹}{۵}} = ۲$$

Ⓐ **۱۴۶- گزینه‌ی ۲** در مداری جریان کم‌تر است که مقاومت بیش‌تری داشته باشد.

در مدار (۱) مقاومت معادل $\frac{R}{۳}$، در مدار (۲) مقاومت معادل ۳R، در مدار (۳) مقاومت معادل $\frac{۳R}{۲}$ و در مدار (۴) مقاومت معادل $\frac{۲R}{۳}$ است. بنابراین مقاومت مدار (۲) از بقیه بیش‌تر و جریان آن از بقیه کم‌تر است.

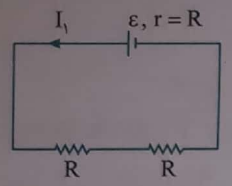
Scanned by CamScanner

Ⓑ **۱۴۷- گزینه‌ی ۳** در هر سه شکل، ولت‌سنج اختلاف پتانسیل دو سر باتری، یعنی $\varepsilon - Ir$ را نشان می‌دهد و چون مقاومت درونی باتری ناچیز است $(r=0)$، ولت‌سنج‌ها مقدار ε را نشان می‌دهند.

اگر مقاومت درونی باتری ناچیز نباشد، در حالتی اختلاف پتانسیل دو سر باتری بیش‌تر است که جریان کم‌تری در مدار وجود داشته باشد و چنین حالتی وقتی امکان‌پذیر است که مقاومت مدار بیش‌تر باشد. بین این سه گزینه مقاومت معادل مدار (۲) از بقیه بیش‌تر است:

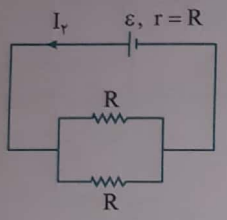
$$R_{eq_1}=\frac{3R}{2}\ ,\ R_{eq_2}=3R\ ,\ R_{eq_3}=\frac{R}{3}$$

Ⓐ **۱۴۸- گزینه‌ی ۲** در حالت اول مدار مطابق شکل روبه‌رو است و جریان مدار برابر است با:



$$I_1=\frac{\varepsilon}{3R}$$

در حالت دوم، مدار مطابق شکل روبه‌رو است و جریان مدار برابر است با:



$$I_2=\frac{\varepsilon}{\frac{R}{2}+R}\Rightarrow I_2=\frac{2\varepsilon}{3R}\Rightarrow I_2=2I_1\Rightarrow I_2=2\times 0/5=1\,A$$

نکته: مقاومت خارجی مدار همواره با مقاومت درونی باتری متوالی است.

Ⓑ **۱۴۹- گزینه‌ی ۱** دو سیم مسی بوده و مقاومت ویژه‌ی آن‌ها یکسان است و طول دو سیم برابر بوده و قطر سیم B، $\frac{3}{2}$ برابر قطر سیم A است. در شاخه‌های موازی ولتاژها با هم برابر است:

$$V_A=V_B\Rightarrow I_AR_A=I_BR_B\Rightarrow\frac{I_B}{I_A}=\frac{R_A}{R_B}\quad(1)$$

مقاومت R با مجذور قطر نسبت وارون دارد:

$$R=\rho\frac{1}{A}\Rightarrow\frac{R_A}{R_B}=(\frac{D_B}{D_A})^2\Rightarrow\frac{R_A}{R_B}=(\frac{3}{2})^2\Rightarrow\frac{R_A}{R_B}=\frac{9}{4}\quad(2)$$

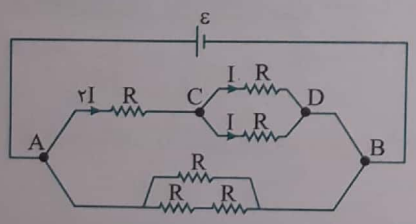
از رابطه‌های (۱) و (۲) خواهیم داشت:

$$\frac{I_B}{I_A}=\frac{9}{4}\Rightarrow I_B=\frac{9}{4}I_A$$

از طرفی داریم $I_A+I_B=2/6\,A$:

$$I_A+\frac{9}{4}I_A=2/6\Rightarrow\frac{13I_A}{4}=2/6\Rightarrow I_A=0/8\,A$$

Ⓑ **۱۵۰- گزینه‌ی ۲** **راه‌حل اول:** جریان هر یک از مقاومت‌های R بین C و D را I می‌گیریم. جریان بین نقطه‌ی A و C، 2I می‌شود. شاخه‌ی بالا و پایین با هم موازی هستند و V_{AB} ولتاژ دو سر هر دو شاخه است.



$$R_{CD}=\frac{R}{2}$$

مقاومت شاخه‌ی بالایی $R_{AB}=R+R_{CD}=\frac{3R}{2}$

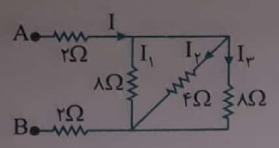
$$\begin{cases}V_{CD}=RI=V\\ V_{AB}=R_{AB}\times 2I=\frac{3R}{2}\times 2I=3RI\end{cases}\Rightarrow V_{AB}=3V$$

راه‌حل دوم: در مقاومت‌های سری ولتاژها با هم جمع می‌شوند. از طرفی مقاومت CD برابر با $\frac{R}{2}$ است و مقاومت بین A و B در شاخه‌ی بالا برابر با $R+\frac{R}{2}=\frac{3R}{2}$ است. در مقاومت‌های سری ولتاژ با مقاومت رابطه‌ی مستقیم دارد. پس:

$$\frac{V_{AB}}{V_{CD}}=\frac{\frac{3R}{2}}{\frac{R}{2}}=3\Rightarrow V_{AB}=3V_{CD}=3V$$

Scanned by CamScanner

Ⓑ **۱۵۱- گزینه‌ی ۲** سه مقاومت 8Ω، 4Ω و 8Ω موازی هستند و مقاومت معادل آن‌ها 2Ω می‌شود.



بنابراین مقاومت معادل کل مدار برابر می‌شود با:

$$R_{eq}=2+2+2=6\,\Omega$$

جریان مدار را به‌دست می‌آوریم:

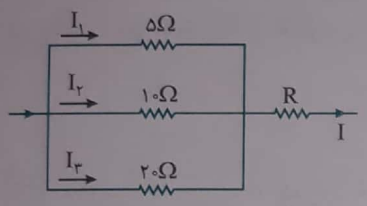
$$I=\frac{V_T}{R_{eq}}=\frac{9}{6}=1/5A$$

در مقاومت‌های موازی، ولتاژ دو سر مقاومت‌ها برابر است، از این‌رو:

$$8I_1=8I_3=4I_2\Rightarrow I_1=I_3=0/5I_2$$

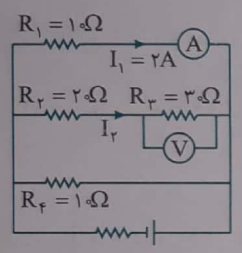
$$I_1+I_2+I_3=I=1/5\Rightarrow 0/5I_2+I_2+0/5I_2=1/5\Rightarrow I_2=0/75A$$

Ⓐ **۱۵۲- گزینه‌ی ۴** سه مقاومت موازیند و اختلاف پتانسیل دو سر هر یک از آن‌ها برابر ۱۰ ولت است. بنابراین:



$$\begin{cases} I_1=\frac{10}{5}=2A \\ I_2=\frac{10}{10}=1A \xrightarrow{I=I_1+I_2+I_3} I=3/5A \\ I_3=\frac{10}{20}=0/5A \end{cases}$$

Ⓑ **۱۵۳- گزینه‌ی ۴** مقاومت R_1 با معادل دو مقاومت R_3 و R_2 موازی است و ولتاژ این دو شاخه یکسان است.

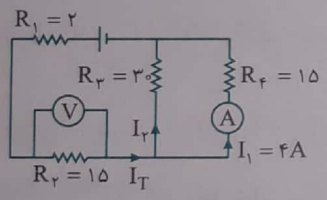


$$R_1I_1=(R_2+R_3)I_2\Rightarrow 10\times 2=(20+30)I_2\Rightarrow I_2=0/4A$$

ولت‌سنج، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_3 را نشان می‌دهد:

$$V=R_3I_2=30\times 0/4\Rightarrow V=12V$$

Ⓑ **۱۵۴- گزینه‌ی ۴** با توجه به موازی بودن R_3 و R_4 جریان I_2 را به‌دست می‌آوریم:



$$I_2R_3=I_1R_4\Rightarrow 30I_2=15\times 4\Rightarrow I_2=2A$$

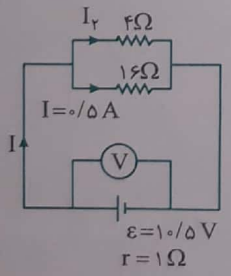
با توجه به تقسیم جریان در شاخه‌های موازی جریان کل مدار برابر است با:

$$I_T=I_1+I_2=4+2=6A$$

ولت‌سنج، اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر مقاومت ۱۵ اهمی را نشان می‌دهد:

$$V=15I_T=15\times 6=90V$$

Ⓑ **۱۵۵- گزینه‌ی ۲** ابتدا جریان مدار را محاسبه می‌کنیم. دو مقاومت ۴ و ۱۶ اهمی موازی هستند.



$$V_1=V_2\Rightarrow 16I_1=4I_2\Rightarrow 16\times 0/5=4I_2\Rightarrow I_2=2A$$

$$I=I_1+I_2=2+0/5=2/5A$$

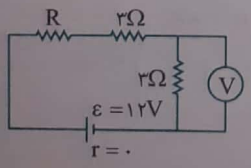
اکنون اختلاف پتانسیل دو سر باتری را به‌دست می‌آوریم:

$$V=\varepsilon-Ir=10/5-2/5\times 1\Rightarrow V=8V$$

توجه کنید که ولت‌سنج موازی با هر یک از مقاومت‌ها است، بنابراین می‌توان نوشت:

$$V=0/5\times 16=8V$$

Ⓐ **۱۵۶- گزینه‌ی ۲** با توجه به عدد ولت‌سنج، جریان عبوری از مدار محاسبه می‌شود:



$$I=\frac{V}{R}\Rightarrow I=\frac{4/5}{3}=1/5A$$

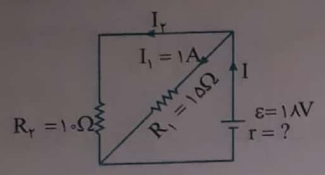
هر سه مقاومت متوالی هستند:

$$R_T=3+3+R=6+R$$

$$I=\frac{\varepsilon}{r+R_T}\Rightarrow 1/5=\frac{12}{0+6+R}\Rightarrow R=2\Omega$$

Scanned by CamScanner

۱۵۷- گزینه‌ی ۱ دو مقاومت ۱۵ و ۱۰ اهمی موازی هستند:



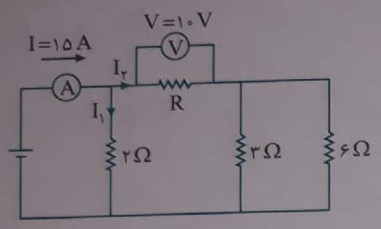
$V_2=V_1 \Rightarrow 10I_2=15I_1 \Rightarrow 10I_2=15\times1 \Rightarrow I_2=1/5A$

جریان کل مدار برابر می‌شود با: $I=I_1+I_2=1+1/5=2/5A$

مقاومت معادل مدار برابر است با: $R_{eq}=\frac{10\times15}{10+15}=\frac{150}{25}=6\Omega$

اکنون می‌توان مقاومت درونی را به‌دست آورد: $I=\frac{\varepsilon}{r+R_{eq}} \Rightarrow 2/5=\frac{18}{r+6} \Rightarrow r=1/2\Omega$

۱۵۸- گزینه‌ی ۲ بنا بر قاعده انشعاب داریم:



$I=I_1+I_2 \Rightarrow I_1+I_2=15A$ (۱)

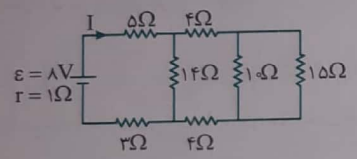
از طرفی: $V_1=V_R+V_{3,6}$

$I_1\times2=10+I_2(\frac{3\times6}{3+6}) \Rightarrow 2I_1=10+2I_2 \Rightarrow I_1-I_2=5A$ (۲)

از رابطه‌های (۱) و (۲) می‌توان نوشت: $\begin{cases} I_1+I_2=15A \\ I_1-I_2=5A \end{cases} \Rightarrow I_1=10A\ ,\ I_2=5A$

اکنون با استفاده از قانون اهم داریم: $R=\frac{V}{I}=\frac{10}{5}=2\Omega$

۱۵۹- گزینه‌ی ۴ ابتدا مقاومت معادل مدار را به‌دست می‌آوریم: ۱۰ و ۱۵ موازی $\Rightarrow 6\Omega$



دو مقاومت 4Ω با مقاومت معادل 10Ω و 15Ω سری است:

۴ و ۶ و ۴ سری $\Rightarrow 14\Omega$

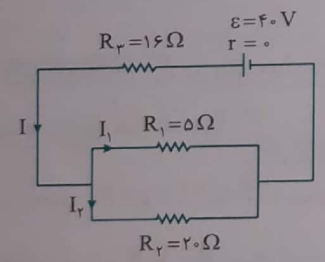
۱۴ و ۱۴ موازی $\Rightarrow 7\Omega$

۵ و ۷ و ۳ سری $\Rightarrow R_{eq}=15\Omega$

$I=\frac{\varepsilon}{r+R_{eq}}=\frac{8}{1+15}=0/5A$

این جریان بین دو مقاومت ۱۴ اهمی موازی، به طور یکسان تقسیم می‌شود و بنابراین از هر مقاومت ۱۴ اهمی، جریان $0/25A$ عبور می‌کند.

۱۶۰- گزینه‌ی ۲ مدار را ساده‌تر می‌کنیم، مقاومت‌های 20Ω و 5Ω موازی بوده و معادل آن با مقاومت 16Ω سری است. مقاومت معادل را به‌دست می‌آوریم:



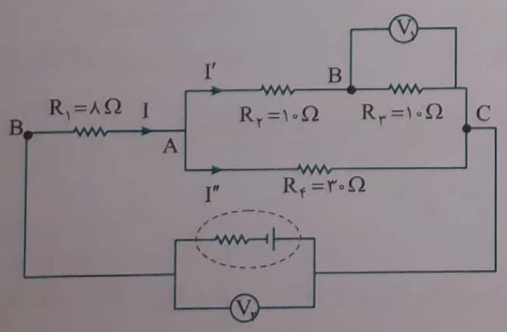
$R_{eq}=\frac{5\times20}{5+20}+16=4+16 \Rightarrow R_{eq}=20\Omega$

جریان مدار برابر است با: $I=\frac{\varepsilon}{R+r} \Rightarrow I=\frac{40}{20+0} \Rightarrow I=2A$

در شاخه‌های موازی ولتاژها برابر است:

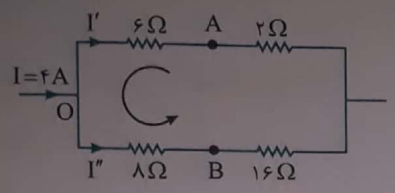
$V_1=V_2 \Rightarrow 5I_1=20I_2 \Rightarrow I_2=\frac{1}{4}I_1 \xrightarrow{I=I_1+I_2} 2=I_1+\frac{I_1}{4} \Rightarrow I_1=\frac{8}{5}=1/6A$

۱۶۱- گزینه‌ی ۱ ولتاژ دو سر مقاومت $R_3=10\Omega$ برابر $15V$ و جریان آن $I'=\frac{15}{10}=1/5A$ می‌باشد. ولتاژ دو سر R_2 نیز $V_{AB}=10\times1/5=15V$ است و ولتاژ AC برابر $V_{AC}=15+15=30V$ می‌شود. در این صورت جریان مقاومت $R_4=30\Omega$ نیز برابر $I''=\frac{30}{30}=1A$ بوده و جریان مدار $I=I'+I''=1+1/5=2/5A$ است. در این صورت چون ولت‌سنج موازی شاخه‌ی بالایی است، خواهیم داشت: $V_2=(2/5\times8)+30=50V$



Scanned by CamScanner

۱۶۲- گزینه‌ی ۳ شاخه‌ی بالایی با مقاومت $۶+۲=۸\,\Omega$ و شاخه‌ی پایینی با مقاومت $۸+۱۶=۲۴\,\Omega$ با هم موازی بوده و ولتاژ آن‌ها با هم برابر است: $۸I'=۲۴I''\Rightarrow I'=۳I''$



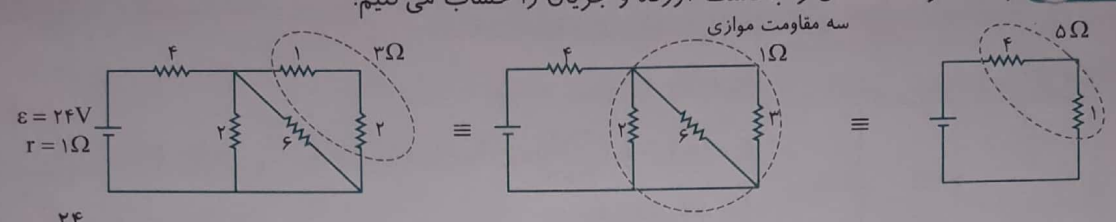
از طرفی داریم: $I=I'+I''\Rightarrow ۴=۳I''+I''\Rightarrow I''=۱A\ ,\ I'=۳A$

اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ۶Ω و $۸\,\Omega$ را به‌دست می‌آوریم:

$$V_{OA}=۳\times۶=۱۸V\ ,\ V_{OB}=۱\times۸=۸V$$

در این صورت اختلاف پتانسیل بین A و B برابر $۱۸-۸=۱۰V$ است.

۱۶۳- گزینه‌ی ۱ ابتدا مقاومت معادل را به‌دست آورده و جریان را حساب می‌کنیم:

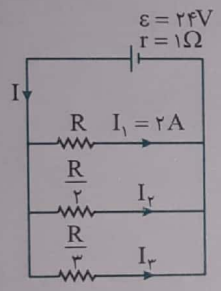


$$I=\frac{\varepsilon}{r+R_{eq}}=\frac{۲۴}{۱+۵}=۴\,A$$

اکنون مدت زمانی که این مدار می‌تواند کار کند را حساب می‌کنیم:

$$q=It\Rightarrow ۱۰۰=۴t\Rightarrow t=۲۵\,h$$

۱۶۴- گزینه‌ی ۱ مقاومت‌های R و $\frac{R}{۲}$ و $\frac{R}{۳}$ با هم موازی هستند و اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها با هم برابر است.



$$RI_۱=\frac{R}{۲}I_۲\Rightarrow R\times۲=\frac{R}{۲}\times I_۲\Rightarrow I_۲=۴A$$

$$RI_۱=\frac{R}{۳}I_۳\Rightarrow R\times۲=\frac{R}{۳}\times I_۳\Rightarrow I_۳=۶A$$

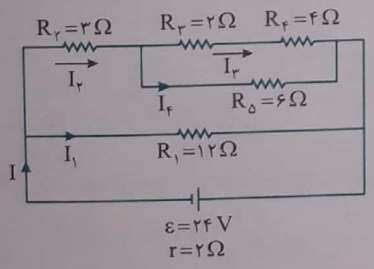
با توجه به تقسیم جریان در مقاومت‌های موازی، جریان کل مدار برابر است با:

$$I=I_۱+I_۲+I_۳=۲+۴+۶\Rightarrow I=۱۲A$$

مقاومت معادل برابر است با: $\frac{۱}{R_{eq}}=\frac{۱}{R}+\frac{۲}{R}+\frac{۳}{R}\Rightarrow R_{eq}=\frac{R}{۶}$

با توجه به جریان مدار داریم: $I=\frac{\varepsilon}{r+R_{eq}}\Rightarrow ۱۲=\frac{۲۴}{۱+\frac{R}{۶}}\Rightarrow R=۶\Omega$

۱۶۵- گزینه‌ی ۲ در واقع مدار به شکل روبه‌رو است که در آن مقاومت $۲\,\Omega$ و $۴\,\Omega$ با هم سری هستند: $R_{۳,۴}=۲+۴=۶\,\Omega$

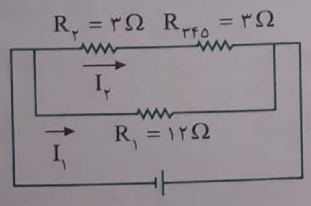


و معادل $۲\,\Omega$ و $۴\,\Omega$ با $۶\,\Omega$ موازی است: $R_{۳۴۵}=\frac{۶}{۲}=۳\,\Omega$

مقاومت $R_{۳۴۵}$ با $R_۲$ سری است: $R_{۲۳۴۵}=۳+۳=۶\,\Omega$

و مقاومت کل برابر خواهد شد با: $R_{eq}=\frac{۶\times۱۲}{۶+۱۲}=۴\,\Omega$

جریان مدار برابر است با: $I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}\Rightarrow I=\frac{۲۴}{۴+۲}\Rightarrow I=۴\,A$



با توجه به مقدار مقاومت‌ها، از شاخه‌ی بالایی، جریانی دو برابر شاخه‌ی پایینی می‌گذرد:

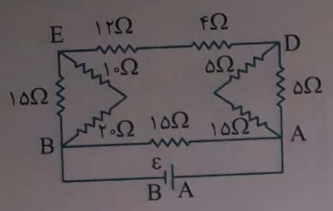
$$\begin{cases} I=I_۱+I_۲ \\ ۶I_۲=۱۲I_۱ \end{cases}\Rightarrow I_۱=\frac{۴}{۳}A\ ,\ I_۲=\frac{۸}{۳}A$$

شاخه‌ی $R_۵=۶\,\Omega$ و $R_{۳,۴}=۲+۴=۶\,\Omega$ دارای جریان‌های یکسان هستند، از این‌رو:

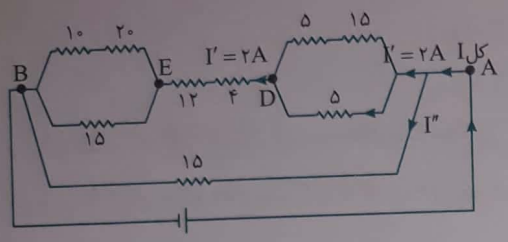
$$I_{۳,۴}=I_۵=\frac{\frac{۸}{۳}}{۲}=\frac{۴}{۳}A$$

Scanned by CamScanner

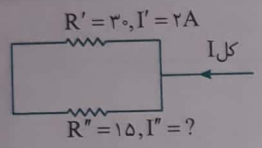
۱۶۶- گزینه‌ی ۴ جریانی که از مولد می‌گذرد جریان کل است. قرار است از روی جریان یک مقاومت (4Ω) به جریان کل برسیم.



نام‌گذاری می‌کنیم تا مدار ساده‌تر شود. این مدار از دو شاخه‌ی موازی تشکیل شده است.



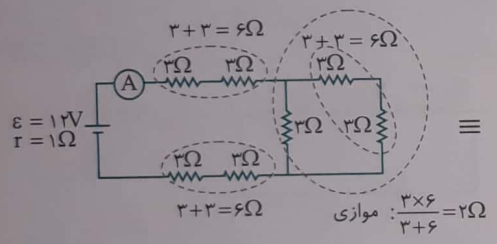
جریان مقاومت 4Ω همان I' یا جریان شاخه‌ی بالا می‌باشد. از روی I' جریان I'' را محاسبه می‌کنیم. برای این منظور باید در هر شاخه یک مقاومت داشته باشیم. پس معادل مقاومت‌های شاخه‌ی بالا سپس جریان کل را حساب می‌کنیم:



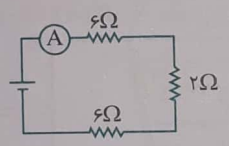
$$R''=\frac{1}{2}R'\Rightarrow I''=2I'\Rightarrow I''=4A$$

$$I_T=I'+I''=6A$$

۱۶۷- گزینه‌ی ۴ آمپرسنج، جریان اصلی مدار را نشان می‌دهد. پس باید مقاومت معادل مدار را محاسبه کنیم:



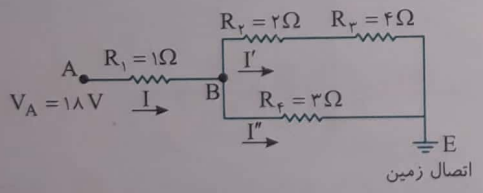
≡



$$R_{eq}=6+2+6=14\Omega$$

$$I=\frac{\varepsilon}{r+R_{eq}}=\frac{12}{1+14}=\frac{4}{5}A$$

۱۶۸- گزینه‌ی ۳ شکل مدار را به صورت ساده‌تری رسم می‌کنیم. ابتدا مقاومت معادل مدار را حساب می‌کنیم:



$$R_{2,3}=2+4=6\,\Omega\ ,\ R_{2,3,4}=\frac{6\times3}{6+3}=2\,\Omega$$

$$R_{eq}=R_1+R_{2,3,4}\Rightarrow R_{eq}=1+2=3\,\Omega$$

جریان کل مدار را به‌دست می‌آوریم (پتانسیل A یعنی اختلاف پتانسیل نقطه‌ی A با زمین):

$$I=\frac{V}{R_{eq}}\Rightarrow I=\frac{18}{3}=6A$$

ولتاژ دو سر شاخه‌های موازی با هم برابر است.

$$V_{2,3}=V_4\Rightarrow I'(R_2+R_3)=I''(R_4)\Rightarrow 6I'=3I''\Rightarrow I''=2I'$$

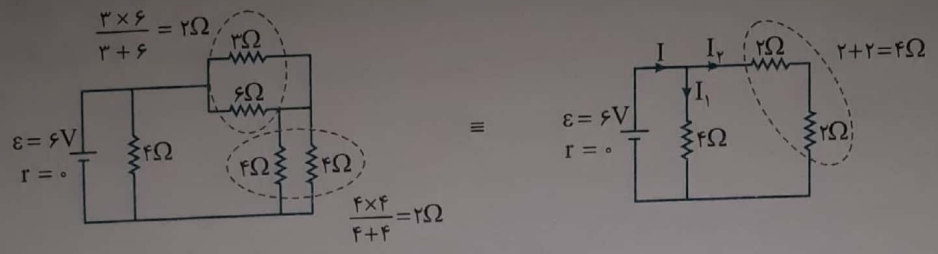
از طرفی داریم:

$$I=I'+I''\Rightarrow 6=2I'+I'\Rightarrow I'=2A$$

جریان مقاومت 4Ω، $2A$ است.

Scanned by CamScanner

Ⓐ **۱۶۹- گزینه‌ی ۱** ابتدا مقاومت معادل مدار را با توجه به شکل‌های رسم شده به‌دست آورده، سپس جریان مدار را محاسبه می‌کنیم:



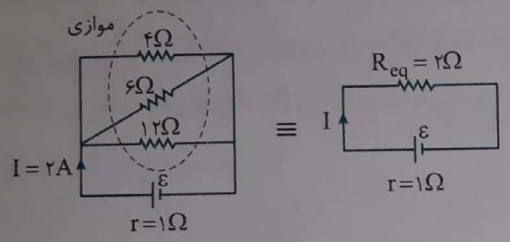
$$\Rightarrow R_{eq}=\frac{۴\times۴}{۴+۴}=۲\Omega\ ,\ I=\frac{\varepsilon}{r+R_{eq}}=\frac{۶}{۲}=۳A$$

جریان مدار که ۳A است، بین دو مقاومت موازی ۴ اهمی به طور مساوی تقسیم می‌شود. $(I_۱=I_۲=۱/۵A)$

جریان ۱/۵A به دو مقاومت ۳ و ۶ اهمی موازی می‌رسد و به نسبت وارون مقاومت‌ها از آن‌ها عبور می‌کند.

$$I_۶=\frac{۳}{۳+۶}I_۱=\frac{۳}{۳+۶}\times۱/۵=۰/۵A$$

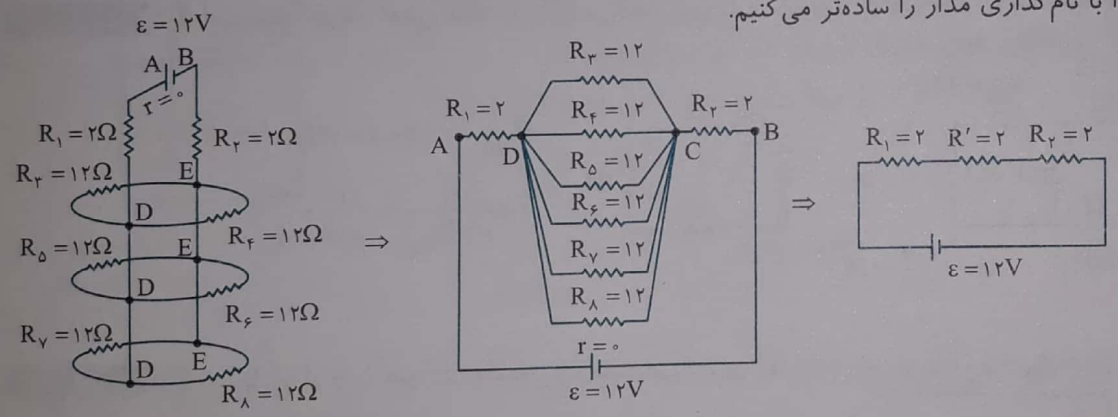
Ⓐ **۱۷۰- گزینه‌ی ۱** با به‌دست آوردن مقاومت معادل مدار، مدار به شکل ساده‌تری درمی‌آید.



$$\frac{۱}{R_{eq}}=\frac{۱}{۴}+\frac{۱}{۶}+\frac{۱}{۱۲}\Rightarrow R_{eq}=۲\Omega$$

$$I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r_{eq}}\Rightarrow ۲=\frac{\varepsilon}{۱+۲}\Rightarrow ۲=\frac{\varepsilon}{۳}\Rightarrow \varepsilon=۶V$$

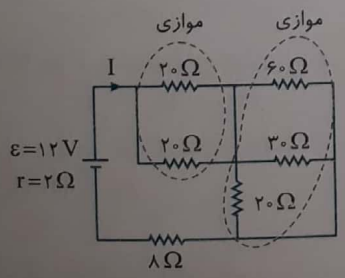
Ⓑ **۱۷۱- گزینه‌ی ۲** ابتدا با نام‌گذاری مدار را ساده‌تر می‌کنیم.



$$R'=R_{۳,۴,۵,۶,۷,۸}=\frac{R}{۶}=\frac{۱۲}{۶}=۲\Omega \qquad R_{eq}=R_۱+R'+R_۲=۶\Omega \qquad I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+\underbrace{r}_{۰}}=\frac{۱۲}{۶}=۲A$$

جریان ۲A، بین ۶ مقاومت موازی به طور مساوی تقسیم می‌شود، بنابراین از هر کدام $\frac{۱}{۳}$ آمپر عبور می‌کند. یعنی جریان مقاومت $R_۳$ برابر $\frac{۱}{۳}A$ است.

Ⓑ **۱۷۲- گزینه‌ی ۳** مقاومت‌های ۲۰Ω، ۳۰Ω و ۶۰Ω موازیند:



$$\frac{۱}{R'}=\frac{۱}{۶۰}+\frac{۱}{۳۰}+\frac{۱}{۲۰}\Rightarrow R'=۱۰\Omega$$

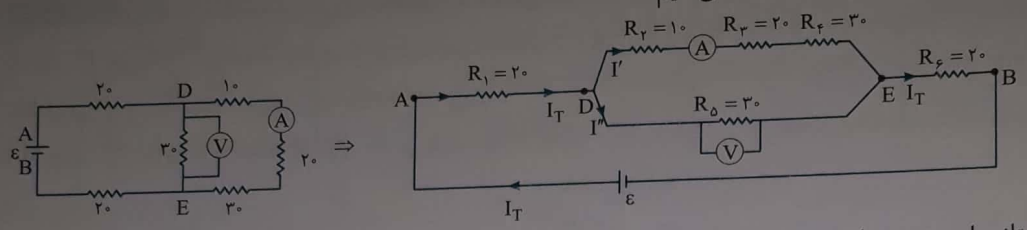
مقاومت‌های ۲۰Ω و ۲۰Ω با هم موازیند: $R''=\frac{۲۰}{۲}=۱۰\Omega$

مقاومت معادل مدار برابر است با: $R_{eq}=۱۰+۱۰+۸=۲۸\Omega$

جریان مدار را به‌دست می‌آوریم: $I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}\Rightarrow I=\frac{۱۲}{۲۸+۲}\Rightarrow I=۰/۴A$

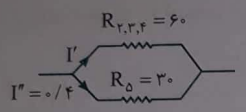
Scanned by CamScanner

۱۷۳- گزینه‌ی ۱ (B) ابتدا مدار را با نام‌گذاری ساده می‌کنیم:



ولت‌سنج اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_5 را نشان می‌دهد که با استفاده از رابطه‌ی $V=RI$ جریان آن (I'') را محاسبه می‌کنیم: $V=R_5I''\Rightarrow ۱۲=۳۰I''\Rightarrow I''=۰/۴A$

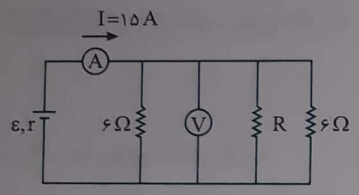
حالا از روی جریان I'' جریان I' که همان عدد آمپرسنج است را محاسبه می‌کنیم.



ابتدا بین R_2، R_3 و R_4 معادل می‌گیریم. $R_{2,3,4}$ دو برابر R_5 می‌باشد، بنابراین I' نصف I'' خواهد بود:

$$I'=\frac{۱}{۲}\times ۰/۴=۰/۲A$$

۱۷۴- گزینه‌ی ۳ (B) در شکل روبه‌رو آمپرسنج جریان کل مدار و ولت‌سنج نیز ولتاژ دو سر مدار (باتری) را نشان می‌دهد. در نتیجه می‌توان مقاومت کل مدار را به‌دست آورد:



$$R_{eq}=\frac{V}{I}=\frac{۳۰}{۱۵}\Rightarrow R_{eq}=۲\Omega$$

از طرفی مقاومت‌های ۶Ω، R و ۶Ω با هم موازیند:

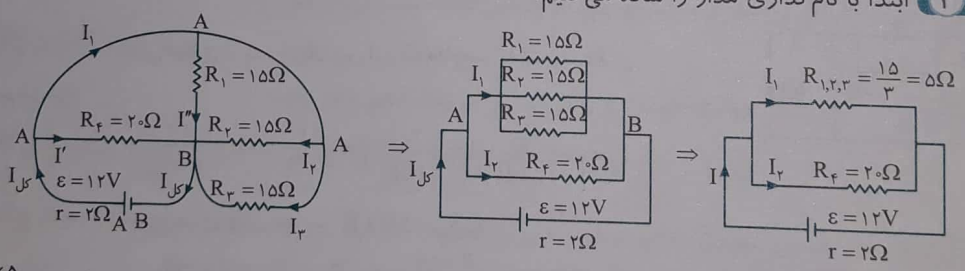
$$\frac{۱}{R_{eq}}=\frac{۱}{۶}+\frac{۱}{R}+\frac{۱}{۶}\Rightarrow\frac{۱}{۲}=\frac{۱}{۶}+\frac{۱}{R}+\frac{۱}{۶}\Rightarrow R=۶\Omega$$

۱۷۵- گزینه‌ی ۲ (A) اگر مقاومت مجموعه‌ی ☐ را با R' نمایش دهیم، داریم: $R_{eq}=R'+۱۰$

$$V=\varepsilon-rI=R_{eq}I\Rightarrow ۱۰۰=(R'+۱۰)\times ۴\Rightarrow R'=۱۵\Omega$$

مقاومت معادل گزینه‌ی (۲)، ۱۵ اهم است.

۱۷۶- گزینه‌ی ۳ (B) ابتدا با نام‌گذاری مدار را ساده می‌کنیم:



$$\begin{cases} R_{eq}=\dfrac{۲۰\times ۵}{۲۰+۵}=۴\Omega \\ I=\dfrac{\varepsilon}{R_{eq}+r}=\dfrac{۱۲}{۴+۲}=۲A \end{cases}$$

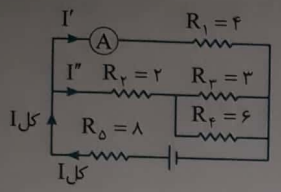
با توجه به شکل ساده شده، I_1 جریانی است که از مقاومت $R_{1,2,3}$ می‌گذرد. مقاومت $R_{1,2,3}$ و مقاومت R_4 موازی هستند و اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها با هم برابر است.

$$V_{1,2,3}=V_4\Rightarrow I_1\times R_{1,2,3}=I_2\times R_4\Rightarrow I_1\times ۵=I_2\times ۲۰\Rightarrow I_1=۴I_2\Rightarrow I_2=\frac{I_1}{۴}$$

از طرفی $I_1+I_2=۲A$ است از این‌رو:

$$I_1+\frac{I_1}{۴}=۲\Rightarrow\frac{۵}{۴}I_1=۲\Rightarrow I_1=\frac{۸}{۵}=۱/۶A$$

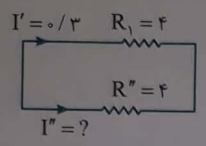
Scanned by CamScanner



Ⓑ **۱۷۷- گزینه‌ی ۲** عدد آمپرسنج جریان شاخه‌ی بالا I' می‌باشد $(I'=۰/۳A)$.

از روی I' جریان I'' را محاسبه می‌کنیم. ابتدا سه مقاومت $R_۲$، $R_۳$ و $R_۴$ را معادل می‌گیریم که معادل آن‌ها برابر $R''=۴\Omega$ می‌شود.

حالا چون R'' برابر $R_۱$ است، I'' برابر I' می‌باشد: $I''=۰/۳A$



$$I_T=I'+I''=۰/۶A$$

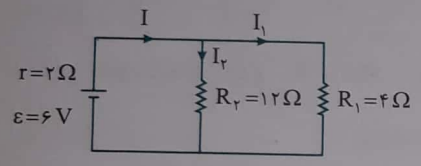
$$R_{eq}=R_۵+\frac{R_۱R''}{R_۱+R''}=۸+\frac{۴\times۴}{۸}=۱۰\Omega$$

اکنون نیروی محرکه را حساب می‌کنیم:

$$I=\frac{\varepsilon}{R+r}\xrightarrow[r=۰\,,\,R_{eq}=۱۰]{I_T=۰/۶}۰/۶=\frac{\varepsilon}{۱۰+۰}\Rightarrow\varepsilon=۶V$$

Ⓐ **۱۷۸- گزینه‌ی ۳** با توجه به نحوه‌ی قرار گرفتن مولدها، دو مولد $\varepsilon_۳$ و $\varepsilon_۴$ و همچنین دو مولد $\varepsilon_۱$ و $\varepsilon_۲$ اثر یک‌دیگر را خنثی خواهند کرد. بنابراین می‌توان این‌گونه فرض کرد که مولدی در مدار وجود ندارد در نتیجه هیچ جریانی در مدار برقرار نخواهد شد.

Ⓐ **۱۷۹- گزینه‌ی ۳** مقاومت‌های ۴Ω و ۱۲Ω با هم موازیند و مدار را می‌توان به شکل زیر رسم کرد:



$$R_{eq}=\frac{۱۲\times۴}{۱۲+۴}=۳\Omega$$

جریان مدار برابر خواهد شد با:

$$I=\frac{\varepsilon}{R+r}\Rightarrow I=\frac{۶}{۳+۲}\Rightarrow I=۱/۲A$$

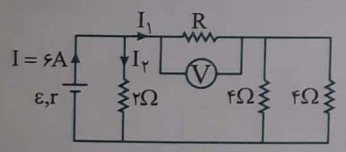
ولتاژ دو سر مقاومت‌های موازی برابر است با:

$$V_۱=V_۲\Rightarrow۴I_۱=۱۲I_۲\Rightarrow I_۲=\frac{I_۱}{۳}$$

$$I=I_۱+I_۲\Rightarrow۱/۲=I_۱+\frac{I_۱}{۳}\Rightarrow\frac{۴I_۱}{۳}=۱/۲\Rightarrow I_۱=۰/۹A$$

Ⓑ **۱۸۰- گزینه‌ی ۲** دو مقاومت ۴ اهمی موازی و حاصل آن‌ها با R متوالی است:

$$\frac{۴\times۴}{۴+۴}+R=۲+R$$



مقاومت $۲+R$ با مقاومت ۲ اهمی موازی است. جریان بین این دو مقاومت به نسبت عکس مقاومت‌ها تقسیم می‌شود.

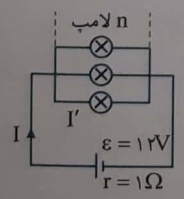
$$I_۱=\frac{۲}{۲+(۲+R)}I=\frac{۲}{۴+R}\times۶=\frac{۱۲}{۴+R}\Rightarrow I_۱=\frac{۱۲}{۴+R}$$

از طرفی ولت‌سنج عدد ۴ ولت را برای ولتاژ دو سر R نشان می‌دهد.

$$V=RI_۱\Rightarrow۴=\frac{R\times۱۲}{۴+R}\Rightarrow۴+R=۳R\Rightarrow R=۲\Omega$$

Ⓑ **۱۸۱- گزینه‌ی ۳** برای این‌که لامپ ۱۰ ولتی به طور عادی روشن شود، باید به ولتاژ ۱۰ ولت وصل شود. به عبارتی باید اختلاف پتانسیل دو سر باتری ۱۰ ولت شود.

$$V=\varepsilon-Ir\Rightarrow۱۰=۱۲-۱\times I\Rightarrow I=۲A$$



جریان هر لامپ برابر است با:

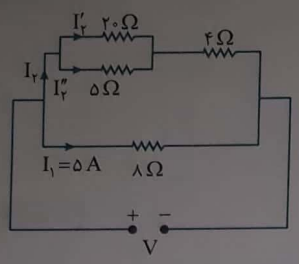
$$P=VI'\Rightarrow۵=۱۰I'\Rightarrow I'=۰/۵A$$

با توجه به جریان کل $(I=۲A)$ و جریان هر شاخه $(I'=۰/۵A)$ جریان باید به چهار شاخه تقسیم شده باشد:

$$n=\frac{I}{I'}=\frac{۲}{۰/۵}=۴$$

Scanned by CamScanner

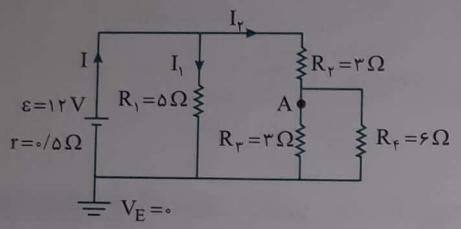
Ⓒ **۱۸۲- گزینه‌ی ۱** شکل مدار را باید حدس بزنید. چهار مقاومت نمی‌توانند موازی باشند زیرا در این صورت مقاومت معادل باید از ۴Ω کم‌تر باشد. مدار مطابق شکل روبه‌رو است. مقاومت شاخه‌ی بالایی ۸Ω است، بنابراین جریان آن نیز $I_۲ = ۵A$ خواهد بود. ولتاژ دو سر مقاومت‌های ۵Ω و ۲۰Ω برابر است:



$$V_۱ = V_۲ \Rightarrow ۵I''_۲ = ۲۰I'_۲ \Rightarrow I''_۲ = ۴I'$$

مجموع $I'_۲$ و I'' برابر $I_۲$ است: $I_۲ = I'_۲ + I''_۲ \Rightarrow ۵ = ۴I'_۲ + I'_۲ \Rightarrow I'_۲ = ۱A$

Ⓑ **۱۸۳- گزینه‌ی ۲** مقاومت‌های $R_۳$ و $R_۴$ موازیند:



$$R_{۳,۴} = \frac{۶\times۳}{۶+۳} = ۲\Omega$$

مقاومت $R_{۳,۴}$ با مقاومت $R_۲$ متوالی است: $R_{۲۳۴} = ۳+۲ = ۵\Omega$

مقاومت معادل مدار برابر است با: $R_{eq} = \frac{۵}{۲} = ۲/۵\Omega$

جریان مدار را به‌دست می‌آوریم: $I = \frac{\varepsilon}{R_{eq}+r} \Rightarrow I = \frac{۱۲}{۲/۵+۰/۵} \Rightarrow I = ۴A$

$$I = I_۱ + I_۲ \xrightarrow{R_۱ = R_{۲۳۴}} I_۱ = I_۲ = ۲A$$

برای به‌دست آوردن پتانسیل نقطه‌ی A کافی است اختلاف پتانسیل دو سر مجموعه مقاومت‌های $R_۳$ و $R_۴$ را به‌دست آوریم:

$$V_A = I_۲R_{۳,۴} \Rightarrow V_A = ۲\times۲ \Rightarrow V_A = ۴V$$

Ⓐ **۱۸۴- گزینه‌ی ۱** ابتدا جریان مدار را به‌دست می‌آوریم:

$$I = \frac{\varepsilon_۲+\varepsilon_۱}{R_{eq}+r_{eq}} = \frac{۱۴+۶}{\frac{۳\times۱/۵}{۳+۱/۵}+۲+۵+۱+۱} = \frac{۲۰}{۱۰} = ۲A$$

اکنون پتانسیل نقطه‌ی A یعنی اختلاف پتانسیل بین A و زمین را به‌دست می‌آوریم:

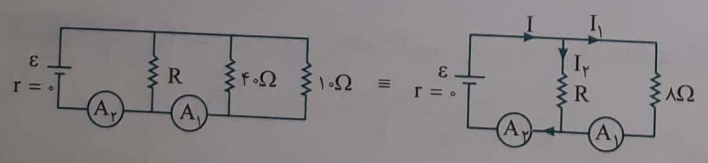
$$V_A + ۲\times۲ + ۱\times۲ = ۰ \Rightarrow V_A = -۶V$$

Ⓐ **۱۸۵- گزینه‌ی ۱** دو سیم با هم موازی هستند و ولتاژ دو سر سیم‌ها با هم برابر است:

$$V_A = V_B \Rightarrow R_A\frac{I}{۳} = R_B\times\frac{۲I}{۳} \Rightarrow R_A = ۲R_B \Rightarrow \rho_A\frac{l_A}{A_A} = ۲\rho_B\frac{l_B}{A_B} \Rightarrow ۳\rho_B\frac{۱}{A_A} = ۲\rho_B\frac{۱}{A_B} \Rightarrow \frac{A_A}{A_B} = \frac{۳}{۲}$$

Ⓑ **۱۸۶- گزینه‌ی ۳** ابتدا مقاومت معادل مقاومت‌های ۱۰ و ۴۰ اهمی را که موازیند به‌دست می‌آوریم:

$$R_{eq} = \frac{۴۰\times۱۰}{۴۰+۱۰} = ۸\Omega$$



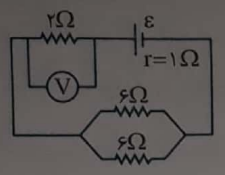
اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ۸ اهمی برابر است با: $V = R_۱I_۱ = ۸\times۲/۵ = ۲۰V$

با توجه به قاعده انشعاب:

$$I = I_۱ + I_۲ \Rightarrow ۳ = I_۲ + ۲/۵ \Rightarrow I_۲ = ۰/۵A\ ,\ V = RI_۲ \Rightarrow ۲۰ = R\times۰/۵ \Rightarrow R = ۴۰\Omega\ ,\ R_{eq} = \frac{۴۰\times۸}{۴۰+۸} = \frac{۲۰}{۳}\Omega$$

Scanned by CamScanner

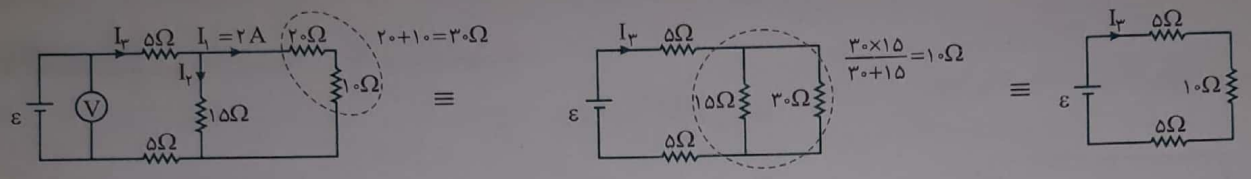
Ⓐ **۱۸۷- گزینه‌ی ۴** ابتدا جریان مدار را به‌دست می‌آوریم:



$$I=\frac{V}{R}\Rightarrow I=\frac{۴}{۲}=۲A$$

$$I=\frac{\varepsilon}{R+r}\Rightarrow ۲=\frac{\varepsilon}{(۲+\frac{۶}{۲})+۱}\Rightarrow \varepsilon=۱۲V$$

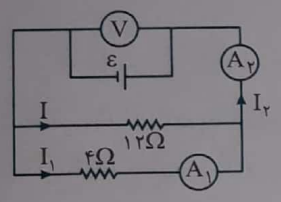
Ⓑ **۱۸۸- گزینه‌ی ۳**



$$V_۱=V_۲\Rightarrow ۳۰I_۱=۱۵I_۲\Rightarrow ۳۰\times ۲=۱۵I_۲\Rightarrow I_۲=۴A\ ,\ I_۳=I_۱+I_۲=۶A\ ,\ R_{eq}=۵+۱۰+۵=۲۰\Omega$$

$$V=R_{eq}I_۳=۲۰\times ۶=۱۲۰V$$

Ⓑ **۱۸۹- گزینه‌ی ۳** اختلاف پتانسیل دو سر باتری ۱۲ ولت است، پس ولتاژ دو سر مقاومت‌های موازی ۱۲ و ۴ اهمی نیز ۱۲ ولت است.

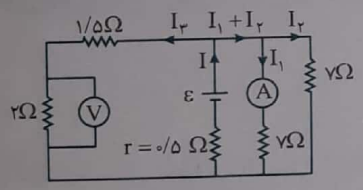


$$V=RI\Rightarrow ۱۲=۱۲I\Rightarrow I=۱A$$

آمپرسنج $A_۱$: $V=RI\Rightarrow ۱۲=۴I_۱\Rightarrow I_۱=۳A$

آمپرسنج $A_۲$: $I_۲=I_۱+I=۱+۳\Rightarrow I_۲=۴A$

Ⓑ **۱۹۰- گزینه‌ی ۱** با توجه به عدد ولت‌سنج، جریان عبوری از شاخه‌ی سمت چپ مشخص می‌شود.



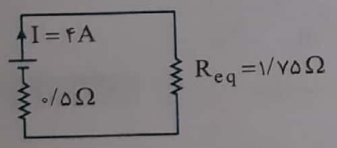
$$I_۳=\frac{V}{R}\Rightarrow I_۳=\frac{۴}{۲}=۲A$$

آمپرسنج جریان $I_۱$ را نشان می‌دهد. دو مقاومت ۷ اهمی با هم برابر و موازی هستند بنابراین ولتاژ یکسان و در نتیجه جریان برابر دارند.

$$I=I_۱+I_۲+I_۳=۱+۱+۲=۴A$$

دو مقاومت ۱/۵ اهم و ۲ اهم متوالی و حاصل آن‌ها با دو مقاومت ۷ اهمی موازی است.

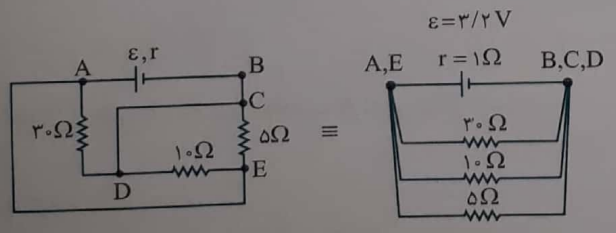
$$\frac{۱}{R_{eq}}=\frac{۱}{۳/۵}+\frac{۱}{۷}+\frac{۱}{۷}\Rightarrow R_{eq}=۱/۷۵$$



در مدار روبه‌رو داریم:

$$۴=\frac{\varepsilon}{۰/۵+۱/۷۵}\Rightarrow \varepsilon=۹V$$

Ⓒ **۱۹۱- گزینه‌ی ۴** ابتدا تمام نقاط را نام‌گذاری کرده و به کمک نقاط هم‌پتانسیل، مجدداً مدار را رسم می‌کنیم:



$$\frac{۱}{R_{eq}}=\frac{۱}{۳۰}+\frac{۱}{۱۰}+\frac{۱}{۵}=\frac{۱+۳+۶}{۳۰}\Rightarrow R_{eq}=۳\Omega$$

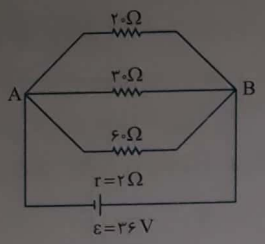
$$I=\frac{\varepsilon}{r+R_{eq}}=\frac{۳/۲}{۱+۳}=۰/۸\Omega$$

دو نقطه‌ی A و B دو سر باتری هستند:

$$V_A-V_B=\varepsilon-rI=۳/۲-۱\times ۰/۸=۲/۴\ V$$

Scanned by CamScanner

۱۹۲- گزینه‌ی ۳ سه مقاومت موازی هستند. ابتدا جریان کل مدار را به‌دست می‌آوریم:



$$\frac{1}{R}=\frac{1}{20}+\frac{1}{30}+\frac{1}{60}\Rightarrow R=10\Omega$$

$$I=\frac{\varepsilon}{R+r}=\frac{36}{10+2}=3A$$

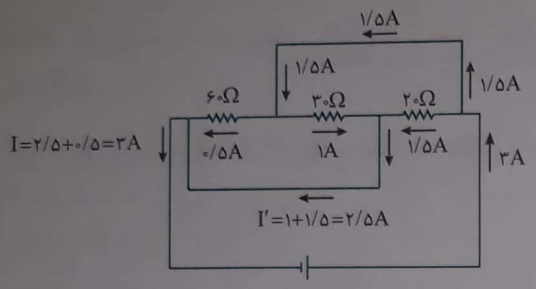
اختلاف پتانسیل دو سر مدار برابر است با: $V_{AB}=3\times10=30V$

و جریان هر مقاومت برابر خواهد شد با:

$$I_1=\frac{30}{20}=1/5A$$

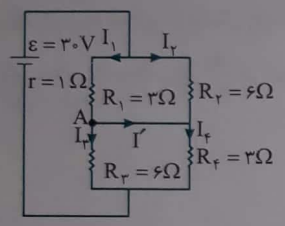
$$I_2=\frac{30}{30}=1A$$

$$I_3=\frac{30}{60}=0/5A$$



با توجه به مسیر جریان در شکل داریم: $I'=2/5A$

۱۹۳- گزینه‌ی ۱ مقاومت معادل مدار را به‌دست می‌آوریم:



$$\begin{cases} R_{1,2}=\frac{6\times3}{6+3}=2\Omega \\ R_{3,4}=\frac{6\times3}{6+3}=2\Omega \end{cases}\Rightarrow R_{eq}=2+2=4\Omega$$

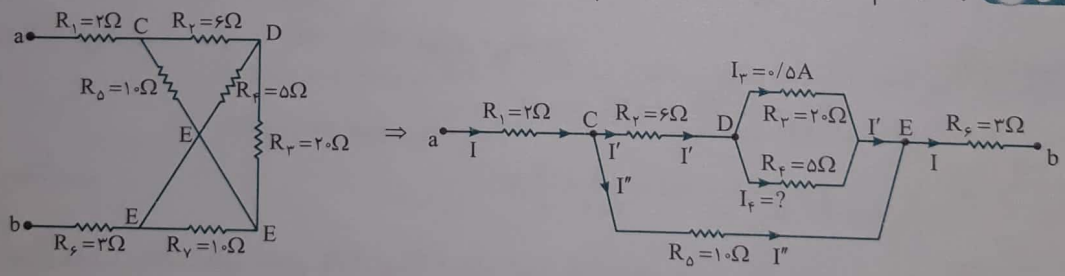
جریان مدار برابر است با: $I=\frac{\varepsilon}{R+r}\Rightarrow I=\frac{30}{4+1}\Rightarrow I=6A$

در مقاومت‌های موازی جریان به نسبت وارون مقاومت‌ها تقسیم می‌شود، بنابراین:

$$I_1=4A\ ,\ I_2=2A\ ,\ I_3=2A\ ,\ I_4=4A$$

برای گره A می‌توان نوشت: $I_1=I_3+I'\Rightarrow 4=2+I'\Rightarrow I'=2A$

۱۹۴- گزینه‌ی ۴ ابتدا با نام‌گذاری مدار را ساده می‌کنیم (مقاومت $R_7=10\Omega$ بر اثر اتصال کوتاه از مدار حذف می‌شود).



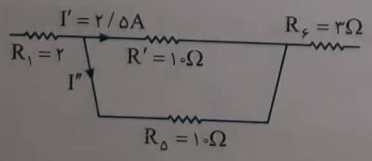
اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌های موازی R_3 و R_4 برابر است:

$$V_4=V_3\Rightarrow I_4\times5=0/5\times20\Rightarrow I_4=2A$$

$$I'=I_3+I_4\Rightarrow I'=0/5+2=2/5A$$

جریان عبوری از مقاومت 6Ω خواهد شد:

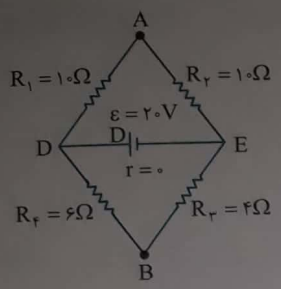
مقاومت معادل شاخه‌ی بالایی با جریان I' را حساب می‌کنیم. $(R'=10\Omega)$ مقاومت معادل دو شاخه برابر، بنابراین جریان‌ها یکسان است.

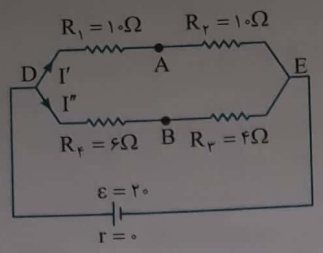


$$R_5=R'\Rightarrow I''=I'\Rightarrow I''=2/5A$$

اکنون می‌توان جریان کل را حساب کرد: $I_T=I'+I''=5A$

Scanned by CamScanner





۱۹۵- گزینه‌ی ۳ ابتدا مدار را به شکل روبه‌رو ساده می‌کنیم.

اختلاف پتانسیل دو سر هر شاخه ۲۰V است زیرا مقاومت درونی باتری ناچیز است.

جریان هر شاخه را به‌دست می‌آوریم:

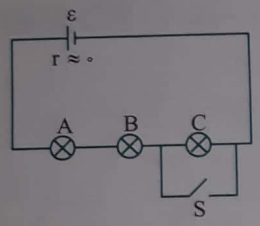
$$I'=\frac{20}{10+10}=1A\ ,\ I''=\frac{20}{6+4}=2A$$

اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌های R_1 و R_4 را حساب می‌کنیم:

$$V_{AD}=V_{R_1}=I'R_1=10V\ ,\ V_{BD}=V_{R_4}=2\times6=12V$$

اختلاف پتانسیل دو نقطه‌ی A و B نسبت به نقطه‌ی مشترک D به‌ترتیب ۱۰V و ۱۲V شده است. پس اختلاف پتانسیل بین A و B برابر است با:

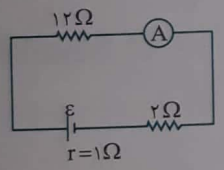
$$V_{AB}=|12-10|=2V$$



۱۹۶- گزینه‌ی ۲ در ابتدا اختلاف پتانسیل دو سر هر لامپ $V_A=V_B=V_C=\frac{\varepsilon}{3}$ است. بعد از اتصال کلید S لامپ C اتصال کوتاه شده از مدار حذف می‌شود و اختلاف پتانسیل دو سر هر یک از لامپ‌های A و B برابر $\frac{\varepsilon}{2}$ می‌شود و تغییر اختلاف پتانسیل دو سر هر یک از آن‌ها برابر است با:

$$\Delta V=\frac{\varepsilon}{2}-\frac{\varepsilon}{3}=\frac{\varepsilon}{6}\Rightarrow\frac{\Delta V}{V_A}=\frac{\frac{\varepsilon}{6}}{\frac{\varepsilon}{3}}=0/5=50\%$$

بنابراین ولتاژ هر یک از لامپ‌های A و B، ٪۵۰ افزایش می‌یابد و گزینه‌ی (۲) درست است.



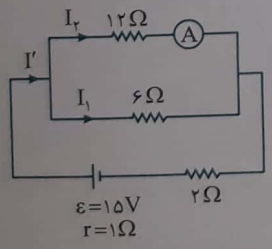
۱۹۷- گزینه‌ی ۱ در حالتی که کلید باز است، دو مقاومت 2Ω و 12Ω در مدار بوده که با هم متوالی هستند:

$$I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}\Rightarrow1=\frac{\varepsilon}{14+1}\Rightarrow\varepsilon=15\ V$$

وقتی کلید K را می‌بندیم، دو مقاومت 12Ω و 6Ω موازی می‌شوند:

$$R'_{eq}=\frac{12\times6}{12+6}+2\Rightarrow R'_{eq}=6\Omega$$

$$I'=\frac{\varepsilon}{R'_{eq}+r}\Rightarrow I'=\frac{15}{6+1}=\frac{15}{7}A$$



اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌های موازی 12Ω و 6Ω برابر است، از این‌رو:

$$6I_1=12I_2\Rightarrow I_1=2I_2$$

از طرفی داریم:

$$I'=I_1+I_2\Rightarrow\frac{15}{7}=2I_2+I_2\Rightarrow I_2=\frac{5}{7}A$$

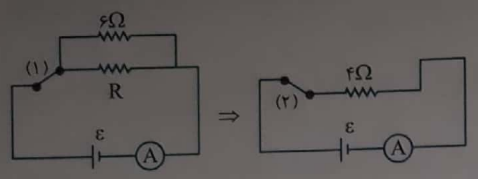
آمپرسنج $\frac{5}{7}$ آمپر را نشان می‌دهد.

۱۹۸- گزینه‌ی ۱ وقتی کلید باز است، مقاومت خارجی مدار، $1/5\Omega$ و وقتی کلید K بسته است، مقاومت خارجی مدار $\frac{1/5\times3}{1/5+3}=1\Omega$ است.

$$\begin{cases}V=\varepsilon-Ir\\ I=\frac{\varepsilon}{R+r}\end{cases}\Rightarrow V=\frac{R}{R+r}\varepsilon\ ,\ \frac{V_2}{V_1}=\frac{\frac{1}{1+r}\varepsilon}{\frac{1/5}{1/5+r}\varepsilon}\Rightarrow\frac{8}{9}=\frac{1/5+r}{1/5(1+r)}\Rightarrow\frac{8}{6}=\frac{1/5+r}{1+r}\Rightarrow8+8r=9+6r\Rightarrow2r=1\Rightarrow r=0/5\Omega$$

Scanned by CamScanner

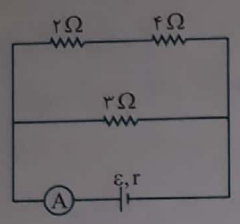
Ⓐ **۱۹۹- گزینه‌ی ۴** وقتی کلید از حالت (۱) به (۲) می‌رود و آمپرسنج تغییر نمی‌کند، نتیجه می‌گیریم در هر دو حالت مقاومت معادل یکسان است. در حالت (۱) مقاومت ۶Ω و R در مدار قرار داشته و موازی یک‌دیگرند و در حالت (۲) تنها مقاومت ۴Ω در مدار است. بنابراین:



حالت اول — حالت دوم

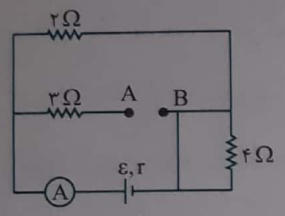
$$R_۱ = R_۲ \Rightarrow \frac{۶R}{۶+R} = ۴ \Rightarrow R = ۱۲\Omega$$

Ⓑ **۲۰۰- گزینه‌ی ۱** وقتی کلید به A وصل باشد، مدار به صورت شکل روبه‌رو خواهد بود و مقاومت معادل مدار برابر است با:

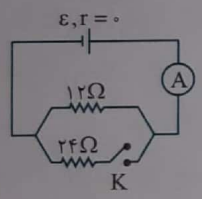


$$R_{eq} = \frac{۶\times۳}{۶+۳} = ۲\,\Omega$$

وقتی کلید به B وصل است، مقاومت $۴\,\Omega$ اتصال کوتاه شده و از مدار حذف می‌شود. مقاومت $۳\,\Omega$ نیز اتصالش با مدار قطع می‌گردد. پس تنها مقاومت $۲\,\Omega$ در مدار باقی می‌ماند و جریان مدار تغییری نخواهد کرد.



Ⓑ **۲۰۱- گزینه‌ی ۱** وقتی کلید باز است، فقط مقاومت ۱۲ اهمی در مدار قرار دارد:



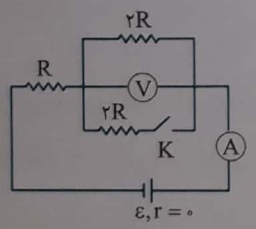
$$I_۱ = \frac{\varepsilon}{r+R} = \frac{\varepsilon}{۰+۱۲} = \frac{\varepsilon}{۱۲} = ۲ \Rightarrow \varepsilon = ۲۴V$$

وقتی کلید بسته است، مقاومت ۲۴ اهمی با مقاومت ۱۲ اهمی موازی می‌شود.

$$R_{eq} = \frac{۲۴\times۱۲}{۲۴+۱۲} = ۸\Omega$$

$$I_۲ = \frac{\varepsilon}{r+R_{eq}} = \frac{۲۴}{۸} = ۳A$$

Ⓑ **۲۰۲- گزینه‌ی ۴** وقتی کلید باز است مقاومت مدار برابر $R+۲R=۳R$ می‌شود و جریان مدار $I=\frac{\varepsilon}{۳R}$ است. ولت‌سنج ولتاژ دو سر مقاومت $۲R$ را نشان می‌دهد، پس ولت‌سنج عدد $V=I(۲R)=\frac{۲\varepsilon}{۳}$ را نمایش می‌دهد.



وقتی کلید بسته است، مقاومت معادل مدار خواهد شد:

$$R'_{eq} = R + \frac{۲R}{۲} = ۲R$$

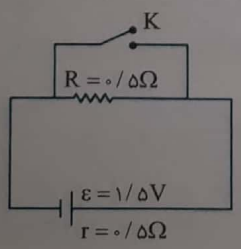
و جریان مدار برابر است با:

$$I' = \frac{\varepsilon}{۲R}$$

و ولت‌سنج عدد $V' = \frac{I'}{۲}\times ۲R = \frac{\varepsilon}{۲}$ را نشان می‌دهد، بنابراین:

$$\frac{I'}{I} = \frac{۳}{۲} \quad , \quad \frac{V'}{V} = \frac{۳}{۴}$$

Ⓑ **۲۰۳- گزینه‌ی ۳** وقتی کلید باز است اختلاف پتانسیل دو سر مولد برابر است با:



$$V = \varepsilon - Ir \xrightarrow{I=\frac{\varepsilon}{R+r}} V = \frac{R}{R+r}\varepsilon \Rightarrow V = \frac{۰/۵}{۰/۵+۰/۵}\times ۱/۵ \Rightarrow V = ۰/۷۵V$$

وقتی کلید K بسته می‌شود، باتری اتصال کوتاه شده و اختلاف پتانسیل دو سر آن صفر می‌شود، بنابراین با بستن کلید K ولتاژ دو سر مولد به اندازه‌ی $۰/۷۵V$ کاهش می‌یابد.

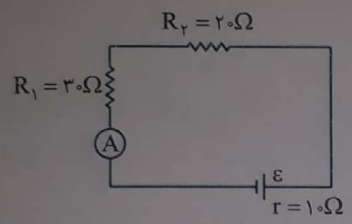
Scanned by CamScanner

Ⓑ **۲۰۴- گزینه‌ی ۲** ولت‌سنج اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت و دو سر باتری‌ها را نمایش می‌دهد.

$$V=IR\Rightarrow V=\frac{\varepsilon}{R+r}R\Rightarrow\begin{cases}12=\frac{\varepsilon}{6+r}\times 6\Rightarrow 2=\frac{\varepsilon}{6+r}\Rightarrow 12+2r=\varepsilon\\ 15=\frac{\varepsilon}{15+r}\times 15\Rightarrow 1=\frac{\varepsilon}{15+r}\Rightarrow 15+r=\varepsilon\end{cases}\Rightarrow\varepsilon=18V$$

Ⓑ **۲۰۵- گزینه‌ی ۳** هرگاه هر دو کلید باز باشند، مدار به شکل (۱) است و R در مدار قرار ندارد و خواهیم داشت:

$$I=\frac{\varepsilon}{R+r}\Rightarrow 0/2=\frac{\varepsilon}{50+10}\Rightarrow\varepsilon=12\,V$$



شکل (۱)

هرگاه هر دو کلید بسته شوند، مقاومت $R_2=20\Omega$ اتصال کوتاه شده از مدار خارج می‌شود و دو مقاومت R و $R_1=30\Omega$ با هم موازی شده و مدار به شکل (۲) است.

ولتاژ دو سر R_1 همان ولتاژ بین AB است:

$$V_{AB}=I_1R_1=0/2\times 30=6V$$

بنابراین ولتاژ دو سر باتری برابر است با:

$$V_{\text{باتری}}=12-6=6V$$

جریان مدار را حساب می‌کنیم:

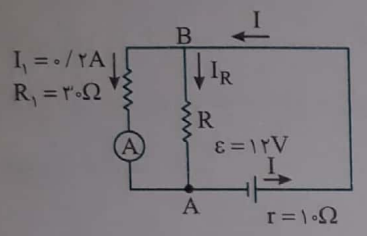
$$V_{\text{باتری}}=\varepsilon-Ir\Rightarrow 6=12-I\times 10\Rightarrow I=0/6A$$

جریان شاخه R خواهد شد:

$$I_R=0/6-0/2=0/4A$$

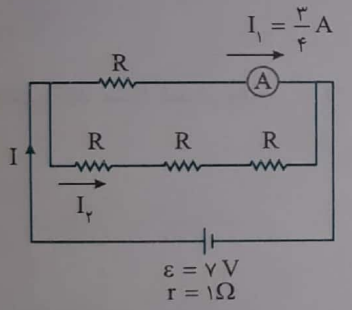
اکنون می‌توان مقاومت R را به‌دست آورد:

$$R=\frac{V_R}{I_R}=\frac{6}{0/4}\Rightarrow R=15\,\Omega$$



شکل (۲)

Ⓒ **۲۰۶- گزینه‌ی ۴** وقتی کلید K_1 بسته و K_2 باز است، مدار مطابق شکل روبه‌رو است و جریان شاخه‌ی پایینی که مقاومت آن $R+R+R=3R$ است، $\frac{1}{3}$ جریان شاخه‌ی بالایی است:



$$I_2=\frac{1}{3}I_1\Rightarrow I_2=\frac{1}{3}\times\frac{3}{4}\Rightarrow I_2=\frac{1}{4}A$$

و جریان مدار برابر است با:

$$I=I_1+I_2\Rightarrow I=\frac{3}{4}+\frac{1}{4}=1A$$

مقاومت معادل مدار را با استفاده از جریان به‌دست می‌آوریم:

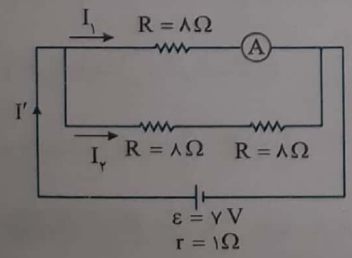
$$I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}\Rightarrow 1=\frac{7}{R_{eq}+1}\Rightarrow R_{eq}+1=7\Rightarrow R_{eq}=6\,\Omega$$

از طرفی با توجه به شکل، مقاومت 3R و R موازیند و مقاومت معادل آن‌ها برابر است با:

$$\frac{1}{R_{eq}}=\frac{1}{R}+\frac{1}{3R}\Rightarrow\frac{1}{6}=\frac{3+1}{3R}\Rightarrow R=8\,\Omega$$

وقتی هر دو کلید را می‌بندیم، مقاومت R بین دو کلید حذف می‌شود (اتصال کوتاه می‌شود) و مدار به شکل زیر درمی‌آید:

$$\frac{1}{R'_{eq}}=\frac{1}{8}+\frac{1}{16}\Rightarrow R'_{eq}=\frac{16}{3}\,\Omega$$



جریان مدار برابر است با:

$$I'=\frac{\varepsilon}{R'_{eq}+r}\Rightarrow I'=\frac{7}{\frac{16}{3}+1}\Rightarrow I'=\frac{21}{19}A$$

جریان به نسبت ۲ به ۱ بین دو شاخه تقسیم می‌شود. از شاخه‌ی بالایی که مقاومت کم‌تری دارد، جریان بیش‌تری می‌گذرد:

$$\begin{cases}I_1=2I_2\\ I_1+I_2=\frac{21}{19}\end{cases}\Rightarrow I_1+\frac{I_1}{2}=\frac{21}{19}\Rightarrow\frac{3I_1}{2}=\frac{21}{19}\Rightarrow I_1=\frac{14}{19}A$$

آمپرسنج $\frac{14}{19}A$ را نشان می‌دهد.

Scanned by CamScanner

۲۰۷- گزینه‌ی ۱ (C) وقتی فقط یکی از کلیدها باز است، مقاومت مدار R است و جریان مدار برابر است با: $I=\frac{\varepsilon}{r+R}=\frac{۴}{r+R}$

ولت‌سنج عدد ۳ ولت را نشان می‌دهد از این‌رو: $V=RI=\frac{۴R}{r+R}=۳\Rightarrow ۴R=۳r+۳R\Rightarrow r=\frac{R}{۳}$

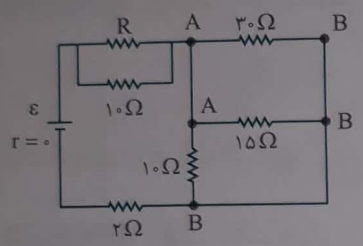
وقتی هر دو کلید بسته شوند، مقاومت معادل مدار برابر $R_{eq}=\frac{R}{۲}$ است. اکنون جریان مدار را حساب می‌کنیم:

$$I=\frac{\varepsilon}{r+R_{eq}}=\frac{۴}{\frac{R}{۳}+\frac{R}{۲}}=\frac{۴}{\frac{۵R}{۶}}=\frac{۲۴}{۵R}$$

عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد برابر مقدار زیر است:

$$V=\frac{R}{۲}\times I=\frac{R}{۲}\times\frac{۲۴}{۵R}=۲/۴V$$

۲۰۸- گزینه‌ی ۲ (C) به شکل نگاه کنید، دو سر مقاومت‌های ۳۰Ω، ۱۵Ω و ۱۰Ω به هم وصل و هر سه بین نقاط A و B قرار دارند، بنابراین موازیند.

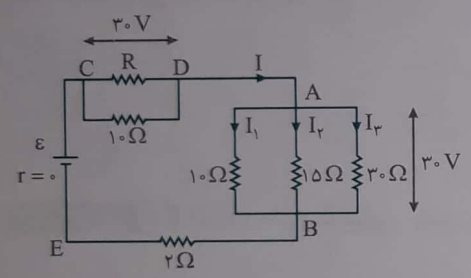


در شاخه‌های موازی اختلاف پتانسیل‌ها با هم برابر است:

$$I_۱=\frac{V_{AB}}{۱۰}=\frac{۳۰}{۱۰}=۳A$$

$$I_۲=\frac{V_{AB}}{۱۵}=\frac{۳۰}{۱۵}=۲A$$

$$I_۳=\frac{V_{AB}}{۳۰}=\frac{۳۰}{۳۰}=۱A$$



جریان مدار برابر خواهد شد با: $I=I_۱+I_۲+I_۳\Rightarrow I=۳+۲+۱=۶A$

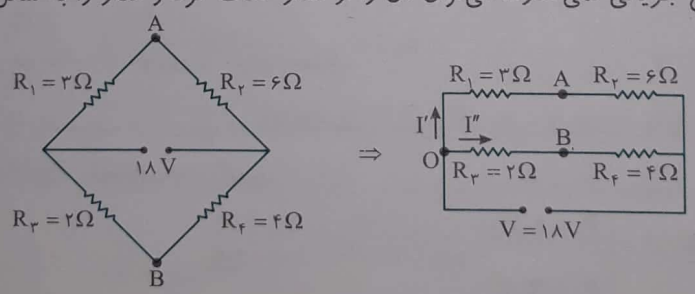
بنابراین V_{BE} برابرخواهد بود با: $V_{BE}=IR_{BE}=۲\times۶=۱۲V$

نیروی محرکه‌ی باتری برابر جمع ولتاژها است.

$$\varepsilon=V_{CD}+V_{AB}+V_{BE}\Rightarrow\varepsilon=۳۰+۳۰+۱۲=۷۲V$$

مقاومت معادل مدار برابر است با: $R_{eq}=\frac{\varepsilon}{I}=\frac{۷۲}{۶}=۱۲\Omega$

۲۰۹- گزینه‌ی ۱ (B) از ولت‌سنج جریانی نمی‌گذرد، می‌توان آن را از مدار حذف کرد و مدار را به شکل ساده‌تر رسم کرد:

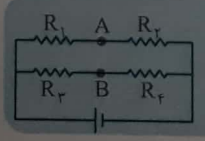


حال جریان گذرا از شاخه‌ی $R_۲$ و $R_۱$ و شاخه‌ی $R_۴$ و $R_۳$ را به‌دست می‌آوریم: $I'=\frac{۱۸}{۳+۶}=۲A\ ,\ I''=\frac{۱۸}{۲+۴}=۳A$

اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌های $R_۱$ و $R_۳$ را حساب می‌کنیم:

$$V_{OA}=V_۱=R_۱I'=۳\times۲=۶V\ ,\ V_{OB}=V_۳=R_۳I''=۲\times۳=۶V$$

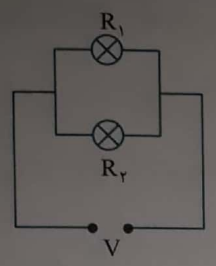
بنابراین اختلاف پتانسیل دو نقطه‌ی A و B $(V_{AB}=۶-۶=۰)$ است و ولت‌سنج عدد صفر را نشان می‌دهد. (۱)



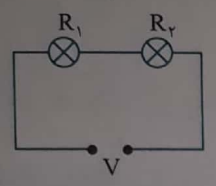
۱- جالب است بدانید که هرگاه در مداری مانند شکل روبه‌رو $R_۱\times R_۴=R_۲\times R_۳$ برقرار باشد، اختلاف پتانسیل بین دو نقطه‌ی A و B صفر می‌شود و اگر این دو نقطه با یک مقاومت به هم وصل باشند، از آن مقاومت جریانی نمی‌گذرد.

Scanned by CamScanner

Ⓐ **۲۱۰- گزینه‌ی ۲** در حالت اول ولتاژ دو سر مقاومت‌ها برابر است و لامپ (۱) پرنورتر است. از این‌رو:



$$\begin{cases} V_1 = V_2 \\ P = \dfrac{V^2}{R} \Rightarrow R_1 < R_2 \\ P_1 > P_2 \end{cases}$$



مقاومت لامپ (۱) از مقاومت لامپ (۲) کم‌تر است و اگر دو لامپ به طور سری قرار بگیرند جریان‌های آن‌ها برابر بوده و طبق رابطه‌ی $P = RI^2$، چون لامپ (۲) مقاومتش بیش‌تر است، توان مصرفی‌اش از توان مصرفی لامپ (۱) بیش‌تر است. $R_2 > R_1 \Rightarrow P'_2 > P'_1$

Ⓐ **۲۱۱- گزینه‌ی ۱** ابتدا مقاومت سیم را حساب می‌کنیم:

$$R = \rho \frac{l}{A} \Rightarrow R = 1/7 \times 10^{-8} \times \frac{30}{\pi (10^{-3})^2}\,\Omega \xrightarrow{\pi = 3} R = 17 \times 10^{-2}\,\Omega$$

توان گرمایی را حساب می‌کنیم:

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{17 \times 17}{17 \times 10^{-2}} = 1700\,W$$

Ⓐ **۲۱۲- گزینه‌ی ۴** در حالت متوالی مقاومت معادل $R_{eq} = 3R$ و در حالت موازی مقاومت معادل $R'_{eq} = \frac{R}{3}$ است. توان را در دو حالت نوشته و بر هم تقسیم می‌کنیم:

$$\frac{P'}{P} = \frac{\frac{V^2}{R'_{eq}}}{\frac{V^2}{R_{eq}}} \Rightarrow \frac{P'}{90} = \frac{R_{eq}}{R'_{eq}} \Rightarrow \frac{P'}{90} = \frac{3R}{\frac{R}{3}} \Rightarrow P' = 810\,W$$

Ⓑ **۲۱۳- گزینه‌ی ۴** اگر دو مقاومت موازی باشند، داریم:

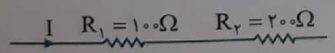
$$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{R_1}{2R_1} = \frac{1}{2}$$

اگر دو مقاومت متوالی باشند، داریم:

$$P = RI^2 \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{2R_1}{R_1} = 2$$

در مسأله $P_2 = 4P_1$ است، پس دو مقاومت موازی یا سری نیستند. متوالی

Ⓐ **۲۱۴- گزینه‌ی ۳** ابتدا جریان را به‌دست می‌آوریم. در مقاومت‌های سری (متوالی) شدت جریان‌ها یکسان است. سپس توان P_1 را محاسبه می‌کنیم:



$$\begin{cases} P_2 = 50\,W \\ P_2 = R_2 I^2 \end{cases} \Rightarrow 50 = 200 I^2 \Rightarrow I = 0/5\,A$$

$$P_1 = R_1 I^2 = 100 \times (0/5)^2 = 25\,W$$

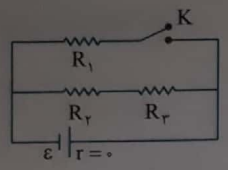
Ⓐ **۲۱۵- گزینه‌ی ۳** با حرکت از نقطه‌ی A تا نقطه‌ی C پتانسیل در حال افزایش می‌باشد و از طرفی می‌دانیم که جهت جریان از پتانسیل بیش‌تر به پتانسیل کم‌تر است، در این صورت جهت جریان باید از نقطه‌ی C به نقطه‌ی A باشد.
حال با توجه به این که مقاومت‌های R و R′ متوالی‌اند باید جریان‌های آن‌ها با هم برابر باشد.

$$\left.\begin{array}{l} I = \dfrac{\Delta V_R}{R} \\ I = \dfrac{\Delta V_{R'}}{R} \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{\Delta V_R}{R} = \frac{\Delta V_{R'}}{R'} \Rightarrow \frac{R}{R'} = \frac{\Delta V_R}{\Delta V_{R'}} = \frac{V_B - V_A}{V_C - V_B} = \frac{-45 - (-105)}{-30 - (-45)} = \frac{60}{15} = 4$$

Scanned by CamScanner

۲۱۶- گزینه‌ی ۴ (B) در حالت اول که کلید باز است دو مقاومت R_2 و R_3 متوالی بوده و توان مصرفی مدار برابر است با:

$$P=\frac{V^2}{R_{eq}}\Rightarrow P=\frac{\varepsilon^2}{R+R}=\frac{\varepsilon^2}{2R}$$



با بستن کلید K مقاومت معادل مدار خواهد شد:

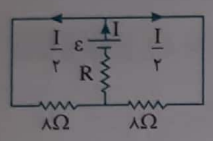
$$R_{eq'}=\frac{R_1\times R_{23}}{R_1+R_{23}}=\frac{R\times 2R}{R+2R}=\frac{2}{3}R$$

$$P'=\frac{V^2}{R_{eq'}}\Rightarrow P'=\frac{\varepsilon^2}{\frac{2}{3}R}\Rightarrow P'=\frac{3}{2}\frac{\varepsilon^2}{R}$$

بنابراین خواهیم داشت:

$$\frac{P'}{P}=\frac{\frac{3}{2}\frac{\varepsilon^2}{R}}{\frac{\varepsilon^2}{2R}}=3$$

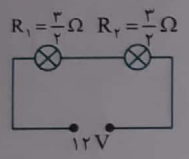
۲۱۷- گزینه‌ی ۲ (A) جریان مدار (I) بین دو مقاومت موازی ۸ اهمی به طور مساوی تقسیم می‌شود.



$$P_8=P_R\xrightarrow{P=RI^2}8\left(\frac{I}{2}\right)^2=RI^2\Rightarrow 8\times\frac{1}{4}=R\Rightarrow R=2\Omega$$

۲۱۸- گزینه‌ی ۱ (A) ابتدا با توجه به مشخصات لامپ، مقاومت هر لامپ را به‌دست می‌آوریم:

$$P=\frac{V^2}{R}\Rightarrow 24=\frac{(6)^2}{R}\Rightarrow R=\frac{3}{2}\Omega\ \left(R_1=\frac{3}{2}\Omega\ ,\ R_2=\frac{3}{2}\Omega\right)$$



دو لامپ متوالی بسته شده و جریان عبوری آن‌ها برابر است. جریان را به‌دست می‌آوریم:

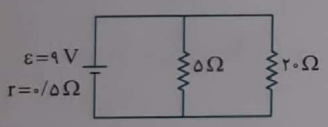
$$I=\frac{V}{R_{eq}}=\frac{12}{\left(\frac{3}{2}+\frac{3}{2}\right)}=4A$$

آمپرساعت واحد دیگر بار الکتریکی می‌باشد، بنابراین:

$$I=\frac{q}{t}\Rightarrow q=It\Rightarrow 24A.h=4A\times t\Rightarrow t=6h$$

۲۱۹- گزینه‌ی ۳ (A) مقاومت‌های 20Ω و 5Ω با هم موازی هستند:

$$R=\frac{5\times 20}{5+20}\Rightarrow R=4\Omega$$



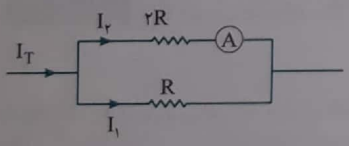
جریان مدار را به‌دست می‌آوریم:

$$I=\frac{\varepsilon}{R+r}\Rightarrow I=\frac{9}{4+0/5}\Rightarrow I=2A$$

توان مصرفی در مدار خارجی برابر است با:

$$P=RI^2\Rightarrow P=4\times(2)^2\Rightarrow P=16W$$

۲۲۰- گزینه‌ی ۲ (B) چون دو مقاومت $2R$ و R موازی هستند، بنابراین اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها یکسان است و در نتیجه جریان عبوری از مقاومت R برابر است با:



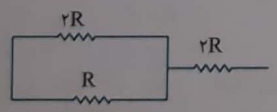
$$I_1R=0/5\times 2R\Rightarrow I_1=1A$$

بنابراین جریان در شاخه‌ی اصلی مدار برابر است با:

$$I_T=1+0/5=1/5A$$

از طرفی مقاومت معادل برابر است با:

$$R_{eq}=\frac{R\times 2R}{R+2R}+2R\Rightarrow R_{eq}=\frac{8}{3}R$$



چون ولت‌سنج اختلاف پتانسیل کل مدار را نشان می‌دهد. بنابراین می‌توان نوشت:

$$V=R_{eq}I\Rightarrow 6=\frac{8}{3}R\times 1/5\Rightarrow R=\frac{3}{2}\Omega$$

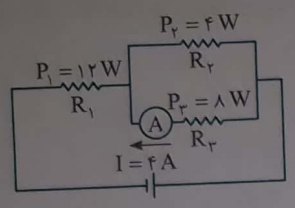
بنابراین انرژی الکتریکی مصرفی در مقاومت R در مدت ۲ دقیقه برابر است با:

$$W_1=RI_1^2t=\frac{3}{2}\times 1\times 120\Rightarrow W_1=180J$$

Scanned by CamScanner

Ⓐ **۲۲۱- گزینه‌ی ۱** مقاومت‌های ۹Ω و ۱۸Ω اتصال کوتاه بوده، از آن‌ها جریانی نمی‌گذرد و توان مصرفی (آهنگ مصرف انرژی) در آن‌ها صفر است.

Ⓑ **۲۲۲- گزینه‌ی ۴** مقاومت‌های $R_۲$ و $R_۳$ با هم موازی‌اند بنابراین $V_۲=V_۳=V$ و با توجه به جریان گذرا از $R_۳$ که برابر عددی است که آمپرسنج نشان می‌دهد می‌توان V را به‌دست آورد.



$$P_۳=VI_۳\Rightarrow ۸=V\times ۴\Rightarrow V=۲V$$

$$P_۲=VI_۲\Rightarrow ۴=۲\times I_۲\Rightarrow I_۲=۲A$$

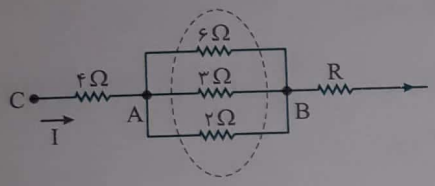
جریان مدار برابر جمع جریان دو مقاومت موازی است: $I_T=I_{۲,۳}=I_۲+I_۳=۶A$

توان خروجی مولد برابر مجموع توان مصرفی مقاومت‌ها می‌باشد بنابراین:

$$P_{\text{خروجی}}=P_۱+P_۲+P_۳=۱۲+۴+۸=۲۴W$$

$$\Rightarrow P_{\text{خروجی}}=(\varepsilon-Ir)I=۲۴\Rightarrow(\varepsilon-۱۲)۶=۲۴\Rightarrow\varepsilon=۱۶V$$

Ⓑ **۲۲۳- گزینه‌ی ۴** مقاومت معادل بین A و B را به‌دست می‌آوریم:



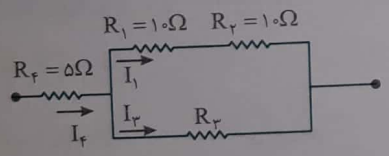
$$\frac{۱}{R_{AB}}=\frac{۱}{۲}+\frac{۱}{۳}+\frac{۱}{۶}\Rightarrow R_{AB}=۱\Omega$$

$$\begin{cases}V_{AB}=IR_{AB}=I\times ۱\\ V_{CA}=IR_{CA}=I\times ۴\end{cases}\Rightarrow V_{CA}=۴V_{AB}$$

در این صورت ولتاژ دو سر مقاومت ۴Ω، ۴ برابر ولتاژ دو سر مقاومت ۶Ω است، بنابراین:

$$\frac{P_۶}{P_۴}=\frac{\frac{V_{AB}^۲}{۶}}{\frac{V_{CA}^۲}{۴}}=(\frac{V_{AB}}{V_{CA}})^۲\times\frac{۴}{۶}=(\frac{۱}{۴})^۲\times\frac{۴}{۶}\Rightarrow\frac{P_۶}{P_۴}=\frac{۱}{۲۴}$$

Ⓐ **۲۲۴- گزینه‌ی ۴** با توجه به فرض مسأله خواهیم داشت:



$$I_۴=I_۱+I_۳=۳I_۳\Rightarrow I_۱=۲I_۳$$

$$V_{۱,۲}=V_۳\Rightarrow R_{۱,۲}I_۱=R_۳I_۳\Rightarrow ۲۰I_۱=R_۳I_۳\xrightarrow{I_۱=۲I_۳}R_۳=۴۰\Omega$$

اکنون می‌توان نوشت:

$$\begin{cases}P_۳=۴۰I_۳^۲\\ P_۲=۱۰I_۲^۲\end{cases}\xrightarrow{I_۲=I_۱=۲I_۳}P_۳=P_۲$$

Ⓐ **۲۲۵- گزینه‌ی ۲** جریان شاخه‌ی بالا را به‌دست می‌آوریم:

$$P_۱=I_۱^۲R_۱\Rightarrow ۴=I_۱^۲\times ۱\Rightarrow I_۱=۲A$$

جریان شاخه‌ی پایینی نیز که موازی شاخه‌ی بالایی بوده و مقاومت آن برابر مقاومت شاخه‌ی بالایی است برابر ۲A است $(I_۳=۲A)$ و جریان کل مدار $I=۲+۲=۴A$ خواهد بود. مقاومت معادل را به‌دست می‌آوریم:

$$R_{۱,۲}=R_۱+R_۲=۱+۳=۴\Omega$$

$$R_{eq}=\frac{۴}{۲}=۲\Omega$$

اکنون نیروی محرکه‌ی باتری را به‌دست می‌آوریم:

$$I=\frac{\varepsilon}{R+r}\Rightarrow ۴=\frac{\varepsilon}{۲+۱}\Rightarrow\varepsilon=۱۲V$$

ولتاژ دو سر باتری برابر است با:

$$V=I_۳R_۳=۲\times ۴=۸V \quad \text{یا} \quad V=\varepsilon-Ir\Rightarrow V=۱۲-۴\times ۱=۸V$$

Scanned by CamScanner

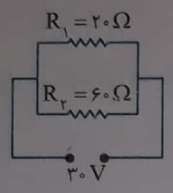
Ⓐ **۲۲۶- گزینه‌ی ۱** مقاومت معادل را به کمک توان مصرفی مدار حساب می‌کنیم.

$$P=\frac{V^2}{R_{eq}}\Rightarrow 60=\frac{900}{R_{eq}}\Rightarrow R_{eq}=15\,\Omega$$

مقاومت معادل R_1 و R_2 از $R_1=20\,\Omega$ کوچک‌تر می‌باشد بنابراین R_1 و R_2 به‌طور موازی به هم وصل شده‌اند:

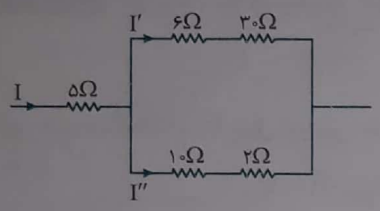
$$\frac{1}{R_{eq}}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\Rightarrow\frac{1}{15}=\frac{1}{20}+\frac{1}{R_2}\Rightarrow R_2=60\,\Omega$$

اکنون شکل مدار را رسم می‌کنیم:



$$I_1=\frac{V}{R_1}=\frac{30}{20}=\frac{3}{2}\,A\ ,\ I_2=\frac{V}{R_2}=\frac{30}{60}=\frac{1}{2}\,A$$

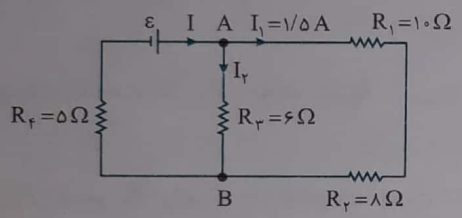
Ⓑ **۲۲۷- گزینه‌ی ۱** دو شاخه‌ی بالا و پایین با هم موازی و دارای ولتاژ یکسان هستند.



$$\begin{cases}36I'=12I''\Rightarrow 3I'=I''\\ I'+I''=I\end{cases}\Rightarrow I''=\frac{3}{4}I$$

$$P=RI^2\Rightarrow\frac{P_{10}}{P_5}=\frac{10\times I''^2}{5\times I^2}=2\times\frac{\frac{9}{16}I^2}{I^2}\Rightarrow\frac{P_{10}}{P_5}=\frac{9}{8}$$

Ⓑ **۲۲۸- گزینه‌ی ۴** با توجه به شکل می‌توان نوشت:



$$V_{AB}=I_1R_{1,2}=1/5\times(10+8)=27\,V$$

جریان I_2 را به‌دست می‌آوریم:

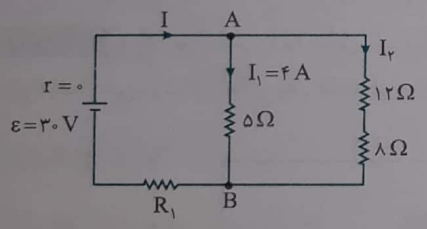
$$I_2=\frac{V_{AB}}{R_3}\Rightarrow I_2=\frac{27}{6}=4/5\,A$$

جریان مدار برابر خواهد شد با:

$$I=I_1+I_2\Rightarrow I=1/5+4/5=6\,A$$

توان مصرفی در مقاومت R_4 برابر است با: $P=I^2R_4\Rightarrow P=36\times5\Rightarrow P=180\,W$

Ⓑ **۲۲۹- گزینه‌ی ۳** با توجه به شکل:



$$V_{AB}=5\times4=20\,V$$

$$I_2=\frac{V_{AB}}{12+8}=\frac{20}{20}=1\,A$$

جریان کل مدار برابر خواهد شد با:

$$I=I_1+I_2=4+1\Rightarrow I=5\,A$$

اختلاف پتانسیل دو سر R_1 برابر است با: $V_{R_1}=\varepsilon-V_{AB}=30-20=10\,V$

ولتاژ و جریان R_1 را داریم؛ توان آن را به‌دست می‌آوریم:

$$P=VI\Rightarrow P=10\times5\Rightarrow P=50\,W$$

Ⓑ **۲۳۰- گزینه‌ی ۴** مقاومت معادل هر دو مدار را حساب می‌کنیم:

مقاومت معادل شکل (۱) $R_{eq_1}=6+R_2$

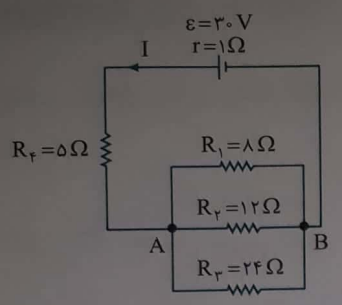
مقاومت معادل شکل (۲) $R_{eq_2}=\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}=\frac{6R_2}{6+R_2}$

$$P=\frac{V^2}{R}\xrightarrow{V_1=V_2}\frac{P_1}{P_2}=\frac{R_{eq_2}}{R_{eq_1}}\Rightarrow\frac{P_1}{4/5P_1}=\frac{\frac{6R_2}{6+R_2}}{6+R_2}\Rightarrow\frac{1}{4/5}=\frac{6R_2}{(6+R_2)^2}$$

$$\Rightarrow 27R_2=36+R_2^2+12R_2\Rightarrow R_2^2-15R_2+36=0\Rightarrow(R_2-3)(R_2-12)=0\Rightarrow R_2=3\Omega\ \text{یا}\ R_2=12\Omega$$

Scanned by CamScanner

Ⓑ **۲۳۱- گزینه‌ی ۱** ابتدا مقاومت معادل بین A و B را به‌دست می‌آوریم:



$$\frac{1}{R_{AB}}=\frac{1}{8}+\frac{1}{12}+\frac{1}{24}=\frac{3+2+1}{24}\Rightarrow R_{AB}=4\,\Omega$$

جریان مدار را حساب می‌کنیم:

$$I=\frac{\varepsilon}{R+r}\Rightarrow I=\frac{30}{9+1}\Rightarrow I=3\,A$$

اختلاف پتانسیل بین AB را به‌دست می‌آوریم:

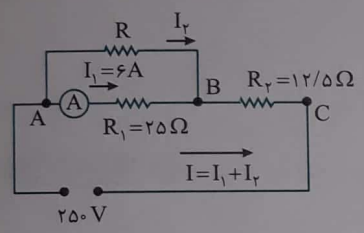
$$V_{AB}=IR_{AB}\Rightarrow V_{AB}=3\times4=12\,V$$

اکنون گرمای تولید شده در مقاومت R_3 را حساب می‌کنیم:

$$U=\frac{V^2}{R_3}t\Rightarrow U=\frac{12\times12}{24}\times100\Rightarrow U=600\,J$$

Ⓒ **۲۳۲- گزینه‌ی ۱** ابتدا اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت $R_1=25\,\Omega$ را به‌دست می‌آوریم:

$$V_{AB}=I_1R_1=6\times25\Rightarrow V_{AB}=150\,V$$



در این صورت اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_2 برابر است با:

$$V_{AB}+V_{BC}=250\Rightarrow150+V_{BC}=250\Rightarrow V_{BC}=100\,V$$

اکنون جریان I را می‌توان به‌دست آورد:

$$I=\frac{V_{BC}}{R_2}\Rightarrow I=\frac{100}{12/5}\Rightarrow I=8\,A$$

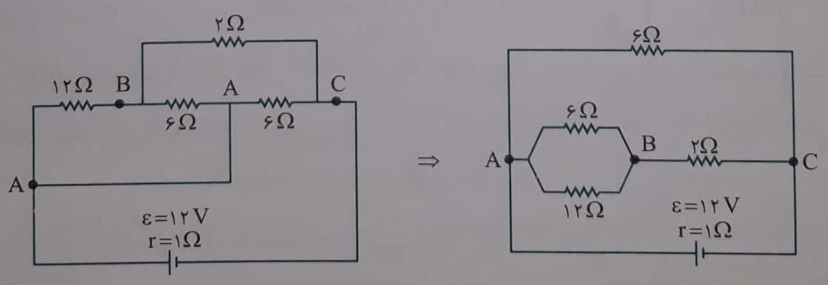
جریان مقاومت R برابر خواهد شد با:

$$I_2=I-I_1\Rightarrow I_2=8-6\Rightarrow I_2=2\,A$$

ولتاژ دو سر R برابر ۱۵۰V و جریان آن ۲A است، بنابراین انرژی مصرفی آن در مدت ۳۰ دقیقه برابر خواهد شد با:

$$U=Pt\Rightarrow U=VIt\Rightarrow U=\frac{150\times2}{1000}\times\frac{30}{60}\Rightarrow U=0/15\,kWh$$

Ⓒ **۲۳۳- گزینه‌ی ۱** ابتدا مدار را به شکل زیر ساده کرده، سپس جریان مدار را محاسبه می‌کنیم. نقاطی که با یک سیم بدون مقاومت به هم متصل می‌شوند در حکم یک نقطه از مدار هستند.



$$R_{6,12}=\frac{6\times12}{6+12}=\frac{72}{18}=4\Omega\Rightarrow R_{\text{شاخه}}=4+2=6\Omega\Rightarrow R_{eq}=\frac{6}{2}=3\Omega$$

$$I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}=\frac{12}{3+1}=3A$$

توان تلف‌شده در باتری یعنی توانی که در مقاومت درونی باتری به مصرف می‌رسد، از این‌رو:

$$\text{توان تلف شده در باتری}=rI^2=1\times(3)^2=9W$$

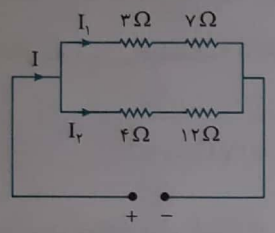
Scanned by CamScanner

Ⓐ **۲۳۴- گزینه‌ی ۳** چون توان مفید مولد بیشینه مقدار خود را دارد، در این حالت $R_{eq}=r$ است. بنابراین ابتدا مقاومت معادل مدار را به‌دست می‌آوریم و سپس از رابطه‌ی $I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}$ جریان را حساب می‌کنیم. دقت کنید آمپرسنج آرمانی جریان در شاخه‌ی اصلی مدار را نشان می‌دهد:

$$R_{1,2}=\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}=\frac{6\times3}{6+3}=2\Omega\ ,\ R_{1,2,3}=R_{1,2}+R_3=2+1=3\Omega\ ,\ R_{eq}=R_{1,2,3,4}=\frac{R_{1,2,3}R_4}{R_{1,2,3}+R_4}=\frac{3\times1/5}{3+1/5}=1\Omega$$

$$I_T=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}\xrightarrow[\substack{R_{eq}=r=1\Omega\\ \varepsilon=6V}]{R_{eq}=1\Omega}I_T=\frac{6}{1+1}=3A$$

Ⓑ **۲۳۵- گزینه‌ی ۲** **راه‌حل اول:** یک راه‌حل سریع این است که در شاخه‌های موازی، شاخه‌ی دارای مقاومت کم‌تر، توان بیش‌تری مصرف می‌کند $(P=\frac{V^2}{R})$. از این‌رو شاخه‌ی بالایی گرمای بیش‌تری تولید می‌کند و در این شاخه مقاومت 7Ω که با 3Ω سری بوده و دارای جریان یکسان هستند، توان بیش‌تری مصرف می‌کند و گرمای بیش‌تری در آن تولید می‌شود $(P=I^2R)$.



راه‌حل دوم: اختلاف پتانسیل دو سر شاخه‌های موازی با هم برابر است:

$$(3+7)I_1=(4+12)I_2\Rightarrow I_1=\frac{8}{5}I_2$$

با توجه به شکل:

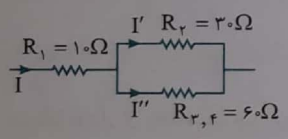
$$I=I_1+I_2\Rightarrow I=\frac{8}{5}I_2+I_2\Rightarrow I_2=\frac{5}{13}I$$

$$I_1=I-I_2=I-\frac{5}{13}I\Rightarrow I_1=\frac{8}{13}I$$

در این صورت گرمای تولید شده در هر شاخه را برای مقاومت بزرگ‌تر بررسی می‌کنیم:

$$\begin{cases}U_{7\Omega}=RI_1^2t\Rightarrow U_{7\Omega}=7\times\frac{64}{169}I^2t=\frac{448}{169}I^2t\\ U_{12\Omega}=RI_2^2t\Rightarrow U_{12\Omega}=12\times\frac{25}{169}I^2t=\frac{300}{169}I^2t\end{cases}\Rightarrow U_{7\Omega}>U_{12\Omega}$$

Ⓑ **۲۳۶- گزینه‌ی ۲** جریان هر شاخه را برحسب I به‌دست می‌آوریم:

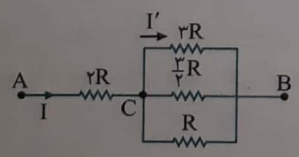


$$\begin{cases}30I'=60I''\\ I'+I''=I\end{cases}\Rightarrow I'=\frac{2}{3}I\ ,\ I''=\frac{1}{3}I$$

اکنون توان هر مقاومت را حساب کرده و مقایسه می‌کنیم:

$$\begin{cases}P_1=R_1I^2=10I^2\\ P_2=R_2I'^2=30\times(\frac{2}{3}I)^2=\frac{40}{3}I^2\\ P_3=R_3I''^2=50\times(\frac{1}{3}I)^2=\frac{50}{9}I^2\\ P_4=R_4I''^2=10\times(\frac{1}{3}I)^2=\frac{10}{9}I^2\end{cases}\Rightarrow$$ بیش‌ترین توان مصرفی مربوط به R_2 است.

Ⓑ **۲۳۷- گزینه‌ی ۲** ابتدا جریان عبوری از مقاومت $3R$ را برحسب I محاسبه می‌کنیم:

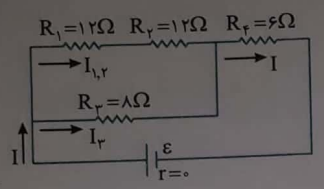


$$\frac{1}{R_{BC}}=\frac{1}{R}+\frac{2}{3R}+\frac{1}{3R}=\frac{3+2+1}{3R}\Rightarrow R_{BC}=\frac{R}{2}$$

$$V_{BC}=I(R_{BC})=I\frac{R}{2}\quad,\quad I'=\frac{V_{BC}}{3R}=\frac{\frac{IR}{2}}{3R}=\frac{I}{6}\quad,\quad\frac{P_{2R}}{P_{3R}}=\frac{(2R)I^2}{(3R)(\frac{I}{6})^2}=\frac{2}{3}\times36=24$$

Scanned by CamScanner

Ⓑ **۲۳۸- گزینه‌ی ۴** در مقاومت‌های موازی جریان به نسبت وارون مقاومت‌ها تقسیم می‌شود، دراین صورت:

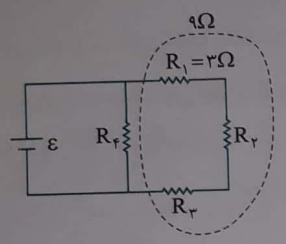


$$\begin{cases} R_۳=۸\Omega \\ R_{۱,۲}=۲۴\Omega \end{cases} \Rightarrow I_{۱,۲}=\frac{۱}{۳}I_۳ \Rightarrow I_{۱,۲}+I_۳=I \Rightarrow I_{۱,۲}+۳I_{۱,۲}=I \Rightarrow I=۴I_{۱,۲} \Rightarrow I_{۱,۲}=\frac{۱}{۴}I$$

اکنون توان‌های مصرفی را مقایسه می‌کنیم:

$$\frac{P_۴}{P_۱}=\frac{R_۴I^۲}{R_۱I_{۱,۲}^۲}=\frac{۶\times I^۲}{۱۲\times(\frac{۱}{۴}\times I)^۲}=۸$$

Ⓑ **۲۳۹- گزینه‌ی ۱** توان مصرفی $R_۱$، $R_۲$ و $R_۳$ که متوالی هستند با هم برابر بوده و چون جریان آن‌ها یکی است، قطعا مقدار مقاومت‌ها با هم برابر است و $R_۱=R_۲=R_۳=۳\Omega$. توان مصرفی مقاومت $R_۴$ برابر توان مصرفی $R_۱$ است. از طرفی ولتاژ دو سر $R_۱$، $\frac{۱}{۳}$ ولتاژ دو سر $R_۴$ است:



$$P_۴=P_۱ \Rightarrow \frac{V^۲}{R_۴}=\frac{(\frac{V}{۳})^۲}{R_۱} \Rightarrow \frac{V^۲}{R_۴}=\frac{\frac{V^۲}{۹}}{۳} \Rightarrow \frac{۱}{R_۴}=\frac{۱}{۲۷} \Rightarrow R_۴=۲۷\,\Omega$$

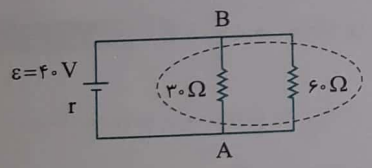
مقاومت معادل برابر است با:

$$R_{eq}=\frac{۲۷\times۹}{۲۷+۹} \Rightarrow R_{eq}=\frac{۲۷}{۴}\Omega$$

Ⓑ **۲۴۰- گزینه‌ی ۱** مقاومت معادل خارجی مدار را به‌دست می‌آوریم:

$$R_{AB}=\frac{۳۰\times۶۰}{۳۰+۶۰}=۲۰\,\Omega$$

با توجه به فرض مسأله توان مصرفی در مدار خارجی ۳ برابر توان تلف شده در باتری است:



$$\frac{P_R}{P_r}=۳ \Rightarrow \frac{RI^۲}{rI^۲}=۳ \Rightarrow \frac{۲۰}{r}=۳ \Rightarrow r=\frac{۲۰}{۳}\Omega$$

جریان مدار را به‌دست می‌آوریم:

$$I=\frac{\varepsilon}{R+r} \Rightarrow I=\frac{۴۰}{۲۰+\frac{۲۰}{۳}} \Rightarrow I=\frac{۱۲۰}{۸۰}=۱/۵\,A$$

ولتاژ بین AB برابر است با:

$$V_{AB}=IR_{AB} \Rightarrow V_{AB}=۱/۵\times۲۰=۳۰\,V$$

توان مصرفی در مقاومت ۳۰ اهمی برابر خواهد شد با:

$$P=\frac{V_{AB}^۲}{R}=\frac{۳۰^۲}{۳۰} \Rightarrow P=۳۰\,W$$

Ⓐ **۲۴۱- گزینه‌ی ۳** مقاومت‌های ۲۰Ω و ۵Ω با هم موازی هستند:

$$R=\frac{۵\times۲۰}{۵+۲۰} \Rightarrow R=۴\,\Omega$$

جریان مدار را به‌دست می‌آوریم:

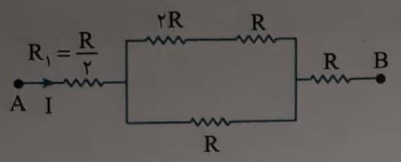
$$I=\frac{\varepsilon}{R+r} \Rightarrow I=\frac{۹}{۴+۰/۵} \Rightarrow I=۲\,A$$

توان مصرفی در مدار خارجی برابر است با:

$$P=RI^۲ \Rightarrow P=۴\times(۲)^۲ \Rightarrow P=۱۶\,W$$

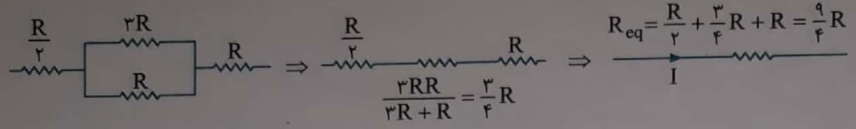
Scanned by CamScanner

۲۴۲- گزینه‌ی ۳ (B) با توجه به فرض مسأله می‌توان نوشت:



$$P_1=R_1I^2\Rightarrow 40=\frac{R}{2}I^2\Rightarrow 80=RI^2$$

حالا مقاومت معادل بین A و B را حساب می‌کنیم:



$$P_T=R_{eq}I^2\Rightarrow P_T=\frac{9}{4}RI^2\xrightarrow{RI^2=80}P_T=\frac{9}{4}\times 80=180W$$

۲۴۳- گزینه‌ی ۴ (B) وقتی مقاومت‌ها موازی بسته می‌شوند، مقاومت معادل از هر یک از مقاومت‌ها کوچک‌تر است، پس کم‌ترین مقاومت و بیش‌ترین توان مربوط به حالتی است که هر دو کلید بسته باشند.

$$\frac{1}{R_{eq}}=\frac{1}{R_{min}}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}$$

الف) $P_{max}=\frac{V^2}{R_{min}}\Rightarrow 170=\frac{(220)^2}{R_{min}}\Rightarrow R_{min}=\frac{(220)^2}{170}$

کم‌ترین توان مربوط به وقتی است که کلید فیلامان با مقاومت بزرگ‌تر بسته باشد،که آن را با R_1 نشان می‌دهیم:

ب) $P_{min}=\frac{V^2}{R_{max}}\xrightarrow{R_{max}=R_1}60=\frac{(220)^2}{R_1}\Rightarrow R_1=\frac{(220)^2}{60}$

بنابراین مقاومت کوچک‌تر (R_2) از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

$$\frac{1}{R_{min}}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\Rightarrow\frac{170}{(220)^2}=\frac{60}{(220)^2}+\frac{1}{R_2}\Rightarrow\frac{1}{R_2}=\frac{170-60}{(220)^2}=\frac{1}{440}\Rightarrow R_2=440\Omega$$

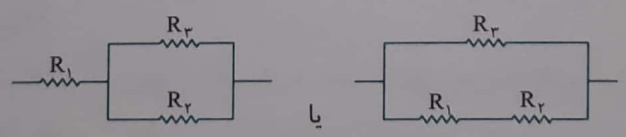
از طرفی مجموع توان دو مقاومت برابر $170W$ و توان مقاومت بزرگ‌تر $60W$ است بنابراین توان مقاومت کوچک‌تر برابر $170-60=110W$ می‌باشد.

۲۴۴- گزینه‌ی ۱ (C) مقاومت‌های R_1 و R_2 با هم برابر هستند و توان مصرفی آن‌ها برابر است با:

$$P_1=R_1I_1^2=\frac{V_1^2}{R_1}\ ,\ P_2=R_2I_2^2=\frac{V_2^2}{R_2}$$

با توجه به این‌که در صورت مسأله گفته شده توان مصرفی R_1 و R_2 با هم برابر نیست و با توجه به رابطه توان مصرفی به صورت RI^2 و $\frac{V^2}{R}$، می‌توان به دو حالت رسید:

حالت اول اینکه فرض کنیم جریان عبوری از I_1 و I_2 برابر نباشد در این صورت R_1 و R_2 باید به‌صورت موازی به هم وصل باشند (مدار (۱)) و یا اینکه اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها برابر نباشد یعنی R_1 و R_2 موازی نباشند (مدار (۲)):



مدار (۱) مدار (۲)

حال با توجه به جریان عبوری از کل مدار و اختلاف پتانسیل داریم:

$$R_{eq}=\frac{V}{I}\Rightarrow R_{eq}=\frac{12}{\frac{1}{2}}=24\,\Omega$$

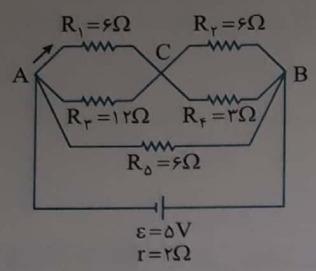
مدار (۱): $R_{eq}=R_1+R_{2,3}\Rightarrow 24=30+R_{2,3}\Rightarrow R_{2,3}<0$ غیر قابل قبول

مدار (۲): $\frac{1}{R_{eq}}=\frac{1}{30}+\frac{1}{R_{2,3}}\Rightarrow\frac{1}{24}=\frac{1}{30}+\frac{1}{R_{2,3}}\Rightarrow\frac{1}{R_{2,3}}=\frac{1}{120}\Rightarrow R_{2,3}=120\,\Omega$

$$R_{2,3}=R_2+R_3=30+R_3=120\Rightarrow R_3=90\,\Omega$$

Scanned by CamScanner

۲۴۵- گزینه‌ی ۴ با توجه به شکل می‌توان مدار را به شکل ساده‌ی روبه‌رو رسم کرد:



$$\begin{cases} R_{1,3}=\frac{6\times12}{6+12}=4\Omega \\ R_{2,4}=\frac{6\times3}{6+3}=2\Omega \end{cases} \Rightarrow R_{1,3,2,4}=6\Omega$$

$$R_{eq}=\frac{6}{2}=3\Omega$$

جریان مدار برابر است با:

$$I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}=\frac{5}{3+2}=1A$$

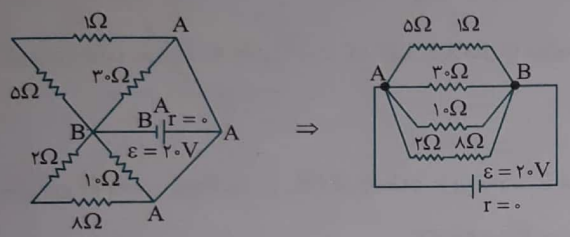
ولتاژ بین A و B برابر است با:

$$V_{AB}=IR_{AB}=1\times3=3V$$

مقاومت R_{AC} دو برابر R_{BC} بوده، پس ولتاژ V_{AC} دو برابر ولتاژ V_{BC} است، یعنی $V_{AC}=2V$ خواهد بود.

$$P=\frac{V^2}{R}\Rightarrow P=\frac{4}{6}=\frac{2}{3}W$$

۲۴۶- گزینه‌ی ۲ ابتدا با نام‌گذاری مدار را ساده می‌کنیم:



با توجه به شکل ولتاژ دو سر مقاومت ۱۰Ω، ۲۰V است، بنابراین توان آن خواهد شد:

$$P=\frac{V^2}{R}=\frac{20^2}{10}=40W$$

۲۴۷- گزینه‌ی ۳ **نکته:** همان‌طور که می‌دانید در یک مدار هنگامی توان مصرفی مدار بیشینه است که $R_{eq}=r$ باشد که در این صورت $P_{max}=\frac{\varepsilon^2}{4r}$ است.

$$R_{eq}=\frac{6\times3}{6+3}=2\Omega\Rightarrow P_{max}=\frac{\varepsilon^2}{4r}=\frac{(12)^2}{4\times2}\Rightarrow P_{max}=18W$$

۲۴۸- گزینه‌ی ۲ **راه‌حل اول:** حداکثر توان در مقاومت‌ها مربوط به تک مقاومتی است که با دو مقاومت موازی دیگر به صورت سری بسته شده است. زیرا جریان آن بیش‌تر از دو مقاومت دیگر است.

توان مقاومت سری $=60W$

توان مقاومت‌های موازی $=(\frac{I}{2})^2R=\frac{1}{4}RI^2=\frac{1}{4}\times60=15W$

توان کل $=60+15+15=90W$

راه‌حل دوم: ابتدا مقاومت معادل و سپس توان کل را حساب می‌کنیم.

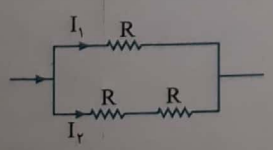
توان کل $P=I^2_m\times(\frac{3}{2}R)=\frac{3}{2}RI^2_m=\frac{3}{2}\times60=90W$

اما چرا ما در این‌جا I_m قرار دادیم؟!

زیرا بیشینه جریانی که از مقاومت R می‌گذرد I_m است که به صورت متوالی در مدار قرار دارد، یعنی بیشینه جریان مدار برابر با جریان اسمی هر یک از مقاومت‌ها است.

۲۴۹- گزینه‌ی ۲ مقاومت شاخه‌ی بالا نصف مقاومت شاخه‌ی پایین است، پس جریان آن دو برابر جریان شاخه‌ی پایین می‌باشد.

$$RI_1=2RI_2\Rightarrow I_1=2I_2$$

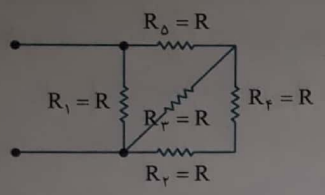


توان مصرفی مقاومتی را که بیش‌ترین جریان را از خود عبور می‌دهد، برابر با توان اسمی، یعنی ۱۰W می‌گیریم. توان مصرفی بقیه‌ی مقاومت‌ها با توجه به رابطه‌ی $P=RI^2$ به‌دست می‌آید. جریان مقاومت‌های شاخه‌ی پایین نصف جریان شاخه‌ی بالاست. پس توان مصرفی هر یک از آن ها $\frac{1}{4}$ توان مقاومت بالاست.

$$P\propto I^2\Rightarrow P=10+\frac{1}{4}\times10+\frac{1}{4}\times10=15W$$

Scanned by CamScanner

Ⓒ **۲۵۰- گزینه‌ی ۴** مقاومت معادل $R_۲$، $R_۳$، $R_۴$ و $R_۵$ را حساب می‌کنیم:

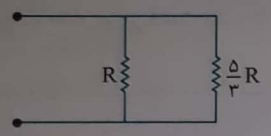


$$R_{۲,۴}=R_۲+R_۴=۲R$$

$$R_{۲,۳,۴}=\frac{۲R\times R}{۲R+R}=\frac{۲}{۳}R$$

$$R_{۲,۳,۴,۵}=R+\frac{۲}{۳}R=\frac{۵}{۳}R$$

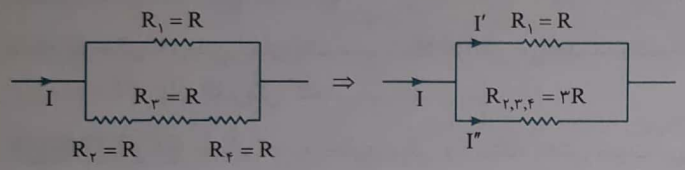
مدار را به شکل روبه‌رو فرض کنید. دو مقاومت R و $\frac{۵}{۳}R$ موازی‌اند و توان مصرفی مقاومت



R بیش‌تر است یعنی R می‌تواند ۲۰W مصرف کند در این صورت $P_{۲,۳,۴,۵}=\frac{۳}{۵}\times ۲۰=۱۲W$

و توان کل مصرفی برابر خواهد شد با: $P_T=۲۰+۱۲=۳۲W$

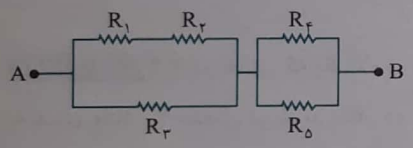
Ⓑ **۲۵۱- گزینه‌ی ۲**



چون $R_{۲,۳,۴}$ بزرگ‌تر از $R_۱$ است، I'' جریان عبوری از $R_{۲,۳,۴}$ کوچک‌تر از جریان عبوری $R_۱$ یعنی I' می‌باشد، در نتیجه حداکثر توان به مقاومت $R_۱$ می‌رسد. یعنی مقاومت $R_۱$ توان مصرفی‌اش ۶۰W بوده و توان مصرفی شاخه‌ی پایینی که مقاومتش ۳ برابر است $\frac{۱}{۳}$ توان مصرفی $R_۱$ است. $P_{۲۳۴}=\frac{۱}{۳}\times ۶۰=۲۰W$

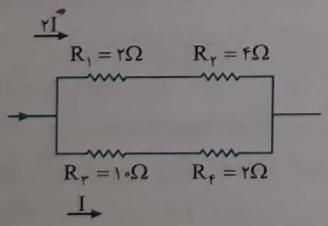
در این صورت: $P_T=۶۰+۲۰=۸۰W$

Ⓑ **۲۵۲- گزینه‌ی ۴** در شکل روبه‌رو اگر جریان مقاومت‌های $R_۱$ و $R_۲$، ۱/۲A آمپر باشد، جریان مقاومت $R_۳$ که با آن‌ها موازی است ۲/۴A شده و $R_۳$ آسیب می‌بیند. اگر جریان مقاومت‌های $R_۴$ و $R_۵$ هر کدام ۱/۲A باشد، جریان کل ۲/۴A می‌شود و جریان مقاومت‌های $R_۳$ و $R_{۱,۲}$ به ترتیب ۱/۶A و ۰/۸A



می‌شود. بنابراین $R_۳$ آسیب می‌بیند. از این‌رو باید جریان $R_۳$ برابر ۱/۲A شود که جریان $R_۱$ و $R_۲$ برابر $\frac{۱/۲}{۲}=۰/۶A$ شود و جریان مدار $۱/۲+۰/۶=۱/۸A$ شده و جریان مقاومت‌های $R_۴$ و $R_۵$ هر کدام $\frac{۱/۸}{۲}=۰/۹A$ شود و هیچ‌کدام از مقاومت‌ها آسیب نبینند. در این صورت: $V_{AB}=۱/۲\times R_۳+۰/۹\times R_۴=۱/۲\times ۲۰+۰/۹\times ۲۰=۴۲V$

Ⓑ **۲۵۳- گزینه‌ی ۴** ابتدا جریان I را بین دو شاخه تقسیم کرده و سپس توان هر مقاومت را به‌دست می‌آوریم. سپس مقاومتی که بیشینه توان را مصرف می‌کند مشخص می‌کنیم، سپس مقدار عددی توان همه‌ی مقاومت‌ها را محاسبه کرده و در آخر تمام توان‌ها را با هم جمع می‌کنیم، اگر جریان شاخه‌ی پایینی I باشد جریان شاخه‌ی بالایی که مقاومتش نصف است ۲I خواهد بود. در این صورت:

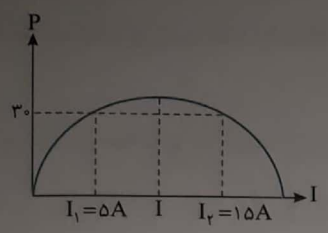


$$P_۱=R_۱(۲I)^۲=۴\times ۲I^۲\Rightarrow P_۱=۸I^۲ \qquad P_۳=R_۳I^۲\Rightarrow P_۳=۱۰I^۲$$

$$P_۲=R_۲(۲I)^۲=۴\times ۴I^۲\Rightarrow P_۲=۱۶I^۲ \qquad P_۴=R_۴I^۲\Rightarrow P_۴=۲I^۲$$

Scanned by CamScanner

Ⓒ **۳۲۱- گزینه‌ی ۴** معادله‌ی توان خروجی باتری به‌صورت $P=-rI^{۲}+\varepsilon I$ است. بنابراین نمودار $P-I$ به‌صورت سهمی می‌باشد.



با توجه به تقارن سهمی جریانی که در آن توان بیشینه است را محاسبه کنیم:

$$I=\frac{I_۱+I_۲}{۲}=\frac{۵+۱۵}{۲}=۱۰A$$

حال توان داده شده در جریان $I_۱$ و $I_۲$ را در معادله‌ی $P=-rI^{۲}+\varepsilon I$ می‌گذاریم تا r و ε را محاسبه کنیم:

$$\begin{matrix}(\varepsilon-I_۱r)I_۱=۳۰ \xrightarrow{I_۱=۵A} \\ (\varepsilon-I_۲r)I_۲=۳۰ \xrightarrow{I_۲=۱۵A}\end{matrix}\begin{cases}\varepsilon-۵r=۶\\ \varepsilon-۱۵r=۲\end{cases}\Rightarrow \varepsilon=۸V\,,\,r=۰/۴\,\Omega$$

جریانی که در آن توان بیشینه است را محاسبه کردیم و مقدار آن برابر ۱۰ A شد. با گذاشتن این جریان در معادله‌ی توان خروجی داریم:

$$P=-۰/۴I^{۲}+۸I \xrightarrow{I=۱۰A} P=-۴۰+۸۰=۴۰W$$

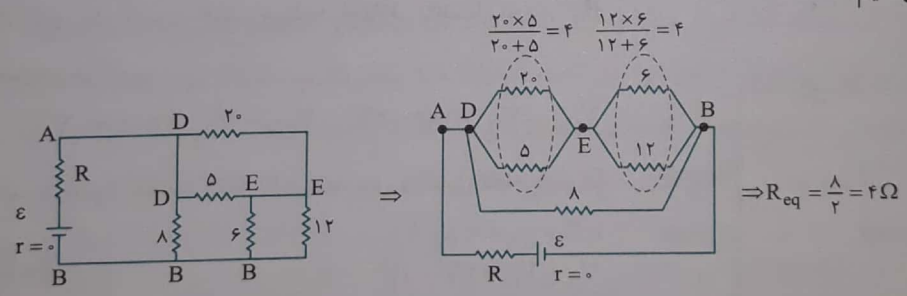
Ⓑ **۳۲۲- گزینه‌ی ۱** با بستن کلید K، مقاومت ۳Ω و ۹Ω با هم موازی می‌شوند. جریان عبوری از مدار را قبل و پس از بستن کلید به‌دست می‌آوریم:

$$I_۱=\frac{\varepsilon}{R_۱+r}\xrightarrow{R_۱=۹\Omega} I_۱=\frac{\varepsilon}{۹+r}\qquad I_۲=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}\xrightarrow{R_{eq}=\frac{۹\times۳}{۹+۳}=\frac{۲۷}{۱۲}V} I_۲=\frac{\varepsilon}{\frac{۲۷}{۱۲}+r}$$

توان مفید مولد را در هر دو حالت حساب می‌کنیم:

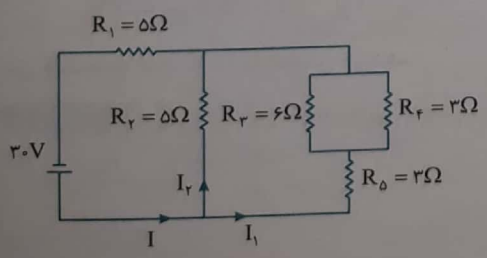
$$P=RI^{۲}\Rightarrow\begin{cases}P_۱=۹(\frac{\varepsilon}{۹+r})^{۲}\\ P_۲=\frac{۲۷}{۱۲}(\frac{\varepsilon}{\frac{۲۷}{۱۲}+r})^{۲}\end{cases}\xrightarrow{P_۱=P_۲}۹(\frac{\varepsilon}{۹+r})^{۲}=\frac{۲۷}{۱۲}(\frac{\varepsilon}{\frac{۲۷}{۱۲}+r})^{۲}\Rightarrow\frac{۱}{۹+r}=\frac{۱}{۲}\times(\frac{۱}{\frac{۲۷}{۱۲}+r})\Rightarrow\frac{۹}{۲}+۲r=۹+r\Rightarrow r=۴/۵\,\Omega$$

Ⓑ **۳۲۳- گزینه‌ی ۳** چون جریان عبوری از مقاومت R برابر I_T می‌باشد، ابتدا I_T را محاسبه می‌کنیم. برای این منظور مقاومت معادل مدار را محاسبه می‌کنیم:



مقاومت R را به‌عنوان مقاومت درونی مولد فرض می‌کنیم. توان مفید وقتی بیشینه است که مقاومت درونی مولد با مقاومت خارجی برابر باشد. یعنی R نیز باید ۴Ω باشد.

Ⓒ **۳۲۴- گزینه‌ی ۴** ابتدا مدار را به صورت مقابل رسم کرده و مقاومت کل مدار را به‌دست می‌آوریم:



$$R_{۳۴}=\frac{۶\times۳}{۶+۳}=۲\,\Omega\quad,\quad R_{۳۴۵}=۲+۳=۵\,\Omega$$

$$R_{۲۳۴۵}=\frac{۵}{۲}=۲/۵\,\Omega\quad,\quad R_{eq}=R_۱+R_{۲۳۴۵}=۵+۲/۵=۷/۵\,\Omega$$

حال جریان کل مدار را حساب می‌کنیم:

$$I=\frac{V}{R_{eq}}=\frac{۳۰}{۷/۵}\Rightarrow I=۴A$$

Scanned by CamScanner

مقاومت معادل شاخه‌ی سمت راست $(R_{۳۴۵}=۵\Omega)$ با مقاومت شاخه‌ی وسط برابر بوده و جریان بین آن‌ها تقسیم می‌شود:

$$I_۱=I_۲=\frac{۴}{۲}A\Rightarrow I_۱=I_۲=۲A$$

توان مقاومت $R_۱$ از همه بیش‌تر است، زیرا تمام جریان از آن می‌گذرد. توان شاخه‌ی سمت راست $(R_{۳۴۵})$ با توان شاخه‌ی سمت چپ شامل $R_۲$ برابر است، زیرا مقاومت و جریان دو شاخه یکی است. توان مقاومت $R_۵=۳\Omega$ از توان مقاومت $R_{۳۴}=۲\Omega$ بیش‌تر است، زیرا در شاخه‌های سری، جریان‌ها یکی است و مقاومت بزرگ‌تر، توانش بیش‌تر است. در این صورت باید یکی از مقاومت‌های $R_۴=۳\Omega$ و $R_۳=۶\Omega$ کم‌ترین توان را مصرف کند که در مقاومت‌های موازی چون ولتاژها برابر است، بنابر رابطه‌ی $P=\frac{V^۲}{R}$ مقاومت بزرگ‌تر، توان مصرفی‌اش کم‌تر است. پس توان مصرفی $R_۳=۶\Omega$ کم‌تر است که ولتاژ دو سر آن برابر $V_{۳,۴}=R_{۳,۴}\times I_۱=۲\times۲=۴V$ است و توان آن برابر است با:

$$V_{۳۴}=I_۱R_{۳۴}\Rightarrow V_{۳۴}=۲\times۲=۴V\Rightarrow P_۳=\frac{V^۲}{R}=\frac{۴^۲}{۶}=\frac{۱۶}{۶}\Rightarrow P_۳=\frac{۸}{۳}W$$

۳۲۵- گزینه‌ی ۲ (B) ابتدا با استفاده از تعداد الکترون‌های عبوری از مقطع سیم، جریان مدار را حساب می‌کنیم:

$$q=It=ne\xrightarrow[n=۲/۵\times۱۰^{۱۹}]{t=۱}I\times۱=۲/۵\times۱۰^{۱۹}\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\Rightarrow I=۴A$$

جریان مدار برابر است با:

$$I=\frac{\varepsilon}{R+r}\xrightarrow[R=۳]{I=۴A}۴=\frac{\varepsilon}{r+۳}\Rightarrow\varepsilon=۴r+۱۲\quad(۱)$$

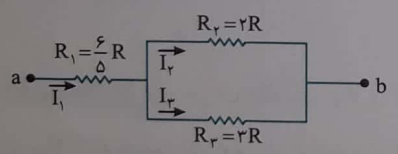
از سوی دیگر با توجه به این که توان تولیدی مولد ۳ برابر توان مصرف شده در مولد است، خواهیم داشت:

$$\frac{P_{\text{تولیدی}}}{P_{\text{مصرفی}}}=۳\xrightarrow[P_{\text{مصرفی}}=rI^۲]{P_{\text{تولیدی}}=\varepsilon I}\frac{\varepsilon I}{rI^۲}=۳\xrightarrow{I=۴A}\frac{\varepsilon}{۴r}=۳\Rightarrow\varepsilon=۱۲r\quad(۲)$$

با حل هم‌زمان دستگاه معادلات ۱ و ۲، اندازه‌ی نیروی محرکه‌ی مولد و مقاومت درونی آن به‌دست می‌آیند:

$$\begin{cases}\varepsilon=۴r+۱۲\\ \varepsilon=۱۲r\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}\varepsilon=۱۸V\\ r=۱/۵\Omega\end{cases}$$

۳۲۶- گزینه‌ی ۳ (B) مقاومت معادل مدار را به‌دست می‌آوریم. مقاومت‌های ۲R و ۳R با هم موازی بوده و با مقاومت $\frac{۶}{۵}R$ متوالی هستند.



$$R_{eq}=\frac{۶}{۵}R+\frac{۲R\times۳R}{۲R+۳R}\Rightarrow R_{eq}=\frac{۱۲}{۵}R$$

توان کل مدار ۲۵ وات است از این رو:

$$P_T=R_{eq}I_T^۲\Rightarrow۲۵=\frac{۱۲}{۵}RI_۱^۲\Rightarrow RI_۱^۲=\frac{۱۲۵}{۱۲}\text{ وات}$$

مقاومت‌های ۲R و ۳R با هم موازیند و اختلاف پتانسیل آن‌ها با هم برابر است. در این صورت:

$$V_۲=V_۳\Rightarrow I_۲R_۲=I_۳R_۳\Rightarrow I_۲(۲R)=I_۳(۳R)\Rightarrow I_۳=\frac{۲}{۳}I_۲$$

$$I_۱=I_۲+I_۳\Rightarrow I_۱=I_۲+\frac{۲}{۳}I_۲\Rightarrow I_۱=\frac{۵}{۳}I_۲\Rightarrow I_۲=\frac{۳}{۵}I_۱$$

اکنون توان مصرفی در مقاومت ۲R را حساب می‌کنیم:

از طرفی:

$$P_{۲R}=R_۲I_۲^۲\Rightarrow P_{۲R}=۲R(\frac{۳}{۵}I_۱)^۲\Rightarrow P_{۲R}=۲R(\frac{۹}{۲۵}I_۱^۲)$$

$$P_{۲R}=\frac{۱۸}{۲۵}\times(RI_۱^۲)\Rightarrow P_{۲R}=\frac{۱۸}{۲۵}\times\frac{۱۲۵}{۱۲}\Rightarrow P_{۲R}=\frac{۹۰}{۱۲}=۷/۵W$$

Scanned by CamScanner

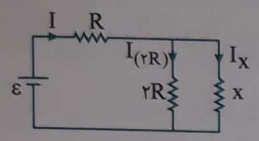
Ⓑ **۳۲۷- گزینه‌ی ۴** چون لامپ‌ها به اختلاف پتانسیل نوشته شده روی آن‌ها (۲۰۰V) متصل نشده‌اند، بنابراین توان خود را نیز مصرف نمی‌کنند. برای محاسبه‌ی توان مصرفی هر لامپ، با توجه به این که مقاومت لامپ‌ها ثابت فرض شده است، داریم:

$$P=\frac{V^2}{R}\Rightarrow\frac{P_T}{P_1}=(\frac{V_2}{V_1})^2\Rightarrow\frac{P_T}{800}=(\frac{150}{200})^2\Rightarrow P_T=450\ W\Rightarrow P_T=0/45\ kW$$

با توجه به این که هر شبانه‌روز معادل با ۲۴ ساعت است، انرژی الکتریکی مصرفی این سه لامپ در مدت یک شبانه‌روز برابر است با:

$$P=\frac{U}{t}\Rightarrow U=P\times t=\underset{\text{تعداد لامپ}}{\underset{\downarrow}{3}}\times 0/45\times 24=32/4\ kWh$$

Ⓒ **۳۲۸- گزینه‌ی ۳** جریان به نسبت وارون مقاومت‌ها بین آن‌ها تقسیم می‌شود:



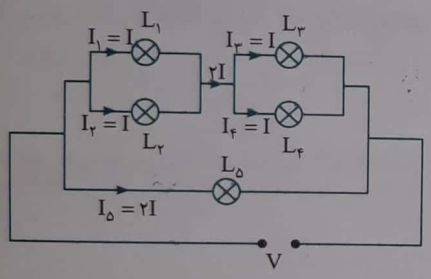
$$I_x=\frac{2R}{2R+x}I$$

$$P_x=\frac{1}{2}P_R\Rightarrow xI_x^2=\frac{1}{2}RI^2\Rightarrow x\frac{4R^2I^2}{(2R+x)^2}=\frac{1}{2}RI^2\Rightarrow\frac{4Rx}{(2R+x)^2}=\frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow 4R^2+4Rx+x^2=8Rx\Rightarrow 4R^2-4Rx+x^2=0\Rightarrow(2R-x)^2=0\Rightarrow x=2R$$

در حل این مسأله می‌توان از جای‌گذاری گزینه‌ها استفاده کرده و به راحتی گزینه‌ی (۳) را انتخاب کرد.

Ⓑ **۳۲۹- گزینه‌ی ۲** دقت کنید لامپ L_5 موازی مولد است و ولتاژ دو سر آن V و توان آن $P_5=\frac{V^2}{R}$ است. اما ولتاژ دو سر لامپ‌های L_1، L_2، L_3 و L_4 برابر $V_1=V_2=V_3=V_4=\frac{V}{2}$ است. پس توان مصرفی هر یک از آن‌ها برابر است با:



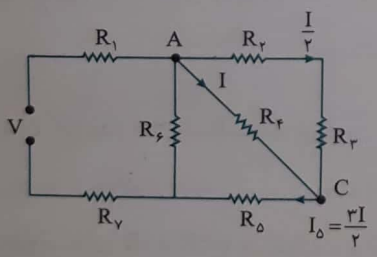
$$P_1=P_2=P_3=P_4=\frac{(\frac{V}{2})^2}{R}=\frac{V^2}{4R}=\frac{1}{4}P_5$$

توان مصرفی کل لامپ‌ها برابر است با:

$$P_1+P_2+P_3+P_4+P_5=200\Rightarrow\frac{1}{4}P_5+\frac{1}{4}P_5+\frac{1}{4}P_5+\frac{1}{4}P_5+P_5=200$$

$$\Rightarrow P_5=\frac{200}{2}=100W$$

Ⓒ **۳۳۰- گزینه‌ی ۲** جریان مقاومت R_4 را I فرض می‌کنیم، جریان شاخه‌ی R_2 و R_3 که مقاومتش دو برابر و موازی R_4 است $\frac{I}{2}$ می‌باشد. بنابراین جریان



گذرنده از R_5 برابر می‌شود با:

$$I=I+\frac{I}{2}=\frac{3I}{2}$$

مقاومت بین AC برابر است با:

$$R_{AC}=\frac{2R\times R}{2R+R}=\frac{2}{3}R$$

مقاومت $R_{2,3,4,5}$ برابر است با:

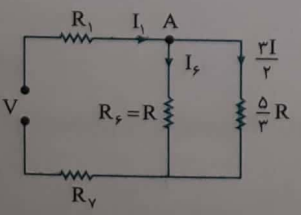
$$R+\frac{2}{3}R=\frac{5}{3}R$$

بنابراین جریان مقاومت R_6 برابر است با:

$$\frac{3I}{2}\times\frac{5}{3}R=I_6\times R\Rightarrow I_6=\frac{5}{2}I$$

جریان R_1 برابر خواهد بود با:

$$I_1=\frac{3I}{2}+\frac{5}{2}I=4I$$



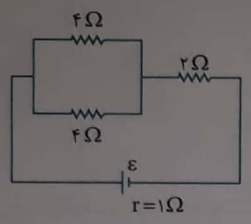
نسبت توان مصرفی در R_4 به توان مصرفی در R_1 برابر خواهد شد با:

$$\frac{P_4}{P_1}=\frac{RI_4^2}{RI_1^2}=\frac{I^2}{(4I)^2}\Rightarrow\frac{P_4}{P_1}=\frac{1}{16}$$

Scanned by CamScanner

Ⓑ **۳۳۱- گزینه‌ی ۴** توان کل مولد εI و توان مفید آن VI است، در این صورت:

$$Ra=\frac{P_{\text{مفید}}}{P_{\text{کل}}}\Rightarrow Ra=\frac{VI}{\varepsilon I}\Rightarrow Ra=\frac{V}{\varepsilon}\xrightarrow{V=IR}Ra=\frac{IR}{\varepsilon}$$



$$\xrightarrow{I=\frac{\varepsilon}{R+r}}Ra=\frac{\frac{\varepsilon}{R+r}R}{\varepsilon}\Rightarrow Ra=\frac{R}{R+r}$$

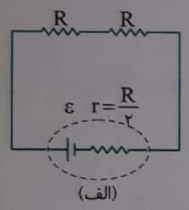
مقاومت مدار از دو مقاومت ۴Ω موازی که معادل آن‌ها با مقاومت ۲Ω سری است، تشکیل شده است و مقاومت معادل برابر است با:

$$R=\frac{۴}{۲}+۲\Rightarrow R=۴\,\Omega$$

بازده برابر خواهد شد با:

$$Ra=\frac{۴}{۴+۱}=\frac{۴}{۵}\Rightarrow Ra=۸۰\%$$

Ⓒ **۳۳۲- گزینه‌ی ۲** مقاومت درونی باتری $r=\frac{R}{۲}$ است. جریان در هر حالت را به‌دست می‌آوریم:



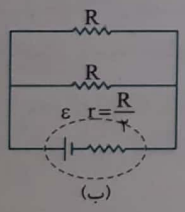
$$\text{حالت (الف)}:\ I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}\Rightarrow I=\frac{\varepsilon^{۲}}{۲R+\frac{R}{۲}}=\frac{۲\varepsilon}{۵R}$$

$$\text{حالت (ب)}:\ I'=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}\Rightarrow I'=\frac{\varepsilon}{\frac{R}{۲}+\frac{R}{۲}}=\frac{\varepsilon}{R}$$

توان خروجی را در هر حالت به‌دست می‌آوریم:

$$\text{حالت الف}:\ P=R_{eq}I^{۲}\Rightarrow P=۲R(\frac{۲}{۵}\frac{\varepsilon}{R})^{۲}\Rightarrow P=\frac{۸}{۲۵}\frac{\varepsilon^{۲}}{R}$$

$$\text{حالت ب}:\ P'=R'_{eq}I'^{۲}\Rightarrow P'=\frac{R}{۲}\times(\frac{\varepsilon}{R})^{۲}=P'=\frac{\varepsilon^{۲}}{۲R}$$



توان کل تولید شده توسط هر باتری را حساب می‌کنیم:

$$\text{حالت الف}:\ P_{\text{کل}}=\varepsilon I=\varepsilon(\frac{۲}{۵}\times\frac{\varepsilon}{R})=\frac{۲}{۵}\frac{\varepsilon^{۲}}{R}$$

$$\text{حالت ب}:\ P'_{\text{کل}}=\varepsilon I'=\varepsilon(\frac{\varepsilon}{R})=\frac{\varepsilon^{۲}}{R}$$

اکنون با توجه به تعریف بازده در متن مسأله، حل را ادامه می‌دهیم.

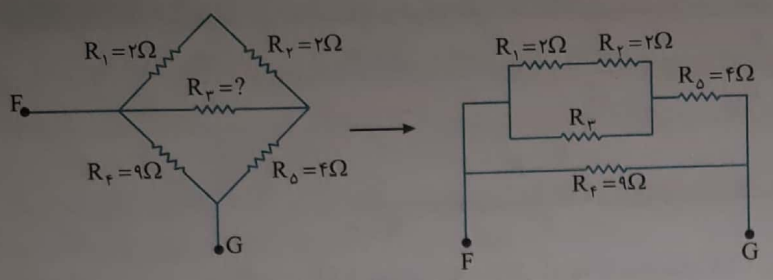
$$\frac{Ra}{Ra'}=\frac{\frac{P}{P_{\text{کل}}}}{\frac{P'}{P'_{\text{کل}}}}=\frac{P}{P'}\times\frac{P'_{\text{کل}}}{P_{\text{کل}}}\Rightarrow\frac{Ra}{Ra'}=\frac{\frac{۸}{۲۵}\frac{\varepsilon^{۲}}{R}}{\frac{\varepsilon^{۲}}{۲R}}\times\frac{\frac{\varepsilon^{۲}}{R}}{\frac{۲}{۵}\frac{\varepsilon^{۲}}{R}}=\frac{۸}{۵}$$

Ⓑ **۳۳۳- گزینه‌ی ۲** طبق رابطه‌ی راندمان $Ra=\frac{R}{R+r}$ داریم:

$$\begin{cases}Ra_{۱}=\frac{R_{۱}}{R_{۱}+r}=\frac{\frac{r}{۲}}{\frac{r}{۲}+r}=\frac{۱}{۳}\\ Ra_{۲}=\frac{R_{۲}}{R_{۲}+r}=\frac{۲r}{۲r+r}=\frac{۲}{۳}\end{cases}\Rightarrow Ra_{۲}=۲Ra_{۱}$$

Scanned by CamScanner

Ⓑ **۳۳۴- گزینه‌ی ۲** شکل مدار را ساده‌تر می‌کشیم.



توان مصرفی مقاومت‌های $R_۴$ و $R_۵$ با هم برابر است.

$$P_۴=P_۵\Rightarrow R_۴I_۴^۲=R_۵I_۵^۲\Rightarrow ۹I_۴^۲=۴I_۵^۲\Rightarrow I_۵=۱/۵I_۴$$

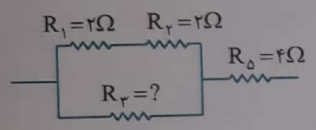
مقاومت $R_۵$ با مقاومت معادل $R_۱$، $R_۲$ و $R_۳$ یعنی $R_{۱,۲,۳}$ متوالی می‌باشد بنابراین:

$$I_۵=I_{۱,۲,۳}=I_{۱,۲,۳,۵}=۱/۵I_۴$$

مقاومت معادل $R_{۱,۲,۳,۵}$ با مقاومت $R_۴$ موازی بوده بنابراین ولتاژ دو سر آن‌ها با هم برابر است.

$$V_{۱,۲,۳,۵}=V_۴\Rightarrow R_{۱,۲,۳,۵}I_۵=R_۴I_۴\Rightarrow ۱/۵R_{۱,۲,۳,۵}I_۴=۹\times I_۴\Rightarrow R_{۱,۲,۳,۵}=۶\,\Omega$$

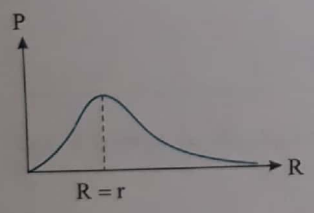
مقاومت معادل $R_{۱,۲,۳,۵}$ برابر $۶\,\Omega$ است.



$$R_۵+R_{۱,۲,۳}=R_{۱,۲,۳,۵}=۶\,\Omega\Rightarrow ۴+R_{۱,۲,۳}=۶\Rightarrow R_{۱,۲,۳}=۲\Omega$$

$$\frac{۱}{R_{۱,۲,۳}}=\frac{۱}{R_{۱,۲}}+\frac{۱}{R_۳}\xrightarrow[R_{۱,۲}=۴\Omega]{R_{۱,۲}=R_۱+R_۲}\frac{۱}{۲}=\frac{۱}{۴}+\frac{۱}{R_۳}\Rightarrow R_۳=۴\Omega$$

Ⓒ **۳۳۵- گزینه‌ی ۴** با بستن کلیدها یکی پس از دیگری، مقاومت معادل مدار (R_{eq}) کم‌تر و کم‌تر می‌شود. توان خروجی باتری از رابطه‌ی $P=\varepsilon I-rI^۲$ پیروی می‌کند که نمودار آن مانند سهمی شکل زیر است. اگر این کاهش در جهت نزدیک شدن R_{eq} به r باشد، توان خروجی باتری افزایش و اگر این کاهش در جهت دور شدن از r باشد، توان خروجی باتری کاهش می‌یابد. پس چون مقایسه‌ای از r و R در دست نیست، در مورد روند تغییر توان خروجی باتری نمی‌توان قضاوت کرد. اما در مورد توان مصرفی هر مقاومت با اتصال کلیدها، مقاومت معادل (R_{eq}) کاهش، شدت جریان در مدار افزایش و اختلاف پتانسیل دو سر مولد کاهش می‌یابد. از آن‌جا که اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌ها و مولد یکسان است، پس اختلاف پتانسیل دو سر هر مقاومت نیز کاهش می‌یابد و در نتیجه توان مصرفی آن نیز کاهش می‌یابد:



$$R_{eq}\downarrow\Rightarrow\uparrow I_T=\frac{\varepsilon}{(\downarrow R_{eq})+r}$$

$$V=\varepsilon-(rI_T\uparrow)\Rightarrow V\downarrow$$

$$P_۱=\frac{V^۲}{R_۱}\xrightarrow{V\downarrow}P_۱\downarrow$$

Ⓑ **۳۳۶- گزینه‌ی ۴** با حرکت لغزنده به طرف N، مقاومت R_{MN} کم می‌شود. زیرا قسمت بیش‌تری از مقاومت MN اتصال کوتاه می‌شود. با کاهش مقاومت R_{MN}، مقاومت کل کاهش و جریان مدار افزایش می‌یابد.

$$R_{MN}\downarrow\Rightarrow R_{eq}\downarrow\Rightarrow I_T\uparrow$$

با افزایش جریان مدار، ولتاژ دو سر مدار (ولتاژ دو سر مولد) کاهش می‌یابد:

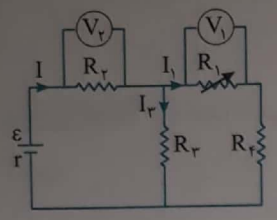
$$V_T=\varepsilon-(rI_T\uparrow)\Rightarrow V_T\downarrow$$

پس اختلاف پتانسیل دو سر $L_۱$ کم شده، جریان گذرنده از آن نیز کاهش می‌یابد و $L_۱$ کم نورتر می‌شود. اما جریان لامپ $L_۲$ افزایش می‌یابد:

$$I_T=I_۱+I_۲\xrightarrow{I_۱\downarrow\,,\,I_T\uparrow}I_۲\uparrow\Rightarrow L_۲\text{ پر نورتر شده}$$

Scanned by CamScanner

۳۳۷- گزینه‌ی ۳ با کاهش مقاومت R_1، مقاومت معادل کل مدار کاهش می‌یابد، بنابراین جریان عبوری از باتری افزایش می‌یابد. با افزایش جریان، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_2 افزایش می‌یابد:



$$R_1\downarrow \Rightarrow R_{eq}\downarrow \Rightarrow \uparrow I=\frac{\varepsilon}{(\downarrow R_{eq})+r}$$

$$V_2=R_2I\uparrow \Rightarrow V_2\uparrow$$

$$V_3=\varepsilon-(R_2+r)I\uparrow \Rightarrow V_3\downarrow$$

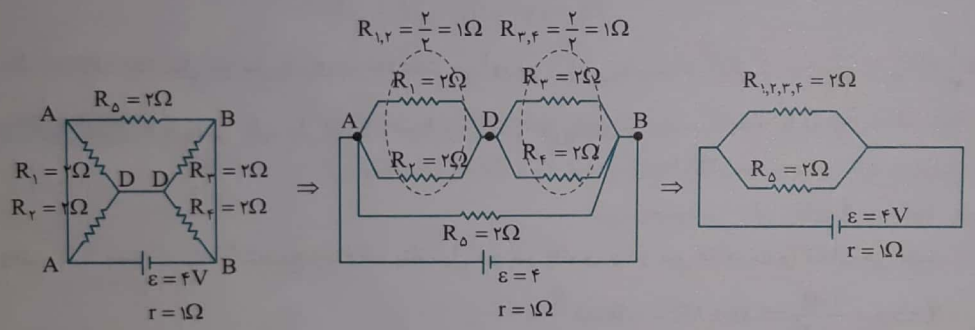
$$V_3=V_{1,4}\Rightarrow V_{1,4}\downarrow$$

$$\downarrow V_3=R_3I_3\downarrow \Rightarrow \uparrow I=I_1+I_3\downarrow \Rightarrow I_1\uparrow$$

به دلیل افزایش جریان عبوری از مقاومت R_4، V_4 افزایش می‌یابد و از طرفی چون V_{14} کاهش یافته است، بنابراین V_1 کاهش می‌یابد:

$$\begin{cases}\downarrow V_{1,4}=V_1+V_4\uparrow\\ \uparrow V_4=R_4I_1\uparrow\end{cases}\Rightarrow V_1\downarrow$$

۳۳۸- گزینه‌ی ۳ ابتدا با نام‌گذاری، مدار را ساده‌تر می‌کنیم:



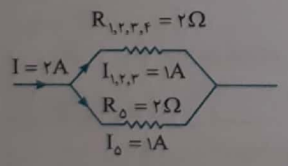
مقاومت معادل مدار برابر است با:

$$R_{eq}=\frac{2}{2}=1\Omega$$

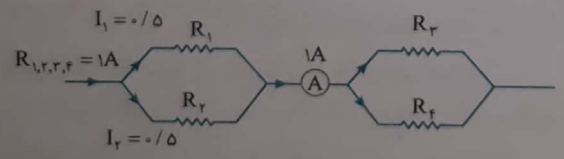
جریان مدار را حساب می‌کنیم:

$$I_{eq}=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}=\frac{4}{1+1}=2A$$

سپس جریان را بین شاخه‌ها تقسیم می‌کنیم و جریان هر مقاومت را به‌دست می‌آوریم:



دو شاخه‌ی بالا و پایین دارای مقاومت‌های مساوی هستند. پس جریان به طور مساوی بین آن‌ها تقسیم می‌شود.



آمپرسنج جریان شاخه‌ی بالایی را نشان می‌دهد.

$$\text{جریان آمپرسنج}=I_{1,2,3,4}=1A$$

Scanned by CamScanner

پاسخ آزمون

Ⓑ **۱- گزینه‌ی ۳** ابتدا با توجه به داده‌های مسأله، رابطه‌ی بین سطح مقطع دو سیم را به‌دست می‌آوریم:

$$m_A = ۶m_B \quad , \quad \rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V \Rightarrow \rho_A V_A = ۶\rho_B V_B \quad (۱)$$

$$\begin{cases} V_A = A_A l_A \\ V_B = A_B l_B \end{cases} \xrightarrow{(۱)} \rho_A A_A l_A = ۶\rho_B A_B l_B \xrightarrow[l_A = ۳l_B]{\rho_A = \rho_B} A_A \times ۳l_B = ۶A_B l_B \Rightarrow A_A = ۲A_B$$

حال به کمک رابطه‌ی ساختمانی مقاومت، نسبت مقاومت‌ها را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A \frac{l_A}{A_A}}{\rho_B \frac{l_B}{A_B}} = \frac{\frac{۳l_B}{۲A_B}}{\frac{l_B}{A_B}} = \frac{۳}{۲}$$

Ⓐ **۲- گزینه‌ی ۱** ابتدا جریان مدار را به‌دست می‌آوریم:

$$I = \frac{\varepsilon}{r+R} = \frac{\varepsilon}{r+\frac{r}{۲}} = \frac{۲\varepsilon}{۳r}$$

حال اختلاف پتانسیل دو سر باتری را به‌دست می‌آوریم:

$$V = \varepsilon - Ir = \varepsilon - \frac{۲\varepsilon}{۳r} \times r \Rightarrow V = \frac{۱}{۳}\varepsilon$$

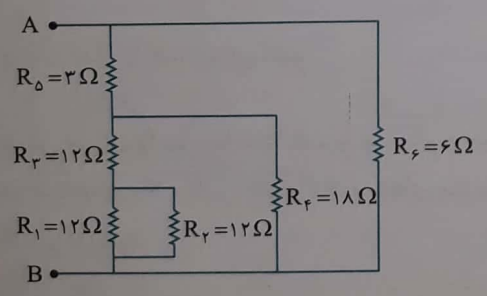
Ⓑ **۳- گزینه‌ی ۳** وقتی کلید باز است، $I = ۰$ و $V = \varepsilon$ می‌باشد.

$$\begin{cases} V = \varepsilon - Ir \\ I = ۰ \end{cases} \Rightarrow V = \varepsilon = ۱۰V$$

وقتی کلید بسته است، ولت‌سنج اختلاف پتانسیل دو سر باتری و دو سر مقاومت را نشان می‌دهد:

$$V = \varepsilon - Ir = IR \Rightarrow V = \frac{\varepsilon}{r+R} \times R \Rightarrow ۸ = \frac{۱۰R}{r+R} \Rightarrow ۸r + ۸R = ۱۰R \Rightarrow \frac{R}{r} = ۴$$

Ⓑ **۴- گزینه‌ی ۱** وقتی کلید K باز است، مدار مطابق شکل روبه‌رو است:



مقاومت $R_۱$ و $R_۲$ موازیند: $R_{۱,۲} = \frac{۱۲}{۲} = ۶\,\Omega$

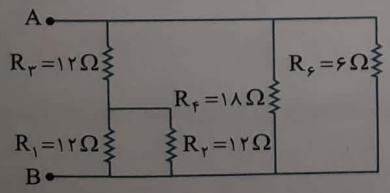
$R_{۱,۲}$ با $R_۳$ سری است: $R_{۱,۲,۳} = ۱۲ + ۶ = ۱۸\,\Omega$

$R_{۱,۲,۳}$ با $R_۴$ موازی است: $R_{۱۲۳۴} = \frac{۱۸}{۲} = ۹\,\Omega$

$R_{۱۲۳۴}$ با $R_۵$ سری است: $R_{۱۲۳۴۵} = ۳ + ۹ = ۱۲\,\Omega$

$R_{۱۲۳۴۵}$ با $R_۶$ موازی است: $R_{eq} = \frac{۱۲ \times ۶}{۱۲ + ۶} \Rightarrow R_{eq} = ۴\,\Omega$

وقتی کلید K بسته است، مدار به شکل زیر است:



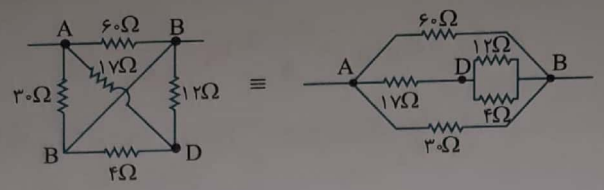
$R_۵ = ۳\,\Omega$ اتصال کوتاه شده و از مدار حذف می‌شود. مقاومت معادل $R_۱$، $R_۲$ و $R_۳$ مانند قبل بوده و برابر $۱۸\,\Omega$ است و مقاومت‌های $R_۴$ و $R_۶$ و $R_{۱۲۳}$ با هم موازیند:

$$\frac{۱}{R'_{eq}} = \frac{۱}{۱۸} + \frac{۱}{۱۸} + \frac{۱}{۶} \Rightarrow \frac{۱}{R'_{eq}} = \frac{۱+۱+۳}{۱۸} \Rightarrow R'_{eq} = ۳/۶\,\Omega$$

تغییر مقاومت برابر خواهد شد با: $R_{eq} - R'_{eq} = ۴ - ۳/۶ = ۰/۴\,\Omega$

Scanned by CamScanner

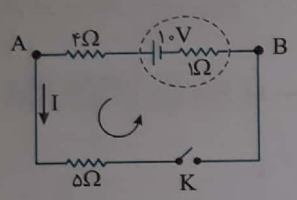
۵- گزینه‌ی ۱ با توجه به نقاط هم‌پتانسیل، مجدداً شکل را رسم می‌کنیم:



$$R_{BD}=\frac{۴\times۱۲}{۴+۱۲}=\frac{۴۸}{۱۶}=۳\Omega\ ,\ \frac{۱}{R_{eq}}=\frac{۱}{۶۰}+\frac{۱}{۱۷+۳}+\frac{۱}{۳۰}=\frac{۱+۳+۲}{۶۰}\Rightarrow R_{eq}=۱۰\Omega$$

۶- گزینه‌ی ۲ وقتی کلید باز و جریان صفر است افت پتانسیل در مقاومت درونی باتری و مقاومت‌های مدار صفر است و اختلاف پتانسیل $V_A-V_B=\varepsilon=۱۰V$ است.

با بستن کلید K، در مدار جریان برقرار می‌شود.



$$V_A-۵\times I-۱\times I+۱۰-۴I=V_A\Rightarrow I=\frac{۱۰}{۱۰}=۱A$$

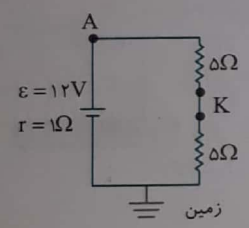
$$I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}=\frac{۱۰}{۵+۴+۱}=\frac{۱۰}{۱۰}=۱A$$

در این حالت اختلاف پتانسیل بین A و B برابر اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ۵ اهمی است.

$$V_A-V_B=IR=۱\times۵=۵V$$

بنابراین اختلاف پتانسیل بین A و B از ۱۰ ولت به ۵ ولت کاهش می‌یابد: $\Delta V=۵V$

۷- گزینه‌ی ۳ با باز کردن کلید K جریان مدار صفر شده و پتانسیل نقطه‌ی A یعنی اختلاف پتانسیل بین نقطه‌ی A و اتصال به زمین برابر نیروی محرکه باتری بوده و چون نقطه‌ی A به قطب مثبت باتری متصل است، پتانسیل نقطه‌ی A برابر $+۱۲V$ خواهد بود.



۸- گزینه‌ی ۱ با کاهش اختلاف پتانسیل دو سر لامپ، توان مصرفی لامپ کاهش می‌یابد.

$$\begin{cases} V_۱=۲۰۰V \\ V_۲=۱۲۰V\Rightarrow\frac{P_۲}{P_۱}=(\frac{V_۲}{V_۱})^۲=(\frac{۱۲۰}{۲۰۰})^۲=۰/۳۶\Rightarrow P_۲=۰/۳۶P_۱ \\ P=\frac{V^۲}{R} \end{cases}$$

$\Delta P=P_۲-P_۱=۰/۳۶P_۱-P_۱=-۰/۶۴P_۱\Rightarrow$ توان مصرفی مقاومت ۶۴ درصد کاهش می‌یابد.

۹- گزینه‌ی ۱ در شکل الف: ولت‌سنج به صورت موازی با یک سیم بدون مقاومت بسته شده و با توجه به رابطه‌ی $V=RI$؛ اگر مقاومت سیم صفر باشد، اختلاف پتانسیل دو سر آن نیز صفر است، پس ولت‌سنج، صفر را نشان می‌دهد.

در شکل ب: ولت‌سنج به طور موازی با مقاومت و باتری وصل شده: $V=\varepsilon-rI\le\varepsilon$

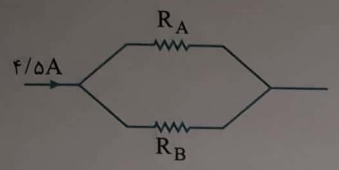
در شکل پ: کلید باز است و جریانی در مدار وجود ندارد: $\begin{cases} V=\varepsilon-rI \\ I=۰ \end{cases}\Rightarrow V=\varepsilon$

در شکل ت: ولت‌سنج به‌طور اشتباه در مدار به صورت متوالی وصل شده و نیروی محرکه‌ی باتری را نشان می‌دهد: $V=\varepsilon$

۱۰- گزینه‌ی ۳ چون یکی از ولت‌سنج‌ها در مدار اصلی بسته شده است، بنابراین جریان در مدار، برابر با صفر است. بنابراین هر دو ولت‌سنج نیروی محرکه‌ی باتری را نشان می‌دهند.

Scanned by CamScanner

Ⓐ **۱۱- گزینه‌ی ۲** دو مقاومت موازی هستند. بنابراین اختلاف پتانسیل یکسانی دارند:



$$R_A I_A = R_B I_B \Rightarrow \frac{\rho_A . l_A}{A_A} I_A = \frac{\rho_B . l_B}{A_B} I_B$$

$$\xrightarrow[A_A = A_B]{l_A = l_B} ۱/۶\times۱۰^{-۸} I_A = ۵/۶\times۱۰^{-۸} I_B \Rightarrow ۲I_A = ۷I_B \Rightarrow I_B = \frac{۲}{۷} I_A$$

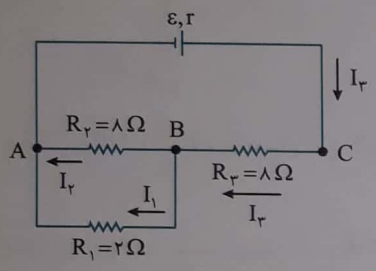
از طرفی جمع جریان‌ها ۴/۵ آمپر است:

$$I_A + I_B = ۴/۵ \Rightarrow I_A + \frac{۲I_A}{۷} = ۴/۵ \Rightarrow I_A = ۳/۵\ A$$

Ⓐ **۱۲- گزینه‌ی ۴** ولتاژ دو سر مقاومت خارجی R، برابر ۱۸V و ولتاژ دو سر مقاومت درونی ۲V = ۱۸ − ۲۰ است و جریان عبوری از هر دو یکی است.

$$P = VI \Rightarrow \frac{P_R}{P_r} = \frac{۱۸I}{۲I} = ۹$$

Ⓑ **۱۳- گزینه‌ی ۴** ولتاژ دو سر مقاومت $R_۱$ و $R_۲$ با هم برابر است:



$$V_{AB} = V_۱ = V_۲ \Rightarrow I_۱ R_۱ = I_۲ R_۲ \Rightarrow I_۱ = ۴I_۲$$

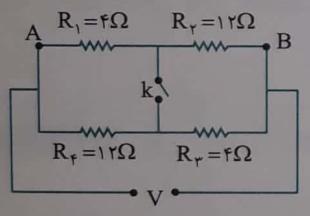
از طرفی $I_۳ = I_۱ + I_۲$ است:

$$I_۳ = I_۱ + \frac{I_۱}{۴} \Rightarrow I_۳ = \frac{۵}{۴} I_۱$$

توان $R_۱$ و $R_۳$ را نوشته و بر هم تقسیم می‌کنیم:

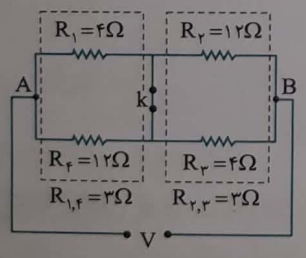
$$\frac{P_۳}{P_۱} = \frac{I_۳^۲ R_۳}{I_۱^۲ R_۱} \Rightarrow \frac{P_۳}{P_۱} = \frac{\frac{۲۵}{۱۶} I_۱}{I_۱} \times \frac{۸}{۲} \Rightarrow \frac{P_۳}{P_۱} = \frac{۲۵}{۴}$$

Ⓑ **۱۴- گزینه‌ی ۱** وقتی کلید باز است، جریان عبوری از $R_۱$ به شکل زیر به‌دست می‌آید:



$$V_{AB} = V \Rightarrow (R_۱ + R_۲) I = V \Rightarrow I = \frac{V}{۱۶}$$

وقتی کلید بسته است، جریان عبوری از $R_۱$ به شکل زیر به‌دست می‌آید:



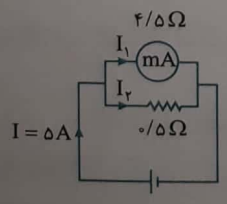
دو مقاومت $R_{۱,۴}$ و $R_{۲,۳}$ برابر هستند و ولتاژ کل مدار به طور مساوی بین آن‌ها تقسیم می‌شود. پس:

$$V_{۱,۴} = \frac{V}{۲} \Rightarrow R_۱ I' = \frac{V}{۲} \Rightarrow I' = \frac{V}{۸}$$

حاصل $\frac{I'}{I}$ به‌دست می‌آید:

$$\frac{I'}{I} = \frac{\frac{V}{۸}}{\frac{V}{۱۶}} = ۲$$

Ⓐ **۱۵- گزینه‌ی ۱** مقاومت آمپرسنج، موازی با مقاومت ۰/۵ اهمی است و اختلاف پتانسیل آن‌ها با هم برابر است.

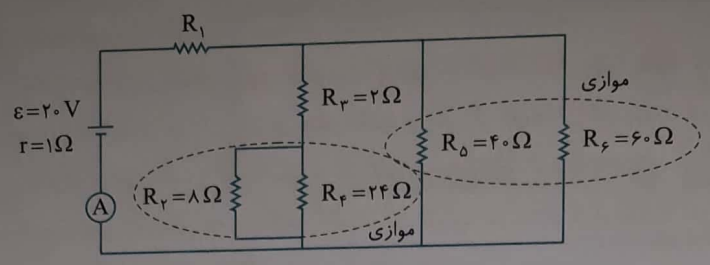


$$\begin{cases} V_۱ = V_۲ \Rightarrow R_۱ I_۱ = R_۲ I_۲ \Rightarrow ۴/۵\times I_۱ = ۰/۵ I_۲ \Rightarrow ۹I_۱ = I_۲ \\ I_۱ + I_۲ = I = ۵ \end{cases} \Rightarrow I_۱ = ۰/۵A\ ,\ I_۲ = ۴/۵A$$

آمپرسنج جریان $I_۱$، یعنی ۰/۵ آمپر را نشان می‌دهد.

Scanned by CamScanner

۱۶- گزینه‌ی ۱ مدار را مطابق شکل ساده‌تر می‌کنیم:

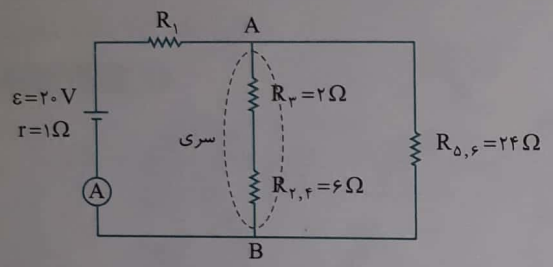


مقاومت معادل $R_۵$ و $R_۶$ و مقاومت معادل $R_۲$ و $R_۴$ را به‌دست می‌آوریم:

$$R_{۲,۴}=\frac{۸\times۲۴}{۸+۲۴}=۶\,\Omega$$

$$R_{۵,۶}=\frac{۴۰\times۶۰}{۴۰+۶۰}=۲۴\,\Omega$$

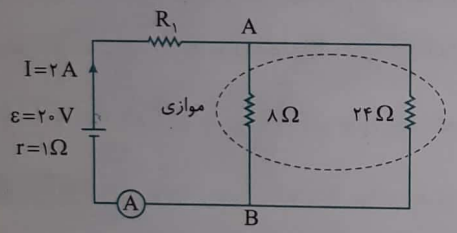
مقاومت $R_۳$ و $R_{۲,۴}$ سری هستند:



$$R_{۲۳۴}=۲+۶=۸\,\Omega$$

$$R_{AB}=\frac{۲۴\times۸}{۲۴+۸}=۶\,\Omega$$

به کمک جریان، مقاومت معادل کل مدار را به‌دست می‌آوریم:



$$I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}\Rightarrow ۲=\frac{۲۰}{R_{eq}+۱}\Rightarrow R_{eq}=۹\,\Omega$$

بنابراین مقاومت $R_۱$ برابر است با:

$$R_{eq}=R_۱+R_{AB}\Rightarrow ۹=R_۱+۶\Rightarrow R_۱=۳\,\Omega$$

۱۷- گزینه‌ی ۱ ابتدا مقاومت بین A و B را به‌دست می‌آوریم:

$$R_{AB}=\frac{V_{AB}}{I}\Rightarrow R_{AB}=\frac{۸/۵}{۰/۵}=۱۷\,\Omega \quad (۱)$$

مقاومت R و مقاومت $۳۰\,\Omega$ موازی و معادل آن‌ها با مقاومت $۵\,\Omega$ متوالی است، از این‌رو:

$$R_{AB}=\frac{۳۰\times R}{۳۰+R}+۵ \quad (۲)$$

رابطه‌ی (۱) و (۲) را مساوی قرار می‌دهیم:

$$\frac{۳۰\times R}{۳۰+R}+۵=۱۷\Rightarrow\frac{۳۰R}{۳۰+R}=۱۲\Rightarrow\frac{۵R}{۳۰+R}=۲\Rightarrow ۵R=۶۰+۲R\Rightarrow R=۲۰\,\Omega$$

اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت $۲۰\,\Omega$ و $۳۰\,\Omega$ با هم برابر است:

$$V_۱=V_۲\Rightarrow ۳۰I_۱=۲۰I_R\Rightarrow I_۱=\frac{۲}{۳}I_R\Rightarrow I=I_۱+I_R\Rightarrow ۰/۵=\frac{۲}{۳}I_R+I_R$$

$$\Rightarrow ۰/۵=\frac{۵I_R}{۳}\Rightarrow I_R=۰/۳A\Rightarrow I_۱=۰/۵-۰/۳=۰/۲A$$

۱۸- گزینه‌ی ۳ این دسته از سؤالات از رایج‌ترین تست‌های کنکورهای سراسری و آزاد می‌باشند. اما منظور از پرنورتر و کم‌نورتر چیست؟ در لامپ‌های مشابه هنگامی می‌گوییم لامپ پرنورتر شده است که جریان عبوری از آن افزایش پیدا می‌کند و هنگامی می‌گوییم کم‌نورتر می‌شود که جریان عبوری از آن‌ها کم‌تر شود. در این حالت بهتر است لامپ‌ها را با یک مقاومت جایگزین کنیم.

Scanned by CamScanner

برای حل این گونه تست‌ها به نکات زیر توجه کنید:

۱- اگر لامپی از یک مجموعه‌ی سری بسوزد، کلیه‌ی لامپ‌های آن شاخه از کار می‌افتند.

۲- اگر لامپی به طور موازی با دیگری به مدار اضافه شود، مقاومت کاهش و اگر از مدار جدا شود، مقاومت افزایش خواهد یافت.

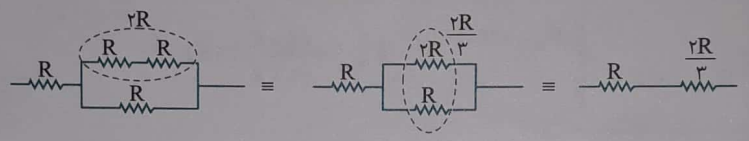
۳- اگر دو لامپ با هم موازی باشند و مقاومت درونی باتری صفر باشد و یکی از آن‌ها از کار بیفتد در نور لامپ دیگر تأثیری ایجاد نمی‌شود. ولی اگر مقاومت درونی باتری صفر نباشد، نور لامپ دیگر افزایش می‌یابد.

۴- اگر دو سر لامپی به‌وسیله‌ی سیم بدون مقاومتی به هم وصل شود، آن لامپ در مدار قرار ندارد. در این حالت اصطلاحاً می‌گوییم که اتصال کوتاه برقرار شده است. (این نکته در مورد مقاومت نیز صادق است.)

۵- اگر در یک مدار که مقاومت درونی باتری صفر است، با تعدادی لامپ که به طور موازی به هم متصل شده‌اند، تعداد دیگری لامپ موازی با آن‌ها ببندیم، نور هیچ‌کدام تغییر نخواهد کرد. ولی اگر مقاومت درونی باتری صفر نباشد، نور لامپ‌های دیگر کاهش می‌یابد.

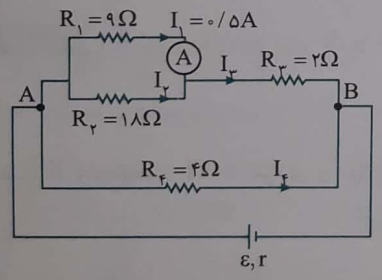
در این تست لامپ $L_۲$ از مدار خارج می‌شود و چون موازی است مقاومت مدار افزایش می‌یابد. بنابراین جریان عبوری از لامپ $L_۳$ کم‌تر می‌شود. بنابراین کم‌نورتر می‌شود. از طرفی طبق رابطه‌ی $V_۱=\varepsilon-R_۳I$ با کاهش I، اختلاف پتانسیل دو سر لامپ $L_۱$ افزایش می‌یابد و نور آن زیاد می‌شود.

Ⓑ **۱۹- گزینه‌ی ۴**



ولتاژ کل بین دو مقاومت سری به نسبت مقاومت‌ها تقسیم می‌شود، پس به مقاومت R ولتاژ بیش‌تری تعلق می‌گیرد و احتمال سوختن آن بیش‌تر است. پس توان مصرفی مقاومت R را برابر با ۹ وات می‌گیریم که در این صورت توان مصرفی مقاومت $\frac{۲R}{۳}$ برابر با $۶=۹\times\frac{۲}{۳}$ وات می‌شود، بنابراین حداکثر توان قابل تحمل مدار برابر با $۹+۶=۱۵W$ است.

Ⓑ **۲۰- گزینه‌ی ۱** دو مقاومت $R_۱$ و $R_۲$ موازی هستند.



$$R_۱I_۱=R_۲I_۲\Rightarrow ۹\times ۰/۵=۱۸I_۲\Rightarrow I_۲=۰/۲۵A$$

$$I_۳=I_۱+I_۲=۰/۵+۰/۲۵=۰/۷۵A$$

$R_{۱,۲}$ با $R_۳$ متوالی هستند و حاصل آن‌ها با $R_۴$ موازی است:

$$R_{۱,۲}=\frac{R_۱R_۲}{R_۱+R_۲}=\frac{۹\times ۱۸}{۹+۱۸}=۶\Omega$$

$$R_{۱,۲,۳}I_۳=R_۴I_۴\Rightarrow (R_{۱,۲}+R_۳)I_۳=R_۴I_۴$$

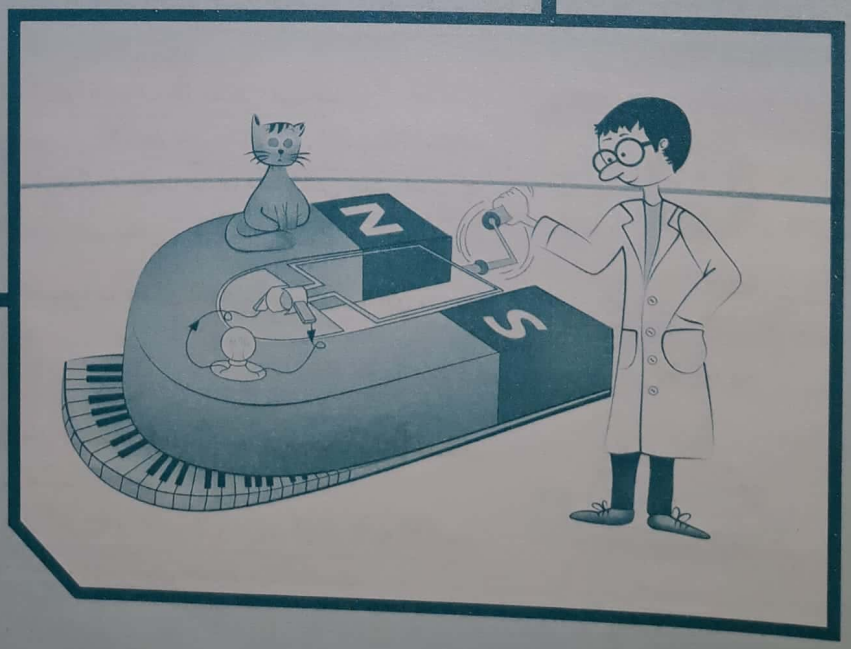
$$\Rightarrow (۶+۲)\times ۰/۷۵=۴I_۴\Rightarrow I_۴=۱/۵A$$

$$P_۴=R_۴I_۴^۲=۴\times(۱/۵)^۲=۹W$$

Scanned by CamScanner

فصل ۳

مغناطیس و القای الکترومغناطیسی



Scanned by CamScanner

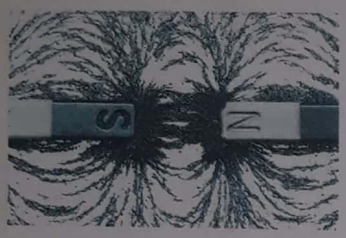
فصل سوم: مغناطیس و القای الکترومغناطیسی

بخش اول: مفاهیم اولیه مغناطیس

مغناطیس (آهن‌ربا)

سنگ طبیعی آهن Fe_3O_4 (مگنتیت) می‌تواند براده‌های آهن را برباید. به موادی که این خاصیت را داشته باشند، آهن‌ربا و این خاصیت را خاصیت مغناطیسی گویند.

قطب‌های آهن‌ربا

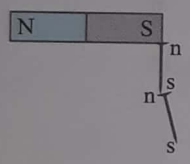


در هر آهن‌ربا، دو ناحیه وجود دارد که خاصیت مغناطیسی در آنجا از نواحی دیگر بسیار بیش‌تر است که به آن قطب‌های آهن‌ربا گویند. جذب

هرگاه یک آهن‌ربای میله‌ای که قطب‌های آن در دو انتهایش قرار دارد را از وسط از یک ریسمان آویزان کنیم، میله در راستای تقریبی شمال و جنوب می‌ایستد، یک سر آن که به سوی شمال قرار می‌گیرد را قطب N (قطب شمال) و سر دیگر آن که به سوی جنوب است را قطب S (قطب جنوب) گویند.

- قطب‌های مغناطیسی همواره به‌صورت زوج ظاهر می‌شوند و تک قطب مغناطیسی مجزا تاکنون در طبیعت مشاهده نشده است.
- قطب‌های همنام یک‌دیگر را می‌رانند و قطب‌های ناهمنام یک‌دیگر را می‌ربایند.

پدیده‌ی القای مغناطیسی



- هرگاه به یک آهن‌ربا مطابق شکل یک میخ آهنی نزدیک کنیم، میخ ابتدا آهن‌ربا شده سپس جذب آهن‌ربا می‌شود. این پدیده را القای مغناطیسی گویند.
- القای مغناطیسی همواره به‌گونه‌ای است که سبب ربایش می‌شود.

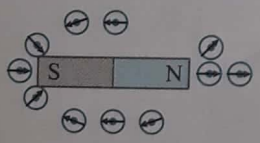
میدان مغناطیسی

- در فضای اطراف هر آهن‌ربا، خاصیتی وجود دارد که براجسام مغناطیسی دیگر واقع در آن فضا نیرو وارد می‌کند. این خاصیت فضا را میدان مغناطیسی می‌گویند.

هم جهت و هم مقدار

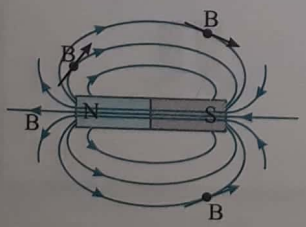
- میدان مغناطیسی کمیت برداری است و آن را با حرف $\vec{B}$ نمایش می‌دهند.

- برای مشخص کردن جهت میدان مغناطیسی از یک عقربه‌ی مغناطیسی (قطب‌نما) استفاده می‌گردد. هرگاه عقربه مغناطیسی در میدان قرار گیرد جهت میدان مغناطیسی جهتی است که قطب N عقربه مغناطیسی نمایش می‌دهد.



- در شکل روبه‌رو جهت‌گیری تعدادی قطب‌نما در فضای اطراف آهن‌ربای میله‌ای نشان داده شده است.

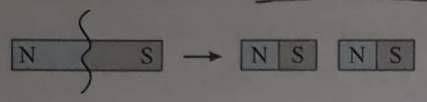
خطوط میدان مغناطیسی



- برای نمایش میدان مغناطیسی در ناحیه‌ای از فضا از خطوطی به نام خطوط میدان استفاده می‌شود. این خطوط دارای ویژگی‌های زیر هستند:
- سوی قراردادی خطوط میدان در خارج از آهن‌ربا از N به S و درون آن از S به N است.
- بردار $\vec{B}$ در هر نقطه بر خطوط میدان مماس و در سوی خطوط میدان است.

Scanned by CamScanner

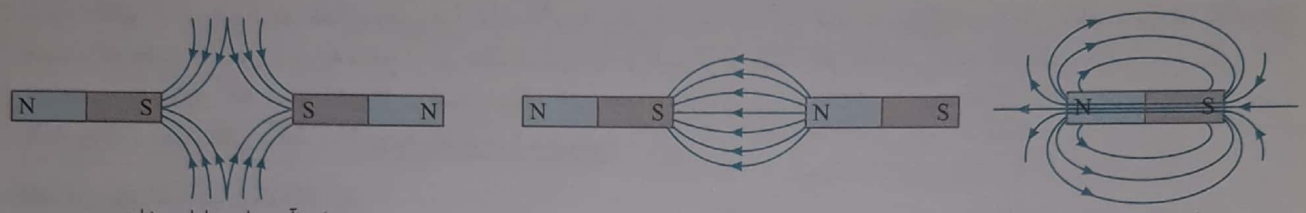
- هرچه میدان مغناطیسی در ناحیه‌ای از فضا قوی‌تر باشد، تراکم خطوط میدان در آن ناحیه بیش‌تر است.



- خطوط میدان مغناطیسی خطوطی بسته هستند. زیرا تک‌قطبی مغناطیسی (N یا S تنها) نداریم. به‌عبارت بهتر هرگاه یک آهن‌ربای میله‌ای را از وسط نصف کنیم، دو آهن‌ربای کامل حاصل می‌شود.

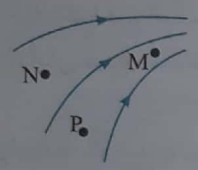
- خطوط میدان مغناطیسی هیچ‌گاه یک‌دیگر را قطع نمی‌کنند.

رسم خطوط میدان چند آهن‌ربا



الف)آهن‌ربای میله‌ای — ب)دو آهن‌ربای میله‌ای مشابه — پ)دو آهن‌ربای میله‌ای مشابه

تست ۱: در شکل روبه‌رو خط‌های میدان مغناطیسی رسم شده است. کدام گزینه در مورد میدان مغناطیسی در نقطه‌های N، M و P درست است؟



۱) $B_P = B_N < B_M$

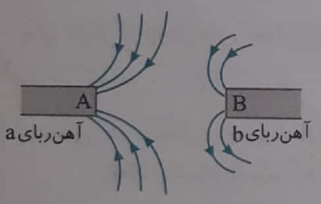
۲) $B_N < B_P < P_M$

۳) $B_P < B_N < P_M$

۴) $B_N = B_M = B_P$

پاسخ: در نقطه M خط‌های میدان به هم نزدیک‌تر است و میدان در آن نقطه از P و N بزرگ‌تر است. خط‌های میدان در نقطه‌ی P از خط‌های میدان در نقطه‌ی N به هم نزدیک‌تر هستند و میدان در نقطه P از نقطه N بزرگ‌تر است. در این صورت $B_N < B_P < B_M$ بوده و بنابراین گزینه‌ی (۲) درست است.

پرسش: در شکل روبه‌رو خطوط میدان در مجاورت دو آهن‌ربای میله‌ای رسم شده است. A و B کدام قطب آهن‌ربا هستند و کدام آهن‌ربا قوی‌تر است؟

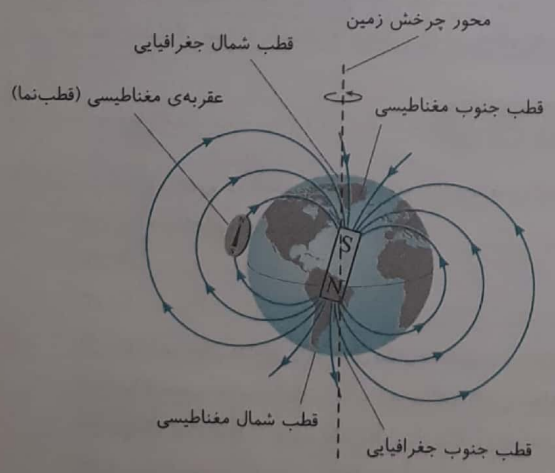


پاسخ: خط‌های میدان به قطب‌های A و B وارد می‌شود پس هر دو قطب S هستند. اما آهن‌ربای a از آهن‌ربای b قوی‌تر است زیرا تعداد خط‌ها در مجاورت آهن‌ربای a بیش‌تر و به هم نزدیک‌تر است.

میدان مغناطیسی زمین

زمین یک مغناطیس بزرگ است و رفتار آن شبیه یک آهن‌ربای میله‌ای است که در مرکز زمین قرار دارد و قطب S آن در شمال زمین و قطب N آن در جنوب زمین است.

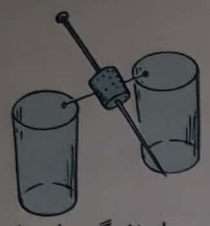
- قطب‌های مغناطیسی زمین از قطب‌های جغرافیایی آن فاصله دارد.
- یک عقربه‌ی مغناطیسی دقیقاً در جهت شمال جغرافیایی زمین قرار نمی‌گیرد.



شکل (۱)

Scanned by CamScanner

زاویه‌ی شیب مغناطیسی

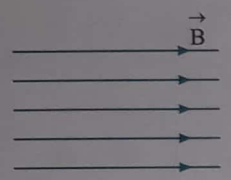


وقتی یک آهن‌ربای میله‌ای را از وسط آن آویزان کنیم در بیش‌تر نقاط زمین به‌طور افقی قرار نمی‌گیرد و امتداد آن با سطح افقی زاویه می‌سازد به این زاویه، شیب مغناطیسی گفته می‌شود. درواقع زاویه‌ی بین راستای آهن‌ربا و راستای خطوط میدان مغناطیسی زمین را شیب مغناطیسی گویند.

پرسش: به نظر شما اگر یک آهن‌ربای میله‌ای را از وسط به یک ریسمان بیاویزیم و آهن‌ربا در تعادل باشد، در محل زندگی ما در ایران قطب N آهن‌ربا پایین‌تر از سطح افقی قرار می‌گیرد یا قطب S آن؟

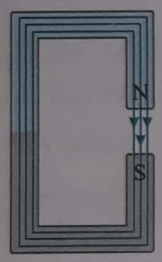
پاسخ: کشور ما در نیم‌کره‌ی شمالی زمین قرار دارد. اگر به شکل (۱) خوب دقت کنید در نیم‌کره‌ی شمالی خطوط میدان به‌گونه‌ای هستند که قطب N آهن‌ربا رو به سطح زمین منحرف می‌شود و پایین‌تر از حالت افقی قرار می‌گیرد اما قطب S از سطح افقی بالاتر خواهد بود. در روی خط استوا آهن‌ربا در امتداد سطح افقی بوده و زاویه‌ی شیب مغناطیسی صفر است. در نیم‌کره‌ی جنوبی، قطب S پایین‌تر از سطح افقی و قطب N رو به بالا منحرف می‌شود.

میدان مغناطیسی یکنواخت



- هرگاه در ناحیه‌ای از فضا جهت و اندازه‌ی میدان مغناطیسی تغییر نکند، میدان مغناطیسی در آن ناحیه یکنواخت است.

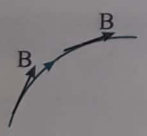
برای نمایش میدان مغناطیسی یکنواخت از خط‌های موازی با فاصله‌های یکسان استفاده می‌شود.



- برای ایجاد میدان مغناطیسی یکنواخت از یک آهن‌ربای دائمی با شکل حرف C لاتین که قطب‌های آن به هم نزدیک است استفاده می‌شود.

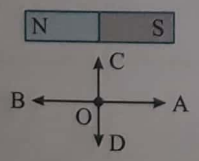
- یکی دیگر از روش‌های ایجاد میدان مغناطیسی یکنواخت استفاده از یک سیملوله حامل جریان الکتریکی است که در ادامه با آن آشنا می‌شوید.

پرسش: در شکل روبه‌رو خطوط میدان مغناطیسی نمایش داده شده است و اندازه‌ی میدان در تمام نقاط یکسان است. آیا این میدان یکنواخت است یا نه؟ توضیح دهید.



پاسخ: با آن‌که فاصله‌ی خط‌های میدان یکسان است و خطوط میدان به موازات هم هستند، اما به دلیل انحنای خط‌ها، میدان یکنواخت نیست. زیرا میدان مغناطیسی بردار است و در هر نقطه بر خط‌های میدان مماس است و جهت آن در حال تغییر است و میدان یکنواخت نیست.

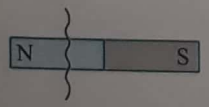
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش اول



۱- **در شکل روبه‌رو در نقطه‌ی O واقع بر عمود منصف آهن‌ربای میله‌ای NS، جهت میدان مغناطیسی آهن‌ربا در کدام جهت است؟** (برگرفته از کتاب درسی)

۱) A ۲) B

۳) C ۴) D



۲- **اگر یک آهن‌ربای میله‌ای را از محل نشان داده شده در شکل برش دهیم، .....** (برگرفته از کتاب درسی)

۱) تنها قسمت سمت راست، یک آهن‌ربای کامل خواهد بود.

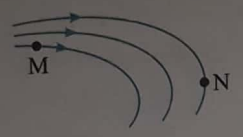
۲) تنها قسمت سمت چپ، یک آهن‌ربای کامل خواهد بود.

۳) هر دو قسمت، آهن‌ربای کامل خواهند بود.

۴) تنها وقتی در هر دو قسمت دو آهن‌ربای کامل خواهیم داشت که برش از وسط صورت گیرد.

Scanned by CamScanner

۳- شکل روبه‌رو خط‌های میدان مغناطیسی را در ناحیه‌ای از فضا نشان می‌دهد. کدام گزینه جهت میدان را به‌ترتیب در نقاط M و N درست نشان داده و مقایسه‌ی درستی از بزرگی میدان مغناطیسی در نقاط M و N دارد؟



(برگرفته از کتاب درسی)

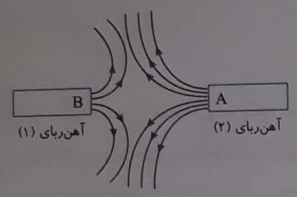
۱) $B_M > B_N$ و $\vec{B}_N \downarrow$ ، $\vec{B}_M \rightarrow$

۲) $B_M > B_N$ و $\vec{B}_N \rightarrow$ ، $\vec{B}_M \uparrow$

۳) $B_M < B_N$ و $\vec{B}_N \downarrow$ ، $\vec{B}_M \rightarrow$

۴) $B_M < B_N$ و $\vec{B}_N \rightarrow$ ، $\vec{B}_M \uparrow$

۴- در شکل روبه‌رو خط‌های میدان دو آهن‌ربا رسم شده است. کدام گزینه درباره‌ی مکان‌های A و B درست است؟



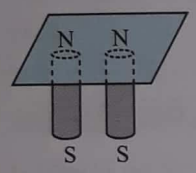
۱) A و B هر دو قطب N بوده و A ضعیف‌تر از B است.

۲) A و B هر دو قطب S بوده و A قوی‌تر از B است.

۳) A و B هر دو قطب N بوده و A قوی‌تر از B است.

۴) A و B هر دو قطب S بوده و A ضعیف‌تر از B است.

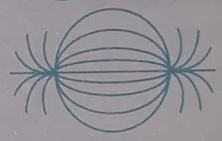
۵- دو آهن‌ربای میله‌ای را مطابق شکل، زیر یک صفحه کاغذ افقی قرار داده و روی صفحه براده‌های آهن می‌پاشیم. خطوط میدان مغناطیسی به صورت کدام‌یک از شکل‌های زیر درمی‌آید؟



(سراسری خارج از کشور ریاضی - ۹۰)

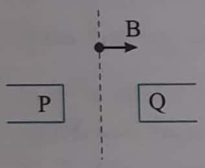
۱)

۲)

۳) 

۴)

۶- در شکل روبه‌رو جهت میدان مغناطیسی در نقطه‌ای در مجاورت دو قطب آهن‌ربا نشان داده شده است. مکان‌های P و Q به ترتیب از راست به چپ کدام قطب‌های آهن‌ربا هستند؟



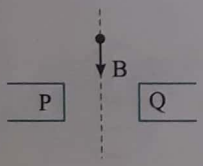
۱) N , N

۲) S , N

۳) S , S

۴) N , S

۷- در شکل روبه‌رو جهت میدان مغناطیسی در نقطه‌ای در مجاورت دو قطب آهن‌ربا نشان داده شده است. مکان‌های P و Q به ترتیب از راست به چپ کدام قطب‌های آهن‌ربا هستند؟



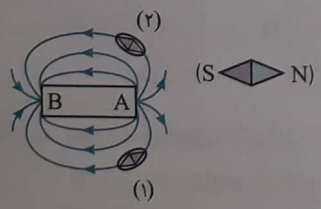
۱) N , N

۲) S , N

۳) S , S

۴) N , S

۸- در شکل مقابل قطب‌های A و B به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند و کدام عقربه‌ی مغناطیسی درست قرار گرفته است؟



(سراسری خارج از کشور ریاضی -۸۸)

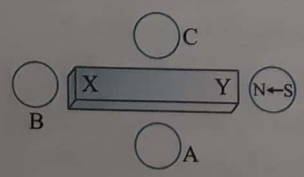
۱) N , S ، (۱)

۲) S , N ، (۱)

۳) S , N ، (۲)

۴) N , S ، (۲)

۹- شکل زیر، یک آهنربای میله‌ای معمولی را نشان می‌دهد که در اطراف آن ۴ عقربه‌ی مغناطیسی قرار دارند. جهت قرار گرفتن عقربه‌های A، B و C به‌ترتیب کدام است؟



(سراسری خارج از کشور ریاضی - ۹۶)

۱) → , ← , →

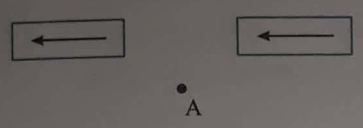
۲) ← , → , ←

۳) → , → , →

۴) ← , ← , ←

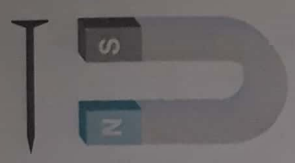
Scanned by CamScanner

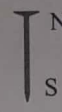
۱۰- اگر جهت میدان مغناطیسی درون دو آهن‌ربای میله‌ای مطابق شکل روبه‌رو باشد، بردار میدان مغناطیسی در نقطه‌ی A روی عمود منصف خط واصل دو آهن‌ربا در کدام جهت است؟



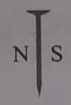
۱) بالا ۲) پایین
۳) چپ ۴) راست

۱۱- مطابق شکل روبه‌رو یک آهن‌ربای نعلی‌شکل را به یک میخ آهنی نزدیک می‌کنیم. کدام شکل در مورد میخ درست است؟

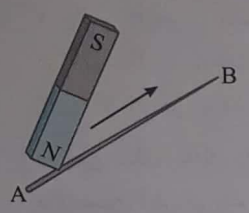


۱)
۲) 

۳)

۴) 

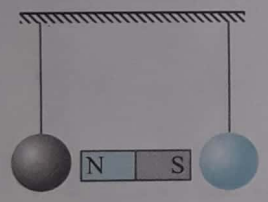
۱۲- یک آهن‌ربا را روی یک سوزن فولادی مطابق شکل چندین بار و در یک جهت می‌کشیم. در این صورت چه تعداد از گزاره‌های زیر درست است؟



الف) سوزن برای مدتی به آهنربا تبدیل می‌شود.
ب) سر A سوزن به قطب N آهن‌ربا تبدیل می‌شود.
پ) اگر سوزن را روی چوب‌پنبه‌ای بر سطح قرار دهیم می‌توان به عنوان قطب‌نما از آن استفاده کرد.

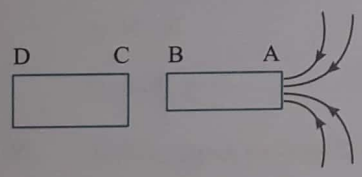
۱) صفر ۲) ۱
۳) ۲ ۴) ۳

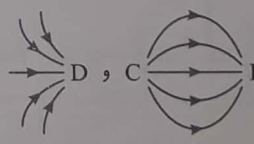
۱۳- مطابق شکل یک آهن‌ربا را بین یک گوی شیشه‌ای و یک گوی آهنی آویزان از سقف قرار می‌دهیم، در این صورت .....

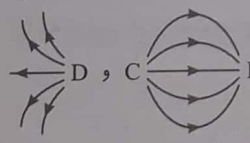


۱) هر دو گوی به یک میزان منحرف می‌شوند.
۲) هر دو گوی به سمت آهن‌ربا منحرف می‌شوند اما میزان انحراف گوی آهنی بیش‌تر است.
۳) هر دو گوی از آهن‌ربا دور شده اما میزان انحراف گوی شیشه‌ای کم‌تر است.
۴) فقط گوی آهنی به سمت آهن‌ربا منحرف می‌شود.

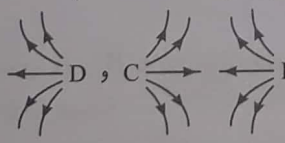
۱۴- در شکل روبه‌رو آهن‌ربای میله‌ای AB، مقابل قطعه آهن CD قرار دارد و بخشی از خط‌های میدان آهن‌ربای میله‌ای رسم شده است. کدام گزینه خطوط میدان را در مکان‌های B، C و D درست نشان می‌دهد؟



۱) 

۲) 

۳)

۴) 

۱۵- یک میله‌ی آهنی و یک آهن‌ربای میله‌ای که از نظر ظاهر کاملاً مشابه هستند، در اختیار داریم. تنها با ملاحظه‌ی نیروی این دو بر یک‌دیگر کدام گزینه درباره‌ی تشخیص آهن از آهن‌ربا و تشخیص قطب‌های آهن‌ربا درست است؟ (سراسری)

۱) آهن‌ربا مشخص شده، ولی قطب‌ها مشخص نمی‌شوند. ۲) آهن‌ربا و قطب‌های آن مشخص می‌شوند.
۳) نه آهن‌ربا و نه قطب‌ها مشخص نمی‌شوند. ۴) اظهار نظر قطعی ممکن نیست.

۱۶- «خطوط میدان مغناطیسی خطوط بسته‌ای هستند.» این مطلب با کدام گزینه رابطه‌ی نزدیکی دارد؟

۱) آهن‌ربای یک‌قطبی وجود ندارد. ۲) نیرو در راستای میدان است.
۳) میدان در نزدیکی آهن‌ربا قوی است. ۴) میدان مغناطیسی از همه‌ی مواد عبور می‌کند.

Scanned by CamScanner

۱۷- **یک سر میله‌ی مغناطیسی A، یک سر میله‌ی مغناطیسی B را می‌رباید و یک سر میله‌ی مغناطیسی C را می‌راند. بدون انجام آزمایش دیگر کدام‌یک از گزینه‌های زیر در مورد این میله‌ها درست است؟**

۱) میله‌ی B حتماً آهن‌رباست.
۲) میله‌ی C آهن‌ربا نیست.
۳) میله‌ی B ممکن است آهن‌ربا نباشد.
۴) میله‌ی A آهن‌ربا نیست.

۱۸- **وقتی یک قطب‌نما در میدان مغناطیسی قرار می‌گیرد، تیغه‌ی آن، آن‌قدر می‌چرخد تا راستای آن ..... بر خطوط میدان قرار بگیرد و سر ..... آن سوی میدان را نشان دهد.**

۱) مماس - S
۲) مماس - N
۳) عمود - N
۴) عمود - S

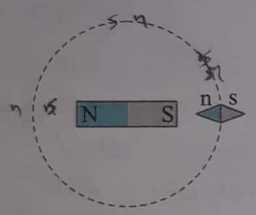
۱۹- **کدام گزینه در مورد میدان مغناطیسی زمین درست است؟**

۱) قطب جنوب مغناطیسی بر قطب جنوب جغرافیایی منطبق است.
۲) قطب جنوب مغناطیسی در جنوب جغرافیایی قرار دارد اما با قطب جنوب جغرافیایی فاصله دارد.
۳) قطب شمال مغناطیسی در جنوب جغرافیایی قرار دارد اما با قطب جنوب جغرافیایی فاصله دارد.
۴) قطب شمال مغناطیسی بر قطب جنوب جغرافیایی منطبق است.

۲۰- **اگر یک آهن‌ربای میله‌ای را از وسط آن آویزان کنیم .....** (برگرفته از کتاب درسی)

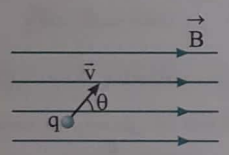
۱) در همه نقاط زمین امتداد آن با سطح افقی زاویه می‌سازد که به آن زاویه‌ی شیب مغناطیسی گویند.
۲) امتداد آن دقیقاً در امتداد شمال و جنوب جغرافیایی زمین قرار می‌گیرد.
۳) در بیش‌تر نقاط زمین، امتداد آن با سطح افقی زاویه می‌سازد که به آن زاویه‌ی شیب مغناطیسی گویند.
۴) گزینه (۱) و (۲) درست است.

۲۱- **یک آهنربای میله‌ای مطابق شکل زیر، روی یک میز قرار دارد. یک عقربه‌ی مغناطیسی که آزادانه می‌تواند حول محور قائم بچرخد، به آرامی روی مسیر دایره‌ای شکل به دور آهنربا یک دور می‌چرخد. در این مسیر عقربه چند درجه دوران می‌کند؟** (سراسری ریاضی - ۹۶)



۱) ۱۸۰
۲) ۲۷۰
۳) ۳۶۰
۴) ۷۲۰

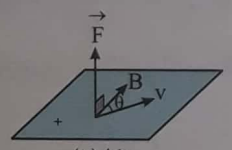
بخش دوم: نیروی مغناطیسی وارد بر بار متحرک در میدان مغناطیسی



- نیروی وارد بر بار متحرک q که با تندی v از میدان مغناطیسی یکنواخت B می‌گذرد، از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

$$F=|q|vB\sin\theta$$

- نیروی مغناطیسی F همواره بر راستای v و راستای B عمود است. (شکل (۱))



شکل(۱)

- اگر بار در راستای خط‌های میدان حرکت کند، نیروی وارد بر آن صفر می‌شود.

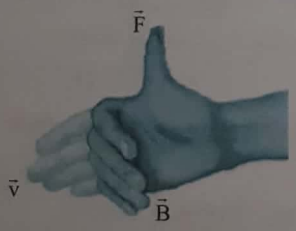
$$\theta=0 \text{ یا } \pi \Rightarrow F=0$$

- اگر بار در راستای عمود بر میدان حرکت کند، نیروی وارد بر آن بیشینه می‌شود.

$$\theta=\frac{\pi}{2}\Rightarrow F_m=qvB$$

- کار نیروی مغناطیسی F در مسیر حرکت بار الکتریکی صفر است، زیرا بر مسیر عمود است. پس هنگام گذر بار از میدان مغناطیسی، انرژی جنبشی بار و تندی آن تغییر نمی‌کند و تنها راستای سرعت آن عوض می‌شود.

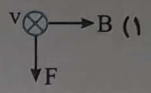
$$\begin{cases} W=Fd\cos\theta \\ \theta=90^\circ \end{cases} \Rightarrow W=0\Rightarrow \Delta K=0\Rightarrow \Delta v=0$$

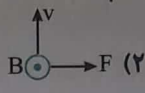


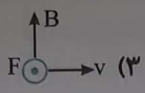
- **قاعده‌ی دست راست:** چهار انگشت دست راست را در جهت حرکت بار و به‌گونه‌ای قرار می‌دهیم که خم کردن آن‌ها مطابق شکل جهت میدان را نمایش دهد. در این صورت انگشت شست باز جهت نیروی مغناطیسی را نمایش می‌دهد.
اگر بار منفی باشد از دست چپ استفاده می‌کنیم و در صورت استفاده از دست راست، جهت نیرو را وارون می‌کنیم.

Scanned by CamScanner

تست۲: نیروی وارد بر بار مثبت q در کدام گزینه درست است؟

۱) 

۲) 

۳) 

۴) هر سه گزینه درست است.

پاسخ: با توجه به قاعده‌ی دست راست برای نیروی وارد بر بار الکتریکی متحرک در میدان مغناطیسی، هر سه مورد صحیح است. (قاعده دست راست: چهار انگشت در جهت حرکت بار مثبت، کف دست در جهت میدان B و انگشت شست در جهت F). بنابراین گزینه‌ی (۴) درست است.

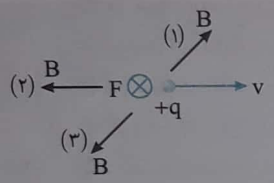
F ← انگشت شست B ← کف دست v ← ۴ انگشت

تست۳: بار q− به‌صورت افقی به سمت شما می‌آید و در اثر عبور از یک میدان مغناطیسی به سمت راست شما منحرف می‌شود. جهت میدان چگونه است؟

۱) از راست به چپ ۲) از چپ به راست ۳) از بالا به پایین ۴) از پایین به بالا

پاسخ: چهار انگشت دست چپ را رو به خود (جهت حرکت بار) بگیرید به‌گونه‌ای که انگشت شست دست چپ شما به سمت راست (جهت نیرو) باشد، در این صورت کف دست شما رو به بالا قرار می‌گیرد یعنی میدان مغناطیسی از پایین به بالا است. بنابراین گزینه‌ی (۴) درست است.

تست۴: ذره‌ای با بار مثبت مطابق شکل در یک میدان مغناطیسی با تندی ثابت در حرکت است و به آن نیروی مغناطیسی $\vec{F}$ درونسو وارد می‌شود. جهت میدان مغناطیسی در کدام جهت نشان داده شده می‌تواند باشد (دقت کنید همه‌ی بردارهای میدان در یک صفحه قرار گرفته‌اند)؟

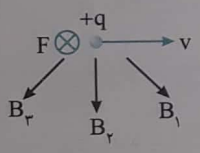


۱) ۱ ۲) ۲

۳) ۳ ۴) هر سه

پاسخ: با توجه به قاعده‌ی دست راست، جهت میدان مغناطیسی هم‌جهت با بردار (۳) است. بنابراین گزینه‌ی (۳) درست است.

تذکر: در شکل روبه‌رو نیروی وارد بر بار q+ توسط هر سه میدان B_1، B_2 و B_3 درونسو است. در واقع تمام بردارهای میدان که در نیم‌صفحه‌ی پایین سرعت قرار دارند می‌توانند بر بار q+ واقع در شکل نیرویی درونسو وارد کنند و زاویه بین v و B می‌تواند $0<\theta<180^\circ$ باشد، البته قطعاً در $\theta=0$ و $\theta=180^\circ$ نیرو صفر است.



یکای میدان مغناطیسی

با توجه به رابطه‌ی $F=|q|vB\sin\theta$ هرگاه $\theta=90^\circ$ باشد نیروی مغناطیسی $F_{max}=|q|vB$ خواهد بود و میدان مغناطیسی به‌صورت $B=\frac{F_{max}}{|q|v}$ می‌شود.

در این صورت یکای SI میدان مغناطیسی معادل است با:

$$\text{یکای B در SI} \equiv \frac{N}{C.\frac{m}{s}} \xrightarrow{\frac{\text{کولن}}{\text{ثانیه}}=\text{آمپر}} \text{یکای B} = \frac{N}{A.m}$$

این مقدار را تسلا گویند:

$$1T=1\frac{N}{A.m}$$

یک تسلا برابر با میدانی است که اگر بار یک کولنی با تندی $1\frac{m}{s}$ به‌طور عمود وارد آن شود، نیروی 1N بر بار وارد شود.

یکای قدیمی و غیر SI آن گاؤس است:

$$1T=10^4 Ga$$

- میدان مغناطیسی کره‌ی زمین در نزدیکی سطح آن 1G یا $10^{-4}T$ و جهت آن از جنوب به شمال است.

تست۵: الکترونی با سرعت 10^5 متر بر ثانیه وارد میدان مغناطیسی یکنواخت 10^{-2} تسلا می‌شود. اگر راستای حرکت الکترون با راستای میدان زاویه‌ی 30° بسازد و بار الکتریکی الکترون $1/6\times10^{-19}$ کولن باشد، نیروی وارد بر آن چند نیوتون است؟

۱) 8×10^{-17} ۲) 8×10^{-16} ۳) $8\sqrt{3}\times10^{-16}$ ۴) $8\sqrt{3}\times10^{-17}$

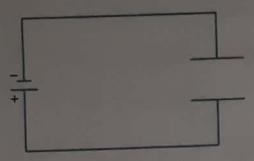
پاسخ: نیروی وارد بر بار الکتریکی متحرک در میدان مغناطیسی برابر خواهد بود با:

$$F=qvB\sin\alpha \Rightarrow F=1/6\times10^{-19}\times10^5\times10^{-2}\sin30^\circ \Rightarrow F=8\times10^{-17}N$$

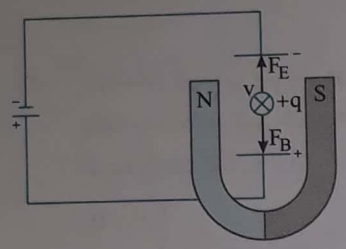
بنابراین گزینه‌ی (۱) درست است.

Scanned by CamScanner

پرسش: بین دو صفحه‌ی خازن شکل روبه‌رو یک بار مثبت $+q$ با تندی v به‌صورت درونسو شلیک می‌شود. می‌خواهیم به کمک یک آهن‌ربای نعلی‌شکل جلوی انحراف بار را بگیریم. قطب N آهن‌ربا را در کدام سمت خازن قرار دهیم؟ (از نیروی گرانشی زمین صرف نظر کنید.)



پاسخ: با توجه به نحوه‌ی بستن خازن به باتری صفحه‌ی پایینی خازن دارای بار مثبت و صفحه‌ی بالایی آن دارای بار منفی است و جهت میدان الکتریکی خازن از پایین به بالا است و نیروی الکتریکی وارد بر بار مثبت در جهت میدان الکتریکی و روبه بالا است (F_E رو به بالا). بنابراین نیروی وارد بر بار توسط میدان مغناطیسی باید رو به پایین باشد. با توجه به قاعده‌ی دست راست، انگشت شست دست راست را در جهت F_B رو به پایین و چهار انگشت دست راست را به سمت درون کاغذ قرار می‌دهیم در این حالت کف دست به سمت راست قرار می‌گیرد، یعنی میدان مغناطیسی از چپ به راست است و قطب N آهن‌ربای نعلی شکل باید در سمت چپ خازن قرار گیرد.

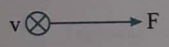


پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش دوم

۲۲- ذره‌ای به جرم ۵۰۰ میلی‌گرم با تندی $10^3 \frac{m}{s}$ به طور عمود وارد میدان مغناطیسی یکنواخت ۴ میلی‌تسلا می‌شود. اگر بار الکتریکی ذره $50\mu C$ باشد، شتابی که ذره تحت تأثیر میدان می‌گیرد، چند متر بر مربع ثانیه است؟

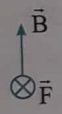
۱) ۰/۴۰ ۲) ۰/۰۴ ۳) ۰/۲۰ ۴) ۰/۰۲

۲۳- مطابق شکل، بار الکتریکی منفی، با سرعت $\vec{v}$ (درونسو) در حرکت است و نیروی وارد بر آن از طرف میدان مغناطیسی، $\vec{F}$ است. جهت میدان مغناطیسی کدام است؟



۱) $\uparrow$ ۲) $\rightarrow$ ۳) $\downarrow$ ۴) $\leftarrow$

۲۴- نیروی $\vec{F}$ وارد بر الکترونی که در میدان مغناطیسی $\vec{B}$ در حرکت است، در شکل نشان داده شده است. جهت سرعت (بردار $\vec{v}$) الکترون کدام است؟ ($\vec{B}$ روی صفحه و $\vec{F}$ درونسو است.) (سراسری خارج از کشور ریاضی - ۸۶)

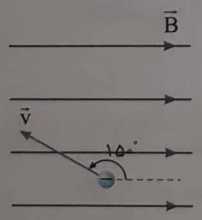


۱) $\vec{v} \nwarrow$ ۲) $\vec{v} \rightarrow$
۳) $\vec{v} \nearrow$ ۴) گزینه‌های (۲) و (۳)

۲۵- در مکانی که میدان مغناطیسی یکنواخت ۰/۰۴ تسلا برقرار است، ذره‌ای با بار الکتریکی $-50\mu C$ با تندی $200 \frac{m}{s}$ به سمت مغرب در حرکت است. اگر خطوط میدان مغناطیسی افقی و جهت میدان به سمت شمال باشد، نیروی الکترومغناطیسی وارد بر ذره چند نیوتون و در کدام جهت است؟

۱) 2×10^{-3}، شمال ۲) 2×10^{-3}، جنوب ۳) 4×10^{-4}، بالا ۴) 4×10^{-4}، پایین

۲۶- در شکل روبه‌رو نیروی وارد بر ذره‌ای با بار $q=-6\mu C$ که با تندی $32 \frac{m}{s}$ در میدان مغناطیسی $10G$ در حرکت است، چند نیوتون و در کدام جهت است؟



۱) $9/6\times10^{-8}$ - درونسو ۲) $9/6\times10^{-8}$ - برونسو
۳) $1/92\times10^{-8}$ - درونسو ۴) $1/92\times10^{-8}$ - برونسو

۲۷- اگر یک ذره متحرک دارای بار الکتریکی، وارد یک میدان مغناطیسی یکنواخت شود، .....

۱) اگر در راستای خط‌های میدان حرکت کند، تندی آن تغییر نمی‌کند.
۲) اگر عمود بر راستای خط‌های میدان وارد میدان شود، تندی آن تغییر نمی‌کند.
۳) اگر با زاویه‌ی $45°$ نسبت به خطوط میدان وارد میدان شود، تندی آن تغییر نمی‌کند.
۴) هر سه گزینه درست است.

Scanned by CamScanner

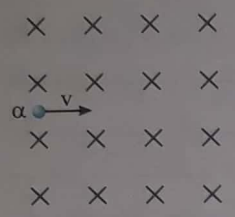
۲۸- یک باریکه‌ی الکترون در راستای افقی به سوی شما می‌آید و در اثر عبور از یک میدان مغناطیسی به سمت دست راست شما منحرف می‌شود. میدان مغناطیسی در کدام جهت است؟

۱) راست به چپ ۲) چپ به راست ۳) بالا به پایین ۴) پایین به بالا

۲۹- اگر یک پرتوی کیهانی با بار مثبت عمود بر منطقه‌ی استوا به سمت زمین در حرکت باشد، نیرویی که از طرف میدان مغناطیسی زمین بر آن وارد می‌شود به کدام جهت است؟

۱) مشرق ۲) شمال ۳) مغرب ۴) جنوب

۳۰- در شکل روبه‌رو یک ذره‌ی آلفا که دارای بار مثبت است با تندی v وارد یک میدان مغناطیسی یکنواخت درونسو می‌شود. اگر تندی این ذره هنگام خروج از میدان v' باشد، در این صورت کدام گزینه درست است؟



۱) $\frac{v'}{v}=1$ ۲) $\frac{v'}{v}<1$

۳) $\frac{v'}{v}>1$ ۴) نمی‌توان اظهار نظر قطعی کرد.

۳۱- ذره‌ای با بار الکتریکی $q=3mC$ با تندی $10^3\frac{m}{s}$ درون یک میدان مغناطیسی در حرکت است. هرگاه ذره در سمت شرق حرکت کند، نیروی بیشینه وارد بر آن برابر $0/15N$ و رو به بالا است. اندازه و جهت میدان مغناطیسی کدام است؟ (از میدان مغناطیسی زمین در محل صرف نظر کنید.)

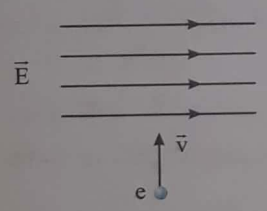
۱) $0/05T$، جنوب ۲) $0/25T$، شمال

۳) $0/25T$، جنوب ۴) $0/05T$، شمال

۳۲- ذره‌ای به جرم ۰/۰۲ گرم با بار الکتریکی $-4\mu C$ با تندی $200\frac{m}{s}$ به سمت مغرب حرکت می‌کند. جهت و اندازه‌ی میدان مغناطیسی (برحسب تسلا) که قادر است مسیر ذره را در همان جهت نگه دارد، کدام است؟ (از تأثیر میدان مغناطیسی زمین، صرف‌نظر شود.)

۱) شمال، $0/25T$ ۲) جنوب، $0/25T$ ۳) مشرق، $2/5T$ ۴) مغرب، $2/5T$

۳۳- شکل روبه‌رو الکترونی را هنگام عبور از میدان الکتریکی یکنواخت نشان می‌دهد. برای آن‌که ذره بدون انحراف از این میدان بگذرد، از میدان مغناطیسی یکنواخت استفاده شده است. میدان مغناطیسی باید ..... باشد.



۱) موازی راستای $\vec{v}$ و همسو با آن

۲) موازی راستای $\vec{E}$ و در خلاف جهت آن

۳) عمود بر صفحه‌ی شکل و به سمت بیرون صفحه

۴) عمود بر صفحه‌ی شکل و به سمت داخل صفحه

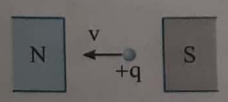
۳۴- دو بار الکتریکی q_1 و $q_2=2q_1$ با جرم‌های m_1 و $m_2=2m_1$ با تندی‌های v_1 و $v_2=2v_1$ وارد یک میدان مغناطیسی یکنواخت می‌شوند، به طوری که راستای حرکت آن‌ها بر راستای میدان مغناطیسی عمود است. اگر شتاب حرکت آن‌ها در اثر اعمال نیروی مغناطیسی به ترتیب a_1 و a_2 باشد، نسبت $\frac{a_1}{a_2}$ کدام است؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) $\frac{1}{2}$ ۴) ۴

۳۵- در میدان مغناطیسی یکنواختی بر ذره‌ی بارداری که راستای حرکتش با خطوط میدان زاویه‌ی ۴۵ درجه می‌سازد، نیروی F وارد می‌شود. اگر راستای حرکت این ذره با میدان زاویه‌ی ۶۰ درجه بسازد، نیروی وارد بر آن چند برابر F است؟

۱) $\frac{\sqrt{3}}{2}$ ۲) $\sqrt{\frac{3}{2}}$ ۳) $\sqrt{\frac{6}{3}}$ ۴) $\frac{\sqrt{2}}{3}$

۳۶- یک بار مثبت در شکل روبه‌رو نشان داده شده است. این بار در کدام جهت منحرف می‌شود؟

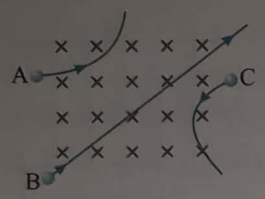


۱) رو به بالا ۲) رو به پایین

۳) درونسو ۴) منحرف نمی‌شود

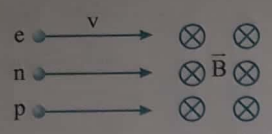
Scanned by CamScanner

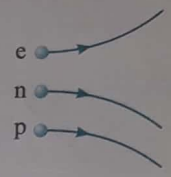
۳۷- در شکل روبه‌رو حرکت سه ذره‌ی A، B و C در یک میدان مغناطیسی یکنواخت درونسو نشان داده شده است. بار هر یک از آن‌ها به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

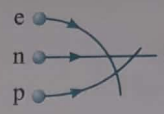


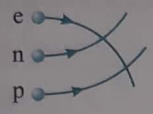
۱) مثبت، خنثی و مثبت
۲) منفی، خنثی و منفی
۳) مثبت، خنثی و منفی
۴) منفی، خنثی و مثبت

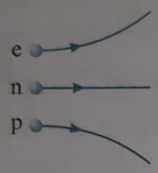
۳۸- یک الکترون (e)، یک نوترون (n) و یک پروتون (p) مطابق شکل با سرعت افقی v وارد میدان مغناطیسی یکنواخت درونسوی B می‌شوند. انحراف این سه ذره مطابق کدام یک از پاسخ‌های داده شده است؟



۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

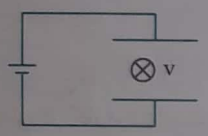
۳۹- ذره‌ی بارداری به طور عمود بر خط‌های میدان، وارد یک میدان مغناطیسی یکنواخت می‌شود، در این صورت میدان باعث تغییر در .....

۱) انرژی جنبشی جسم می‌شود.
۲) بردار سرعت جسم می‌شود.
۳) سرعت و انرژی جنبشی جسم می‌شود.
۴) مقدار بار جسم می‌شود.

۴۰- ذره‌ای با بار الکتریکی q و با سرعت v، عمود بر میدان مغناطیسی B در حرکت است. اگر ناگهان جهت میدان مغناطیسی، به اندازه‌ی $\frac{\pi}{2}$ رادیان (در همان صفحه‌ی میدان با سرعت) تغییر کند، اندازه‌ی نیروی وارد از طرف میدان بر بار چه میزان تغییر می‌کند؟ (سراسری)

۱) صفر
۲) $\frac{1}{2}qvB$
۳) qvB
۴) $2qvB$

۴۱- مطابق شکل الکترونی بین دو صفحه‌ی یک خازن و به سمت داخل صفحه شلیک می‌شود. قطب N آهن‌ربا را کجا قرار دهیم تا جلوی انحراف حرکت الکترون را بگیرد؟ (از اثر میدان مغناطیسی زمین صرف نظر می‌شود.)

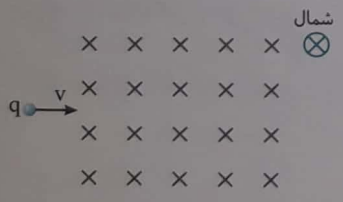


۱) سمت چپ خازن
۲) سمت راست خازن
۳) بالای خازن
۴) پایین خازن

۴۲- یک باریکه‌ی الکترون با تندی v از یک میدان مغناطیسی (B) و یک میدان الکتریکی (E) عمود بر هم در ناحیه‌ای از فضا می‌گذرد. راستای حرکت الکترون بر دو میدان عمود است و الکترون منحرف نمی‌شود، کدام گزینه درست است؟

۱) $v=\frac{E}{B}$
۲) $E=\frac{v}{B}$
۳) $E=\frac{B}{v}$
۴) $E=B$

۴۳- مطابق شکل ذره‌ای به جرم ۵۰ گرم با تندی افقی $10^5\ \frac{m}{s}$ و بار الکتریکی $-10\mu C$ وارد یک میدان مغناطیسی یکنواخت رو به شمال به بزرگی ۰/۵ تسلا می‌شود. می‌خواهیم به کمک یک میدان الکتریکی مانع انحراف ذره از مسیر مستقیم بشویم. بزرگی و جهت میدان الکتریکی کدام است؟(از میدان مغناطیسی زمین و مقاومت هوا صرف نظر شود و $g=10\ \frac{N}{kg}$)



۱) $10^5\ \frac{N}{C}$، رو به بالا
۲) $10^5\ \frac{N}{C}$، رو به پایین
۳) $10^6\ \frac{N}{C}$، رو به بالا
۴) $10^6\ \frac{N}{C}$، رو به پایین

۴۴- بار مثبت $q=2\mu C$ با سرعت $\vec{v}=3\times10^5\vec{i}$ وارد میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}=0/2\vec{i}+0/3\vec{j}$ می‌شود. نیروی مغناطیسی وارد بر این بار چند نیوتون است؟ (یکاها در SI)

۱) ۰/۱۲
۲) ۰/۱۸
۳) ۰/۱۵
۴) ۰/۰۸

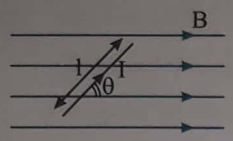
۴۵- ذره‌ای با جرم ناچیز و بار $+5\mu C$ در جهت مثبت محور yها با تندی $10^6\ \frac{m}{s}$ در حرکت است. اگر این ذره وارد فضایی شامل میدان الکتریکی یکنواخت $\vec{E}=10^5\vec{j}$ و میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}=0/1\vec{i}$ شود، نیروی الکترومغناطیسی وارد بر ذره در لحظه‌ی ورود به این فضا چند نیوتون است؟

۱) $\sqrt{2}$
۲) $\frac{\sqrt{2}}{2}$
۳) ۱
۴) صفر

Scanned by CamScanner

بخش سوم: نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان

سیم حامل جریان دارای بارهای الکتریکی است که در آن در حرکت هستند و اگر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی قرار گیرد، این میدان بر بارهای متحرک سیم نیرو وارد می‌کند درنتیجه توسط میدان مغناطیسی بر سیم حامل جریان نیرو وراد می‌شود.



- نیروی مغناطیسی وارد بر طول l از سیم حامل جریان I در میدان مغناطیسی B از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید.

$$F = IlB\sin\theta$$

بیل سینا

- l برحسب متر، I برحسب آمپر، B برحسب تسلا و F برحسب نیوتون است.

- نیروی مغناطیسی F همواره بر راستای B و I عمود است.

$$\theta = 0 \text{ یا } \pi \Rightarrow F = 0$$

اگر سیم در راستای میدان قرار گیرد، نیروی وارد بر آن صفر است.

Scanned by CamScanner

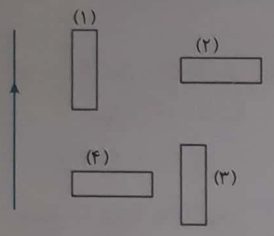
۱۵۳- یک حلقه به مساحت $50\,cm^2$ در یک میدان مغناطیسی $0/2\,T$ عمود بر خط‌های میدان قرار دارد. اگر حلقه 180° بچرخد، تغییر شار مغناطیسی گذرنده از حلقه چند وبر خواهد بود؟

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

۱۵۴- یک حلقه به مساحت $50\,cm^2$ عمود بر میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}_1=0/2\vec{i}$ (یکاها در SI) قرار دارد. اگر میدان تغییر کرده و برابر $\vec{B}_2=-0/1\vec{i}$ شود، تغییر شار مغناطیسی گذرنده از حلقه چند میلی‌وبر است؟

۱) ۱/۵ ۲) $1/5\times10^{-3}$ ۳) ۰/۵ ۴) $0/5\times10^{-3}$

۱۵۵- چهار قاب مستطیل‌شکل مشابه، در چهار نقطه در کنار سیم بلند حامل جریان I قرار دارند. کدام گزینه در مورد شار گذرنده از حلقه‌ها درست می باشد؟



۱) $\Phi_2<\Phi_3<\Phi_4<\Phi_1$ ۲) $\Phi_1=\Phi_4<\Phi_2=\Phi_3$

۳) $\Phi_1=\Phi_2=\Phi_3=\Phi_4$ ۴) $\Phi_1=\Phi_3>\Phi_2=\Phi_4$

بخش هشتم: قانون القای الکترومغناطیسی فاراده

تعریف هر گاه شار مغناطیسی گذرنده از سطح یک مدار بسته تغییر کند، در آن نیروی محرکه‌ای القا می‌شود که بزرگی آن با آهنگ تغییر شار (تغییر شار در واحد زمان) متناسب است.

$$\bar{\varepsilon}=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t},\quad 1\,V=\frac{1\,Wb}{1\,s}$$

BACOSθ

در این رابطه N تعداد حلقه‌ها، $\Delta\Phi$ تغییر شار بر حسب وبر (Wb)، Δt گذشت زمان بر حسب ثانیه (s)، $\bar{\varepsilon}$ نیروی محرکه‌ی القایی متوسط بر حسب ولت است.

- جریان القایی متوسط گذرنده از مدار خواهد شد:

$$\bar{I}=\frac{\bar{\varepsilon}}{R}$$

مثال: یک قاب مسی به ابعاد $10cm\times20cm$ دارای مقاومت $0/5\Omega$ است و در یک میدان مغناطیسی به بزرگی $500G$ به گونه‌ای قرار دارد که با خطوط میدان زاویه‌ی 37° می‌سازد. اگر در مدت یک میلی‌ثانیه قاب بچرخد و عمود بر خطوط میدان قرار گیرد:

الف) نیروی محرکه‌ی القایی متوسط در قاب چند ولت می‌شود؟ $(\cos 37^\circ=0/8)$

ب) جریان القایی گذرنده از قاب (به‌طور متوسط) چند آمپر است؟

پاسخ: الف) با توجه به قانون القای الکترومغناطیسی فاراده:

$$\bar{\varepsilon}=\left|-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right|\Rightarrow\bar{\varepsilon}=\left|-\frac{\Phi_2-\Phi_1}{\Delta t}\right|\Rightarrow\bar{\varepsilon}=\left|-\frac{BA\cos\theta_2-BA\cos\theta_1}{\Delta t}\right|$$

$$\bar{\varepsilon}=\left|-\frac{500\times10^{-4}\times2\times10^{-2}(\cos0-\cos53^\circ)}{10^{-3}}\right|\Rightarrow\bar{\varepsilon}=1-0/6\Rightarrow\bar{\varepsilon}=0/4\,V$$

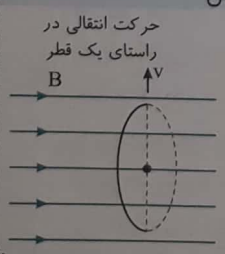
ب) با توجه به قانون اهم:

$$I=\frac{\bar{\varepsilon}}{R}\Rightarrow I=\frac{0/4}{0/5}\Rightarrow I=0/8A$$

تست ۲۰: یک حلقه‌ی فلزی درون میدان مغناطیسی یکنواختی که موازی محور حلقه است، قرار دارد. در کدام حالت الزاماً در حلقه جریان القایی ایجاد می‌شود؟

۱) حرکت انتقالی حلقه در راستای یکی از قطرهایش ۲) حرکت انتقالی حلقه در راستای محورش

۳) چرخش حلقه حول محورش ۴) چرخش حلقه حول یکی از قطرهایش



پاسخ: باتوجه به شکل روبه‌رو تنها زمانی که حلقه شروع به خارج شدن از میدان کند، در آن تغییر شار ایجاد می‌شود و جریان القایی به‌وجود می‌آید. بنابراین گزینه‌ی (۱) ممکن است درست باشد ولی الزامی در کار نیست.

در گزینه‌های (۲) و (۳) حرکت حلقه در میدان یکنواخت سبب تغییر شار نمی‌شود و جریان القایی به‌وجود نمی‌آید. در گزینه‌ی (۴) چرخش حلقه حول یک قطرش سبب تغییر θ و تغییر شار می‌شود و باعث ایجاد جریان القایی می‌گردد. بنابراین گزینه‌ی (۴) درست است.

Scanned by CamScanner

بار الکتریکی القایی گذرنده از مدار

در اثر برقراری جریان القایی در مدار، بار گذرنده از هر مقطع مدار را می‌توان به کمک قانون القای الکترومغناطیسی فاراده و قانون اهم به‌دست آورد:

$$|\varepsilon|=|-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}|\xrightarrow{\varepsilon=IR} IR=|-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}|\Rightarrow I\Delta t=N\frac{|\Delta\Phi|}{R}\xrightarrow{|q=I\Delta t|}\boxed{|\Delta q|=N\frac{|\Delta\Phi|}{R}}$$

نتیجه بار شارش شده در مدار به مدت زمان تغییر شار بستگی ندارد.

تست ۲۱: شاری که از یک حلقه‌ی بسته می‌گذرد، ۰/۴ وبر تغییر می‌کند. اگر مقاومت حلقه $2\,\Omega$ باشد، چند کولن بار الکتریکی در حلقه جریان یافته است؟

۱) ۰/۲ ۲) ۰/۴ ۳) ۲۰ ۴) ۴۰

پاسخ: با توجه به رابطه‌ی $I=\frac{\varepsilon}{R}$، $I=\frac{\Delta q}{\Delta t}$ و $\varepsilon=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ می‌توان نوشت:

$$\Delta q=I\Delta t=\frac{-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}}{R}\Delta t\Rightarrow|\Delta q|=|-\frac{N\Delta\Phi}{R}|=\frac{1\times 0/4}{2}=0/2\,C$$

بنابراین گزینه‌ی (۱) درست است.

قانون لنز

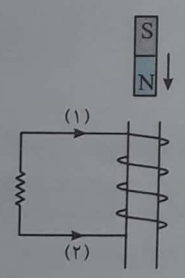
تعریف **جهت جریان القایی در مدار همواره به گونه‌ای است که با ایجاد اثرات مغناطیسی، با تغییر شار (عامل به‌وجود آورنده‌ی جریان) مخالفت می‌کند. قانون لنز به‌صورت یک علامت منفی در قانون القای الکترومغناطیسی فاراده بیان می‌شود:**

$$\bar{\varepsilon}=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

قانون لنز بیان دیگری از قانون پایستگی انرژی است.

- در واقع قانون لنز روشی برای تعیین و توجیه جهت جریان القایی در مدار است.

تست ۲۲: مطابق شکل آهن‌ربا به درون سیملوله سقوط می‌کند. اگر جریان القایی را هنگام ورود آهن‌ربا I_1 و هنگام خروج آهن‌ربا I_2 بنامیم، کدام گزینه درست است؟

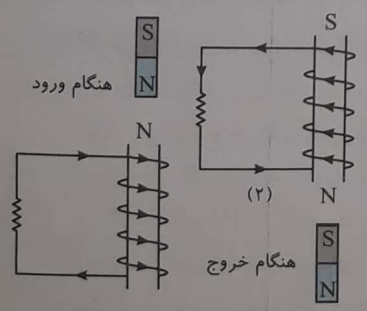


۱) I_1 در جهت (۱) و I_2 در جهت (۲)

۲) I_1 در جهت (۲) و I_2 در جهت (۱)

۳) I_1 در جهت (۲) و I_2 در جهت (۲)

۴) I_1 در جهت (۱) و I_2 در جهت (۱)



پاسخ: هنگام ورود آهن‌ربا میدان آهن‌ربا در محل سیملوله افزایش می‌یابد و شار مغناطیسی افزایش می‌یابد و سبب ایجاد جریان القایی در سیملوله می‌شود. بنابر قانون لنز جهت جریان القایی به گونه‌ای است که با عامل به وجود آورنده‌اش مخالفت می‌کند. یعنی هنگام نزدیک شدن آهن‌ربا، قسمت بالایی سیملوله باید قطب N شود و جریان I_1 با توجه به قاعده‌ی دست راست باید در جهت (۱) باشد و هنگام خروج باید قسمت پایین سیملوله قطب N شود تا با سقوط آهن‌ربا مخالفت کند. بنابراین جریان I_2 باید در جهت (۲) باشد. بنابراین گزینه‌ی (۱) درست است.

Scanned by CamScanner

پرسش: یک آهن‌ربا از یک ارتفاع معین رها می‌شود. یک بار از وسط یک حلقه‌ی مسی و بار دیگر از وسط یک حلقه‌ی پلاستیکی می‌گذرد. در این صورت زمان سقوط آهن‌ربا در حالت اول نسبت به حالت دوم کم‌تر است یا بیش‌تر؟

پاسخ: وقتی آهن‌ربا به حلقه‌ی مسی نزدیک می‌شود، در اثر تغییر شار در آن نیروی محرکه و جریان القایی به‌وجود می‌آید که بنا بر قانون لنز با عامل به‌وجود آورنده‌اش مخالفت می‌کند یعنی با سقوط آهن‌ربا مخالفت می‌کند در حالی‌که برای حلقه‌ی پلاستیکی جریان القایی به‌وجود نمی‌آید. از این‌رو زمان سقوط آهن‌ربا در حالت عبور از حلقه‌ی مسی طولانی‌تر است.

حالت‌های معمول تغییر شار برای ایجاد نیروی محرکه‌ی القایی

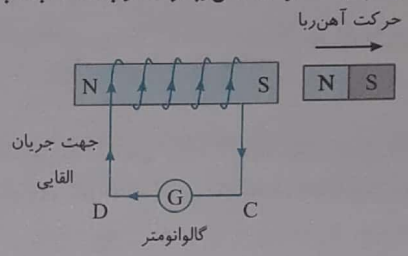
۱ - تغییر میدان مغناطیسی

در این حالت با ثابت بودن A و θ به‌روش‌های مختلف می‌توان میدان مغناطیسی را تغییر داد در این صورت:

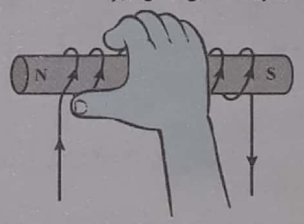
$$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = B_2 A\cos\theta - B_1 A\cos\theta \Rightarrow \Delta\Phi = (\Delta B)A\cos\theta$$

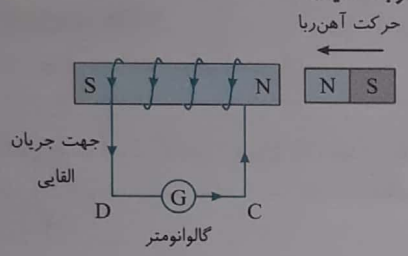
نمونه‌های الف تا پ راه‌های ساده‌ای برای تغییر میدان مغناطیسی است:

الف) دور یا نزدیک کردن آهن‌ربا و مدار بسته نسبت به هم (به دو مثال زیر توجه کنید):

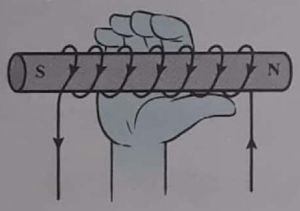


با دور شدن آهن‌ربا، میدان مغناطیسی در محل سیملوله و شار گذرنده از سیملوله کاهش می‌یابد، در سیملوله جریان القایی به‌وجود می‌آید که بنا بر قانون لنز میدان القایی آن در جهت میدان آهن‌ربا است. به کمک قاعده‌ی دست راست جهت جریان مطابق شکل زیر است:



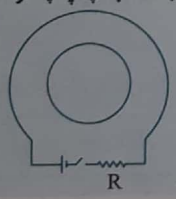


با نزدیک شدن آهن‌ربا، میدان مغناطیسی در محل سیملوله و شار گذرنده از آن افزایش می‌یابد و جریان القایی در آن ایجاد می‌شود. بنا بر قانون لنز، جهت میدان مغناطیسی القایی در خلاف جهت میدان آهن‌ربا است که به کمک قاعده‌ی دست راست، جهت جریان مطابق شکل زیر است:



ب) تغییر میدان مغناطیسی به کمک قطع و وصل کلید:

تست۲۳: در شکل روبه‌رو جهت جریان القایی در لحظه‌ی وصل و لحظه‌ی قطع کلید در حلقه‌ی وسط به‌ترتیب از راست به چپ چگونه است؟



۱) ساعتگرد - ساعتگرد

۲) ساعتگرد - پادساعتگرد

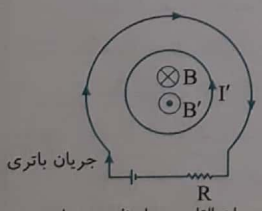
۳) پادساعتگرد - ساعتگرد

۴) پادساعتگرد - پادساعتگرد

پاسخ:

۱- لحظه‌ی وصل کلید:

در لحظه‌ی وصل کلید، جریان از پایانه‌ی مثبت باتری برقرار می‌شود این جریان ساعتگرد و میدان آن در داخل حلقه درونسو است. جریان در لحظه‌ی وصل در حال افزایش، میدان مغناطیسی (B) در حال افزایش و شار مغناطیسی گذرنده از حلقه‌ی درونی در حال افزایش است، بنابراین در آن جریان القایی به‌وجود می‌آید که میدان آن خلاف B و برونسو بوده و جهت جریان القایی (I′) بنا بر قاعده‌ی دست راست، پادساعتگرد است.



I′ : جریان القایی در لحظه‌ی وصل

۲- لحظه‌ی قطع کلید:

عکس مطالب بالا را بررسی می‌کنیم:

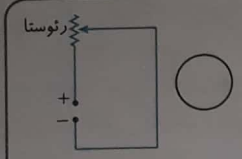
$\downarrow I \Rightarrow \downarrow B \Rightarrow \downarrow \Phi \Rightarrow B' \rightarrow B$ هم‌جهت ⇐ جهت جریان القایی ساعتگرد است

بنابراین گزینه‌ی (۳) درست است.

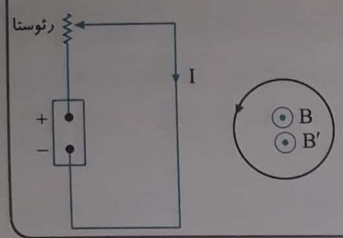
Scanned by CamScanner

پ) تغییر میدان مغناطیسی به کمک تغییر مقاومت مدار:

مثال: در شکل روبه‌رو با افزایش مقاومت رئوستا، جهت جریان القایی در حلقه‌ی مجاور سیم حامل جریان را مشخص کنید.



پاسخ: جریان مدار با افزایش مقاومت رئوستا کاهش می‌یابد و با کاهش جریان، میدان مغناطیسی سیم راست در محل حلقه که برونسو بوده کاهش می‌یابد و سبب کاهش شار مغناطیسی گذرنده از حلقه می‌شود که سبب ایجاد جریان القایی پادساعتگرد در حلقه می‌شود. (B' باید با B هم‌جهت باشد تا با کاهش شار مخالفت کند.)



۲- تغییر مساحت حلقه

تغییر شار در اثر تغییر مساحت برابر است با:

$$\begin{aligned}\Phi_1 &= BA_1\cos\theta\\ \Phi_2 &= BA_2\cos\theta\end{aligned}\Rightarrow \Delta\Phi = B(\Delta A)\cos\theta$$

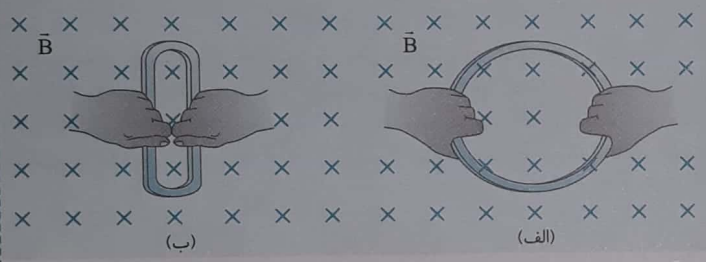
تست ۲۴: حلقه‌ای به مساحت $25cm^2$ درون یک میدان مغناطیسی یکنواخت درونسویی به اندازه‌ی $0/04T$ قرار دارد (شکل الف). اگر در مدت $12ms$، مساحت حلقه را به $10cm^2$ (مطابق شکل ب) برسانیم، نیروی محرکه‌ی القایی متوسط در حلقه چند میلی‌ولت خواهد شد؟

۱) ۵

۲) 5×10^{-3}

۳) 15×10^{-3}

۴) ۱۵



پاسخ: ابتدا تغییر شار را به‌دست می‌آوریم.

$$\Phi = BA\cos\theta \Rightarrow \begin{cases}\Phi_1 = 0/04\times25\times10^{-4}\cos 0^\circ\\ \Phi_2 = 0/04\times10\times10^{-4}\cos 0^\circ\end{cases}\Rightarrow \Delta\Phi = 0/04(25-10)\times10^{-4}\Rightarrow \Delta\Phi = 6\times10^{-5}\,Wb$$

با توجه به قاعده‌ی القای الکترومغناطیسی فاراده:

$$\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\Rightarrow|\bar{\varepsilon}| = 1\times\frac{6\times10^{-5}}{12\times10^{-3}}\Rightarrow|\bar{\varepsilon}| = 0/5\times10^{-2} = 5\times10^{-3}\,V = 5mV$$

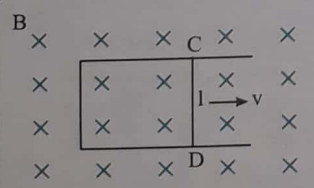
بنابراین گزینه‌ی (۱) درست است.

در مثال زیر نمونه‌ی دیگری از تغییر سطح را بررسی می‌کنیم:

مثال: در شکل روبه‌رو سیم رسانای CD که روی یک سیم رسانای U شکل در یک میدان مغناطیسی درونسو با تندی ثابت v به سمت راست کشیده می‌شود نشان داده شده است.

الف) سوی جریان در سیم راست را معین کنید.

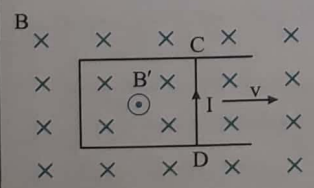
ب) نیروی محرکه‌ی القایی متوسط را حساب کنید.



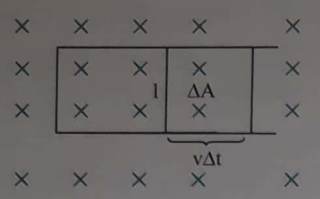
پاسخ: الف) با حرکت سیم رسانای CD بر رسانای U شکل در یک میدان مغناطیسی، سطح مدار تغییر می‌کند و با تغییر سطح مدار، شار مغناطیسی تغییر می‌کند. اگر سیم CD با سرعت v به سمت راست حرکت کند:

$A\uparrow \Rightarrow \Phi\uparrow \Rightarrow$ ایجاد جریان القایی $\Rightarrow$ ایجاد میدان مغناطیسی B' خلاف جهت B و برونسو

$\Rightarrow$ جهت جریان در سیم راست CD از D به C و در سیم U شکل از C به D است.



Scanned by CamScanner



ب) با توجه به شکل: تغییر مساحت سطح مدار خواهد شد: $\Delta A = lv\Delta t$

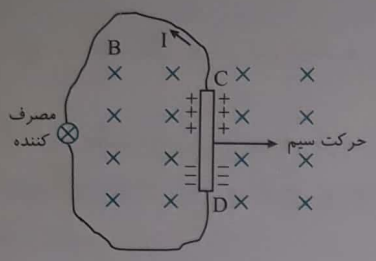
تغییر شار خواهد شد: $\Delta\Phi = B\Delta A = Blv\Delta t$

نیروی محرکه القایی برابر است با:

$$\varepsilon = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \xrightarrow{N=1} |\bar{\varepsilon}| = \frac{Blv\Delta t}{\Delta t} \Rightarrow |\bar{\varepsilon}| = Blv \quad (1)$$

تحلیل آن‌چه رخ می‌دهد به صورت زیر است:

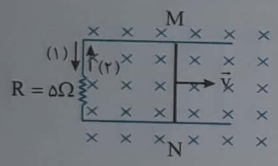
اگر در شکل مقابل سیم رسانای CD در میدان B حرکت کند، در اثر نیرویی که میدان بر الکترون‌های آزاد سیم وارد می‌کند، بنا بر قاعده‌ی دست راست برای بار منفی، الکترون‌ها در قسمت D تجمع کرده و قسمت C دارای بار مثبت شده، پس بین C و D اختلاف پتانسیل برقرار است و با توجه به شکل، پتانسیل نقطه‌ی C از پتانسیل نقطه‌ی D بیش‌تر است و اگر دو سر سیم CD را با سیم رسانایی به یک مصرف‌کننده متصل کنیم، جریان در مدار شامل مصرف‌کننده از C به D شارش می‌کند.



قاعده‌ی دست راست برای به‌دست آوردن جهت جریان القایی در سیم رسانا:

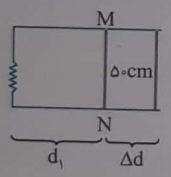
- چهار انگشت دست راست در جهت حرکت سیم (v)
- کف دست در جهت میدان مغناطیسی خارجی (B)
- انگشت شست جهت جریان القایی و پتانسیل بالاتر در سیم راست (I)

تست۲۵: در شکل روبه‌رو قطعه سیم MN به طول ۵۰ سانتی‌متر در میدان مغناطیسی $B = ۰/۴T$ با تندی $۲۰\frac{m}{s}$ به طرف راست کشیده می‌شود. اندازه و جهت جریان در مقاومت R کدام خواهد بود؟



۱) ۲A در جهت (۱)
۲) ۲A در جهت (۲)
۳) ۰/۸A در جهت (۱)
۴) ۰/۸A در جهت (۲)

پاسخ: نیروی محرکه القایی را حساب می‌کنیم:



$$|\varepsilon| = BlV \Rightarrow |\varepsilon| = ۰/۴ \times ۰/۵ \times ۲۰ = ۴V$$

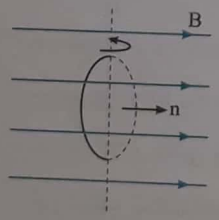
جریان القایی برابر خواهد شد با:

$$I = \frac{|\varepsilon|}{R} = \frac{۴}{۵} = ۰/۸A$$

اما جهت جریان القایی چگونه خواهد بود؟

با حرکت سیم، مساحت مدار زیاد شده و شار مغناطیسی گذرنده از مدار زیاد می‌شود. بنابراین جهت میدان مغناطیسی القایی (B′)، خلاف جهت میدان مغناطیسی خارجی و یعنی برونسو خواهد شد. با استفاده از قانون دست راست، جهت جریان القایی مطابق جهت (۱) به‌دست می‌آید. بنابراین گزینه‌ی (۳) درست است.

۳- تغییر زاویه سطح حلقه با میدان مغناطیسی



چرخش یک مدار بسته مانند یک حلقه در یک میدان مغناطیسی باعث تغییر زاویه‌ی بین خطوط میدان و نیم‌خط عمود بر سطح حلقه و سبب تغییر شار مغناطیسی می‌شود.

$$\Delta\Phi = BA(\cos\theta_۲ - \cos\theta_۱)$$

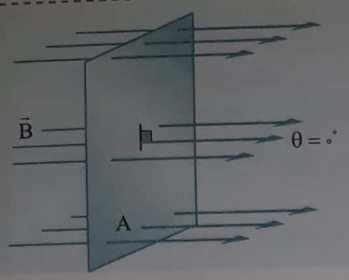
- کاربرد اصلی تغییر زاویه در تولید جریان متناوب است که در صفحات بعد با آن آشنا می‌شوید.

نکته: اگر شار گذرنده از حلقه Φ باشد، با ۱۸۰° دوران حلقه، شار گذرنده Φ- شده و تغییر شار ۲Φ می‌شود.

۱- این رابطه در برنامه‌ی رسمی کتاب درسی نیست اما به‌دست آوردن و استفاده از آن بسیار ساده است.

Scanned by CamScanner

تست۲۶: در شکل روبه‌رو یک قاب به ابعاد $۲۰cm \times ۲۰cm$ عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی ۲۵۰ گاؤس قرار دارد. اگر قاب در مدت ۱۰ میلی ثانیه نیم‌دور بچرخد، نیروی محرکه‌ی القایی متوسط در آن چند ولت می‌شود؟



۱) صفر ۲) ۰/۲

۳) ۰/۱ ۴) ۰/۴

پاسخ: در حالت اول زاویه‌ی بین میدان و نیم‌خط عمود بر صفحه صفر است.

$$\Phi_۱ = BA\cos\theta_۱ \Rightarrow \Phi_۱ = ۲۵۰\times۱۰^{-۴}\times۴\times۱۰^{-۲}\cos ۰ \Rightarrow \Phi_۱ = ۱۰^{-۳}\,Wb$$

در حالت دوم پس از نیم‌دور چرخش، زاویه‌ی بین میدان و نیم‌خط عمود بر صفحه ۱۸۰° می‌شود (دقت کنید که با چرخش قاب، نیم‌خط عمود بر آن نیز می‌چرخد.)

$$\Phi_۲ = BA\cos\theta_۲ \Rightarrow \Phi_۲ = ۲۵۰\times۱۰^{-۴}\times۴\times۱۰^{-۲}\cos ۱۸۰^\circ \Rightarrow \Phi_۲ = -۱۰^{-۳}\,Wb$$

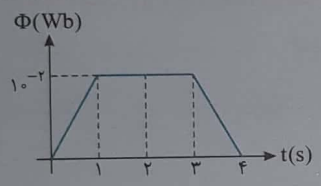
نیروی محرکه القایی خواهد شد:

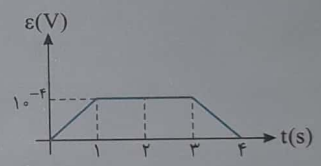
$$\varepsilon = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow |\varepsilon| = \left|\frac{\Phi_۲-\Phi_۱}{\Delta t}\right| \Rightarrow |\varepsilon| = \left|\frac{-۱۰^{-۳}-۱۰^{-۳}}{۱۰\times۱۰^{-۳}}\right| = ۰/۲V$$

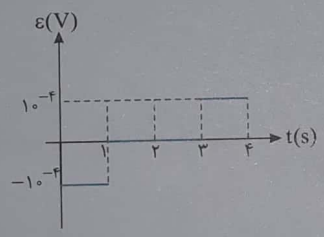
بنابراین گزینه‌ی (۲) درست است.

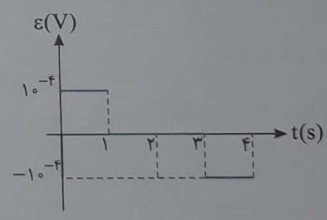
نمودارها

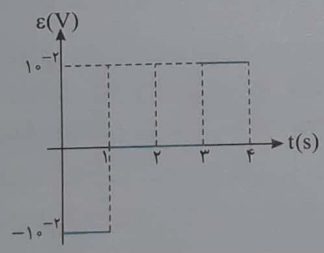
تست۲۷: شار مغناطیسی که از یک حلقه می‌گذرد بر حسب زمان در نمودار شکل روبه‌رو داده شده است. نمودار نیروی محرکه القایی متوسط در حلقه بر حسب زمان کدام گزینه است؟



۱)


۲)


۳)


۴)


پاسخ: همان گونه که در نمودار شار مغناطیسی بر حسب زمان دیده می‌شود در بازه‌ی صفر تا ۱s شار به صورت خطی افزایش می‌یابد.

در نتیجه، در این بازه‌ی زمانی، نیروی محرکه القایی متوسط برابر است با:

$$\varepsilon = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -(۱)\times\left(\frac{۱۰^{-۲}-۰}{۱}\right) = -۱۰^{-۲}V$$

در بازه‌ی ۱s تا ۳s شار ثابت مانده و تغییر شاری صورت نگرفته است. $(\Delta\Phi = ۰)$ بنابراین نیروی محرکه‌ی القایی متوسط در این بازه‌ی زمانی برابر صفر است. در بازه‌ی ۳s تا ۴s شار به صورت خطی کاهش یافته و سرانجام صفر شده است. به این ترتیب نیروی محرکه‌ی القایی متوسط در این بازه زمانی خواهد شد:

$$\varepsilon = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -(۱)\times\left(\frac{۰-۱۰^{-۲}}{۱}\right) = +۱۰^{-۲}V$$

بنابراین گزینه‌ی (۴) درست است.

Scanned by CamScanner

نتیجه اگر دقت کنید نیروی محرکه‌ی القایی متوسط یک حلقه برابر منفی شیب خط نمودار شار - زمان است.

$$\bar{\varepsilon}=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\Rightarrow\bar{\varepsilon}=-\frac{\Phi_2-\Phi_1}{t_2-t_1}\Rightarrow$$ منفی شیب خط نمودار (شار – زمان) = نیروی محرکه‌ی القایی متوسط

پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش هشتم

قانون القای الکترو مغناطیسی فاراده

۱۵۶- یکای آهنگ تغییر شار مغناطیسی در SI کدام است؟

۱) وبر بر متر مربع ۲) وبر متر مربع ۳) وبر ثانیه ۴) وبر بر ثانیه

۱۵۷- شار مغناطیسی گذرنده از حلقه‌ای در SI به صورت $\Phi=(3t^3-2t+2)$ است. بزرگی نیروی محرکه‌ی القایی متوسط در حلقه در ثانیه‌ی اول، چند ولت است؟ (سراسری تجربی - ۸۹)

۱) ۷ ۲) ۳ ۳) ۱ ۴) ۹

۱۵۸- قاب مستطیل‌شکلی به ابعاد $4cm\times5cm$ در یک میدان مغناطیسی $400G$ عمود بر خط‌های میدان قرار دارد. اگر در مدت یک میلی‌ثانیه جهت میدان 180° تغییر کرده و مقدار آن نیز $600G$ شود، نیروی محرکه‌ی القایی متوسط چند ولت می‌شود؟

۱) ۰/۰۲ ۲) ۰/۰۴ ۳) ۰/۲ ۴) ۰/۴

۱۵۹- یک پیچه به شکل مربع به ضلع $10cm$ شامل ۱۵۰ دور بین قطب‌های یک آهن‌ربای الکتریکی قرار دارد. میدان مغناطیسی آهن‌ربا $0/5T$ و عمود بر سطح پیچه است. اگر در مدت $3s$ میدان با آهنگ ثابت صفر شود، نیروی محرکه‌ی القایی در حلقه چند ولت است؟

۱) ۲/۵ ۲) ۵ ۳) ۰/۲۵ ۴) ۰/۵

۱۶۰- دو سیملوله‌ی جدا و یکسان A و B را در نظر می‌گیریم. شار مغناطیسی که از A و B می‌گذرد به ترتیب 10^4 و 10^2 وبر می‌باشد. شار سیملوله‌ی A را در مدت ۱ ثانیه و شار سیملوله‌ی B را در مدت ۰/۰۰۱ ثانیه به صفر می‌رسانیم. اگر ε_A و ε_B به ترتیب نیروی محرکه‌ی القایی در A و B باشند، نسبت $\frac{\varepsilon_A}{\varepsilon_B}$ کدام است؟

۱) $\frac{1}{10}$ ۲) ۱ ۳) ۱۰ ۴) ۱۰۰

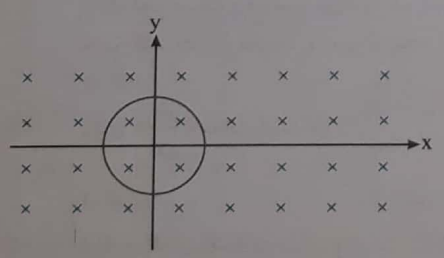
۱۶۱- سیملوله‌ای با ۵۰۰ دور سیم و مقاومت 10Ω و سطح مقطع $25cm^2$ در یک میدان مغناطیسی یکنواخت قرار دارد. برای این‌که جریانی به شدت $10^{-3}A$ در سیملوله القا شود، آهنگ تغییر میدان مغناطیسی باید چند میلی تسلا بر ثانیه باشد؟ (سطح مقطع سیملوله بر میدان مغناطیسی عمود است.) (سراسری خارج از کشور تجربی - ۸۷)

۱) ۰/۸ ۲) ۸ ۳) 8×10^{-2} ۴) 8×10^{-3}

۱۶۲- حلقه‌ای به مساحت ۲۰۰ سانتی‌متر مربع عمود بر خطوط میدان مغناطیسی یکنواخت قرار دارد. اگر در مدت ۰/۰۲ ثانیه، میدان مغناطیسی بدون تغییر جهت به اندازه‌ی ۰/۰۸ تسلا کاهش یابد، نیروی محرکه‌ی القایی متوسط در حلقه چند ولت می‌شود؟ (سراسری خارج از کشور ریاضی - ۸۷)

۱) ۰/۰۴ ۲) ۰/۰۸ ۳) ۰/۱۲ ۴) ۰/۱۶

۱۶۳- در شکل مقابل حلقه‌ای درون یک میدان مغناطیسی یکنواخت قرار گرفته است. با انجام چه تعداد از گزاره‌های زیر، در حلقه نیرو محرکه‌ای القا نمی‌شود؟ (میدان درونسوی $\vec{B}$ در تمام صفحه وجود دارد.) (برگرفته از کتاب درسی)



الف) مساحت سطح حلقه را تغییر دهیم.

ب) بزرگی میدان مغناطیسی را تغییر دهیم.

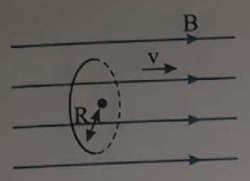
پ) حلقه را در راستای مثبت محور x حرکت دهیم.

ت) حلقه را حول محور x یا محور y بچرخانیم.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

Scanned by CamScanner

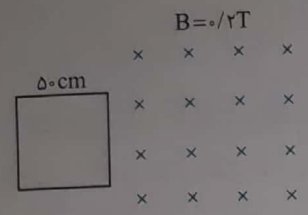
۱۶۴- در شکل روبه‌رو یک حلقه‌ی مسی به شعاع R عمود بر خط‌های میدان مغناطیسی یکنواخت B با سرعت ثابت v از چپ به راست حرکت می‌کند. نیروی محرکه‌ی القایی آن کدام گزینه‌ی زیر است؟



۱) $2\pi BvR$ ۲) RvB

۳) πRvB ۴) صفر

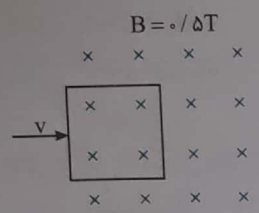
۱۶۵- در شکل روبه‌رو قاب مربع‌شکلی به ضلع ۵۰cm با تندی $1\frac{m}{s}$ وارد یک میدان مغناطیسی یکنواخت می‌شود. از لحظه‌ی ورود به میدان تا لحظه‌ای که به طور کامل در میدان قرار می‌گیرد، نیروی محرکه‌ی القایی متوسط در قاب چند میلی‌ولت است؟



۱) ۱۰۰ ۲) ۰/۰۱

۳) ۲۰ ۴) ۰/۰۲

۱۶۶- مطابق شکل، یک سیم‌پیچ مربع‌شکل، با ۲۰ دور سیم، که طول هر ضلع آن ۴۰ سانتی‌متر است، با تندی $3\frac{m}{s}$ در یک میدان مغناطیسی درونسو، به سمت راست حرکت می‌کند. بزرگی نیروی محرکه‌ی القا شده در سیم‌پیچ در لحظه‌ای که ۳۰ سانتی‌متر از آن در میدان وارد شده است، چند ولت است؟ (سراسری تجربی - ۹۲)



۱) ۶ ۲) ۸

۳) ۱۲ ۴) ۱۶

بار و جریان القایی گذرنده از مدار

۱۶۷- سیملوله‌ای به سطح مقطع ۵۰ سانتی‌مترمربع، شامل ۱۰۰۰ دور سیم با مقاومت 20Ω در یک میدان مغناطیسی که با آهنگ ۰/۰۱۶ تسلا بر ثانیه تغییر می‌کند، عمود بر خطوط میدان قرار دارد. جریان القایی در سیملوله چند میلی‌آمپر است؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۶۸- یک قاب به مساحت $100\,cm^2$ که شامل ۵۰ دور سیم است، عمود بر میدان مغناطیسی $B=0/2t-1$ قرار دارد و مقاومت قاب 2Ω است. جریان القایی در قاب چند میلی‌آمپر است؟

۱) ۰/۰۵ ۲) ۵۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۲

۱۶۹- یک قاب مستطیل‌شکل به ابعاد $50\,cm\times80\,cm$ شامل ۲۰۰ دور سیم و با مقاومت الکتریکی 50Ω در یک میدان مغناطیسی و عمود بر خط‌های میدان قرار دارد. اگر آهنگ تغییر میدان $500\frac{G}{s}$ باشد، جریان القایی قاب چند آمپر است؟

۱) ۰/۰۸ ۲) ۰/۰۴ ۳) ۰/۴ ۴) ۰/۸

۱۷۰- حلقه‌ای به قطر ۲۰ cm در یک میدان مغناطیسی یکنواخت طوری قرار دارد که خطوط میدان بر سطح حلقه عمود است. اگر مقاومت الکتریکی حلقه $0/3\Omega$ باشد، میدان مغناطیسی با آهنگ چند تسلا بر ثانیه تغییر کند، تا جریان $0/2\,A$ در حلقه القا شود؟ $(\pi=3)$ (سراسری ریاضی - ۹۴)

۱) ۰/۲ ۲) ۰/۸ ۳) ۲ ۴) ۸

۱۷۱- سطح یک پیچه‌ی مسطح با N دور سیم بر خطوط میدان مغناطیسی عمود است. مساحت هر دور سیم ۴۰۰ سانتی‌متر مربع و مقاومت آن ۰/۰۵ اهم است و دو سر پیچه به هم وصل شده است. اگر در مدت ۲ ثانیه میدان مغناطیسی از ۰/۸ تسلا درونسو تا ۱/۸ تسلا برونسو تغییر کند، جریان متوسط عبوری از پیچه در این مدت چند آمپر است؟ (گزینه دو با تغییر)

۱) ۱/۰۴ ۲) ۱/۳ ۳) ۵/۲ ۴) به تعداد دور پیچه بستگی دارد.

۱۷۲- یکای «$\frac{\text{وبر}}{\text{اهم}}$» معادل است با:

۱) تسلا ۲) ولت ۳) آمپر ۴) کولن

۱۷۳- شاری که از یک قاب دارای مقاومت 5Ω شامل ۱۰۰ حلقه می‌گذرد، برابر ۴ وبر است. اگر شار به‌طور منظم کاهش یابد تا صفر شود، در این مدت چند کولن الکتریسیته در قاب جریان می‌یابد؟

۱) ۸۰ ۲) ۴۰ ۳) ۲۰ ۴) ۱۶۰

Scanned by CamScanner

۱۷۴- یک پیچه شامل ۱۰۰ حلقه که مساحت هر حلقه $50\,cm^2$ است، عمود بر یک میدان مغناطیسی $500G$ قرار دارد. مقاومت پیچه 2Ω است. قاب را 180° می‌چرخانیم، بار الکتریکی القا شده‌ی گذرنده از قاب چند میلی‌کولن است؟

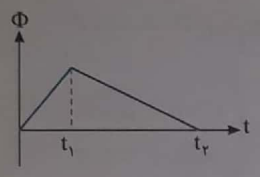
۱) صفر ۲) ۲۵ ۳) ۵۰ ۴) ۱۲۵

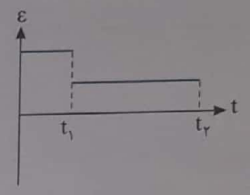
۱۷۵- پیچه‌ای با مقاومت 5Ω دارای ۵۰ حلقه، عمود بر میدان مغناطیسی به بزرگی $1/6\,T$ قرار دارد و سطح هر حلقه $10\,cm^2$ است. قاب چند درجه بچرخد تا بار الکتریکی القایی ۸ میلی‌کولن از پیچه بگذرد؟

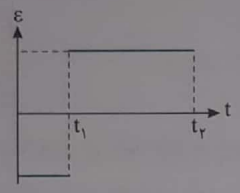
۱) ۶۰ ۲) ۳۰ ۳) ۴۵ ۴) ۹۰

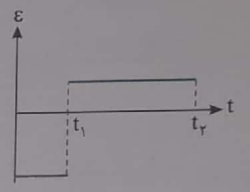
نمودارها

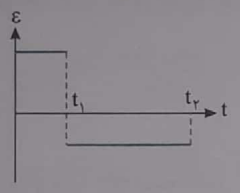
۱۷۶- در شکل روبه‌رو نمودار شار - زمان برای یک پیچه رسم شده است. کدام گزینه می‌تواند نمودار نیرومحرکه - زمان این پیچه باشد؟



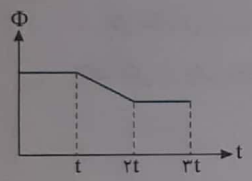
۱)


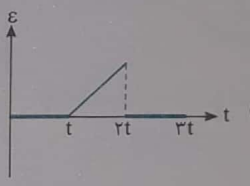
۲)


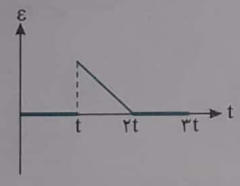
۳)


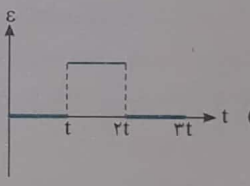
۴)


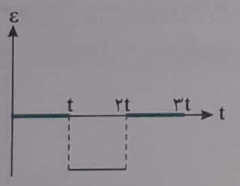
۱۷۷- نمودار شار - زمان گذرنده از یک حلقه به صورت شکل روبه‌رو است. نمودار نیرومحرکه - زمان این حلقه کدام گزینه‌ی زیر است؟



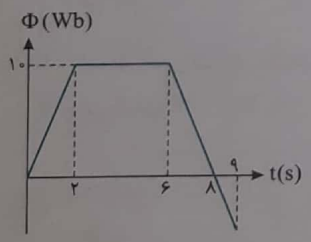
۱)


۲)


۳)


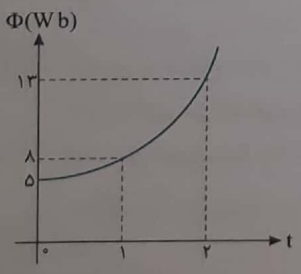
۴)


۱۷۸- در شکل روبه‌رو نمودار شار - زمان یک حلقه‌ی رسانا با مقاومت 10Ω رسم شده است. جریان القایی متوسط گذرنده از آن در بازه‌ی ۶ تا ۹ ثانیه چند آمپر است؟



۱) ۱۵
۲) ۲
۳) ۵
۴) ۰/۵

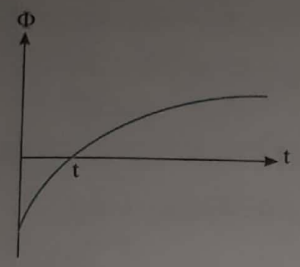
۱۷۹- نمودار شار مغناطیسی گذرنده از یک حلقه با زمان، به صورت سهمی مقابل است. بزرگی نیروی محرکه‌ی القایی متوسط در بازه‌ی زمانیِ دو ثانیه دوم چند ولت است؟(سراسری تجربی - ۹۰ با تغییر)



۱) ۶
۲) ۸
۳) ۷
۴) ۱۰

Scanned by CamScanner

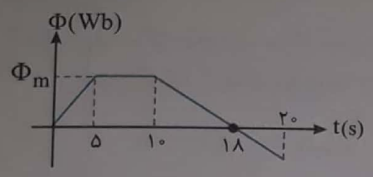
۱۸۰- نمودار تغییرات شار مغناطیسی گذرنده از یک مدار بسته برحسب زمان مطابق شکل روبه‌رو است. قدرمطلق نیروی محرکه‌ی القایی متوسط در کدام بازه‌ی زمانی بیش‌تر است؟



۱) t تا ۲t
۲) ۲t تا ۳t
۳) ۰ تا t
۴) ۳t تا ۴t

۱۸۱- نمودار تغییرات شار مغناطیسی عبوری از یک حلقه بر حسب زمان، مطابق شکل روبه‌رو است. در کدام بازه‌ی زمانی، بزرگی نیروی محرکه‌ی القایی متوسط در حلقه بیش‌تر است؟

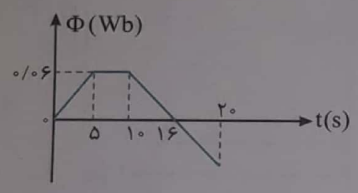
(سراسری ریاضی - ۸۸)



۱) صفر تا ۵ ثانیه
۲) ۱۰ تا ۲۰ ثانیه
۳) ۵ تا ۲۰ ثانیه
۴) ۱۰ تا ۱۸ ثانیه

۱۸۲- نمودار تغییرات شار مغناطیسی عبوری از یک حلقه برحسب زمان مطابق شکل روبه‌رو است. بزرگی نیروی محرکه‌ی القایی متوسط در حلقه در بازه‌ی زمانی ۱۰ تا ۲۰ ثانیه چند میلی‌ولت است؟

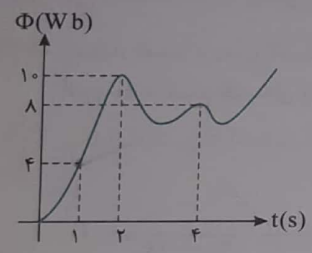
(سراسری خارج از کشور ریاضی - ۸۸)



۱) ۰/۰۱
۲) ۰/۰۲
۳) ۲۰
۴) ۱۰

۱۸۳- نمودار شار مغناطیسی عبوری از یک حلقه بسته شامل ۵۰ دور سیم و مقاومت 10Ω مطابق شکل مقابل است. در بازه‌ی زمانی $t_1 = 1s$ تا $t_2 = 4s$ به طور متوسط چند کولن بار الکتریکی از یک مقطع سیم عبور می‌کند؟

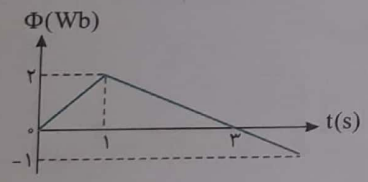
(قلم چی)



۱) ۱۰
۲) ۱۵
۳) ۲۰
۴) ۲۵

۱۸۴- نمودار تغییرات شار مغناطیسی بر حسب زمان که از یک حلقه می‌گذرد، به صورت شکل مقابل است. نیروی محرکه‌ی متوسط القا شده در بازه‌ی زمانی $t_1 = 1/2s$ تا $t_2 = 3s$ چند ولت است؟

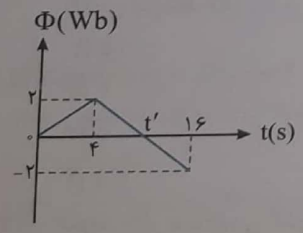
(سراسری تجربی - ۹۴ با تغییر)



۱) صفر
۲) $\frac{1}{2}$
۳) ۱
۴) ۱/۵

۱۸۵- نمودار تغییرات شار مغناطیسی عبوری از یک حلقه نسبت به زمان مطابق شکل روبه‌رو است. در بازه‌ی $t = 4s$ تا $t = t'$، بزرگی نیروی محرکه‌ی القایی در حلقه چند ولت است؟

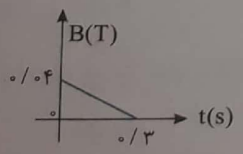
(سراسری خارج از کشور ریاضی - ۸۹ با تغییر)



۱) صفر
۲) ۲
۳) $\frac{1}{2}$
۴) $\frac{1}{3}$

۱۸۶- حلقه‌ای به شعاع $10cm$ و مقاومت 5Ω عمود بر میدان مغناطیسی که مطابق شکل روبه‌رو با زمان تغییر می‌کند، قرار دارد. جریان القایی متوسط حلقه در بازه‌ی $t = 0/1s$ تا $t = 0/2s$ چند میلی‌آمپر است؟ $(\pi \simeq 3)$

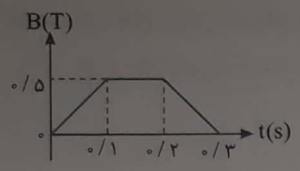
(سراسری تجربی - ۸۷ با تغییر)

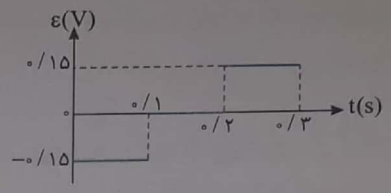


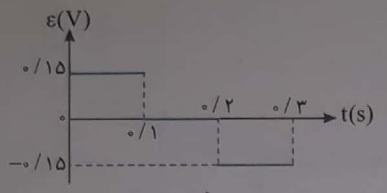
۱) ۰/۶
۲) ۰/۸
۳) ۱
۴) ۴

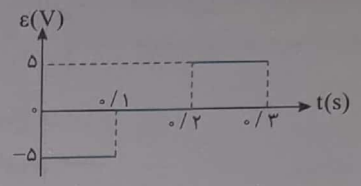
Scanned by CamScanner

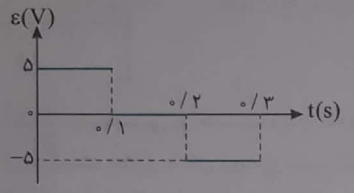
۱۸۷- یک حلقه به شعاع ۱۰ سانتی‌متر و مقاومت 5Ω به طور عمود بر یک میدان مغناطیسی قرار دارد و میدان مغناطیسی مطابق شکل زیر تغییر می‌کند. نمودار نیروی محرکه‌ی القا شده در حلقه، کدام است؟ $(\pi=3)$ (سراسری خارج از کشور ریاضی- ۹۶)



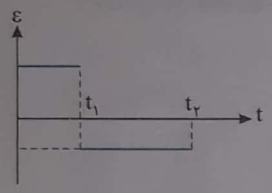
۱) 

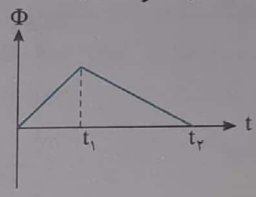
۲) 

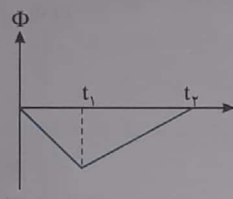
۳) 

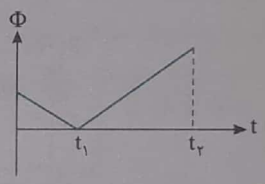
۴) 

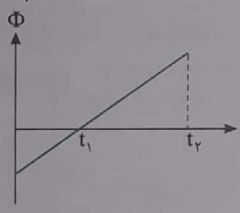
۱۸۸- نمودار نیروی محرکه‌ی القایی متوسط در یک حلقه برحسب زمان مطابق شکل روبرو است. کدام گزینه می‌تواند نمودار شار گذرنده از حلقه برحسب زمان باشد؟ (فرض این است که در لحظه‌ی $t=0$ شار صفر است.)



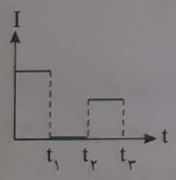
۱) 

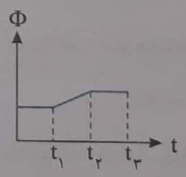
۲) 

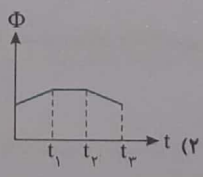
۳) 

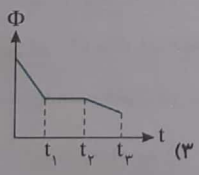
۴) 

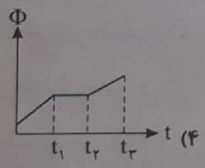
۱۸۹- در اثر تغییرات شار مغناطیسی در یک مدار بسته، جریان القایی تولید شده است و نمودار جریان القایی بر حسب زمان مطابق شکل روبه‌رو می‌باشد. کدام‌یک از گزینه‌های زیر، نمودار شار مغناطیسی بر حسب زمان در این مدار است؟



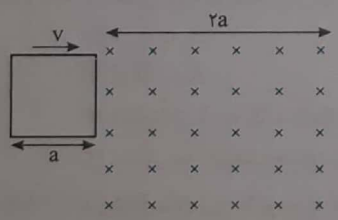
۱) 

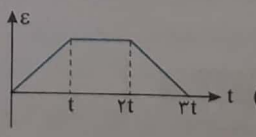
۲) 

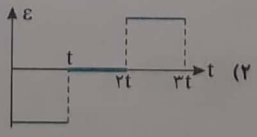
۳) 

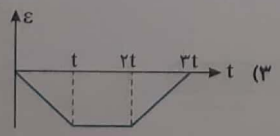
۴) 

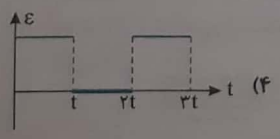
۱۹۰- در شکل روبه‌رو یک قاب مربع شکل با سرعت ثابت v وارد میدان مغناطیسی یکنواخت درونسوی B شده و از طرف دیگر میدان بیرون می‌رود. کدام نمودار تغییرات نیروی محرکه‌ی القایی در قاب را درست نمایش می‌دهد؟



۱) 

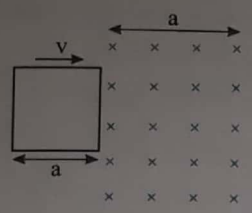
۲) 

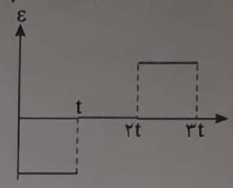
۳) 

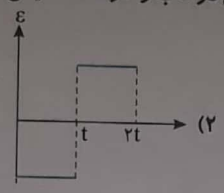
۴) 

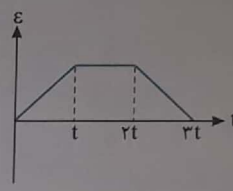
Scanned by CamScanner

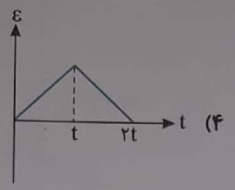
۱۹۱- در شکل روبه‌رو یک قاب مربع شکل با سرعت ثابت v وارد میدان یکنواخت درونسوی B شده و از طرف دیگر میدان بیرون می‌رود. کدام نمودار تغییرات نیروی محرکه‌ی القایی در قاب را درست نمایش می‌دهد؟



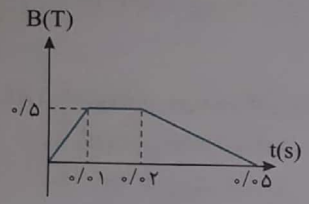
۱) 

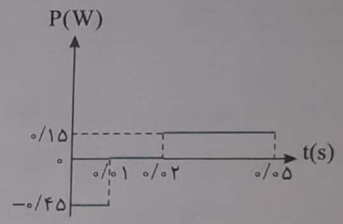
۲) 

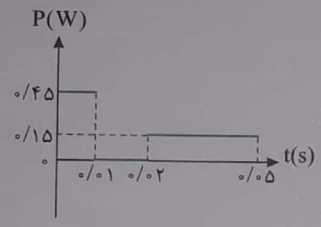
۳) 

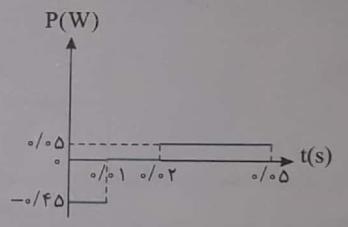
۴) 

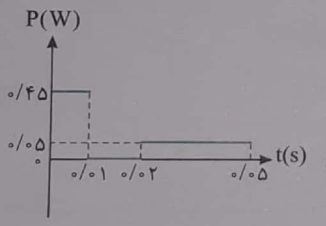
۱۹۲- نمودار تغییرات میدان مغناطیسی بر حسب زمان که بر یک حلقه‌ی دایره‌ای به شعاع ۱۰cm و مقاومت ۵Ω، عمود است، مطابق شکل روبه‌رو است. نمودار آهنگ تولید انرژی گرمایی بر حسب زمان در این حلقه کدام است؟ $(\pi \simeq ۳)$ (سراسری تجربی - ۹۵)



۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

کاربرد قانون لنز در یافتن جهت جریان القایی

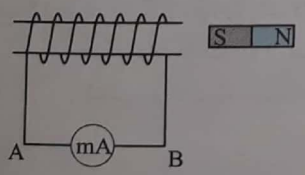
۱۹۳- گزاره‌های (الف) و (ب) در مورد قانون لنز بیان شده است. کدام گزینه در مورد درستی یا نادرستی گزاره‌های (الف) و (ب) به ترتیب از راست به چپ درست است؟

الف) جریان حاصل از نیرو محرکه القایی در یک مدار در جهتی است که جهت میدان مغناطیسی حاصل از آن مخالف شار مغناطیسی باشد.

ب) علامت منفی در $\overline{\varepsilon} = -N\dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ نشان‌دهنده قانون لنز است. (گزینه دو - با تغییر)

۱) درست - درست ۲) درست - نادرست ۳) نادرست - درست ۴) نادرست - نادرست

۱۹۴- در شکل روبه‌رو هنگام نزدیک کردن آهن‌ربا به سیملوله جهت جریان القایی در میلی‌آمپرسنج چگونه است؟



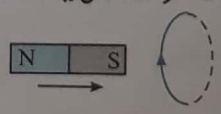
۱) از A به B

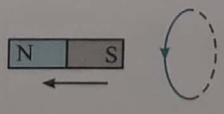
۲) از B به A

۳) متناوباً از A به B و بالعکس

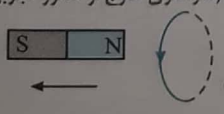
۴) بستگی به سرعت حرکت آهن‌ربا دارد.

۱۹۵- در شکل‌های زیر، با توجه به جهت حرکت آهن‌ربا، جهت جریان القایی در کدام حلقه‌ی فلزی صحیح است؟ (علامت پیکان نشان‌دهنده‌ی جهت حرکت آهن‌ربا است.) (سراسری خارج از کشور تجربی - ۹۰)

۱) 

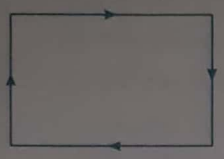
۲) 

۳)

۴) 

Scanned by CamScanner

۱۹۶- سوی جریان القایی در یک قاب واقع در میدان مغناطیسی نشان داده شده است. چه تعداد از گزاره‌های زیر جهت میدان مغناطیسی و تغییر آن را با توجه به جهت جریان درست بیان می‌کند؟



الف) میدان در حال کاهش و درونسو

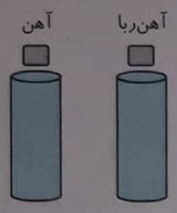
ب) میدان ثابت و برونسو

پ) میدان در حال افزایش و برونسو

ت) میدان در حال افزایش و درونسو

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۱۹۷- یک آهن‌ربا و یک آهن که ظاهراً مشابه‌اند، مطابق شکل داخل دو لوله‌ی مسی بدون آن‌که با دیواره تماس داشته باشند، سقوط می‌کنند. سرعت آهن‌ربا هنگام خروج از لوله، نسبت به سرعت آهن چگونه است؟



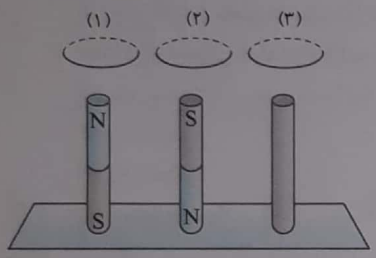
۱) کم‌تر

۲) بیش‌تر

۳) مساوی

۴) بسته به شرایط هر سه حالت ممکن است رخ دهد.

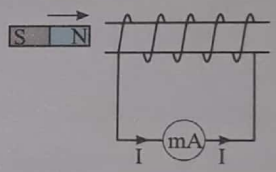
۱۹۸- مطابق شکل مقابل طی سه آزمایش مجزا سه حلقه‌ی آهنی مشابه از ارتفاع معینی رها می‌شوند که از میان حلقه‌های ۱ و ۲ آهن‌رباهای میله‌ای مشابه و از میان حلقه‌ی ۳ میله‌ی آهنی می‌گذرد. کدام رابطه مقایسه‌ی درستی از زمان سقوط حلقه‌ها است؟ (قلم‌چی)

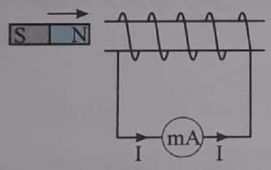


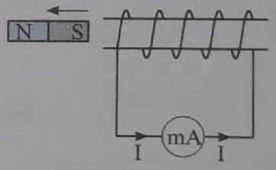
۱) $t_1 < t_2 < t_3$ ۲) $t_1 > t_2 > t_3$

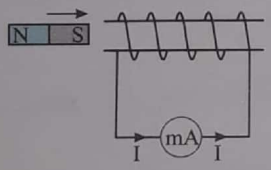
۳) $t_1 = t_2 < t_3$ ۴) $t_1 = t_2 > t_3$

۱۹۹- با توجه به جهت حرکت آهن‌ربا، جهت جریان القایی در میلی‌آمپرسنج، در کدام‌یک از شکل‌های زیر درست نشان داده شده است؟

۱)


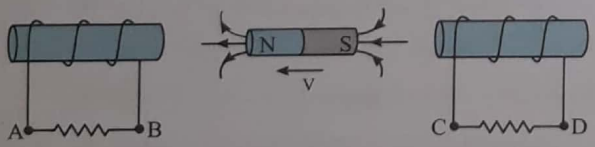
۲)


۳)


۴)


۲۰۰- در شکل زیر سیملوله‌ها ثابت‌اند و آهن‌ربا به سمت چپ در حرکت است. جهت جریان القایی در مقاومت‌ها کدام است؟

(سراسری خارج از کشور ریاضی - ۹۰)



۱) از D به C و از A به B

۲) از C به D و از A به B

۳) از D به C و از B به A

۴) از C به D و از B به A

۲۰۱- در شکل روبه‌رو، حلقه‌ی رسانا و سیم راست در یک صفحه قرار دارند. اگر حلقه را ..... و یا شدت جریان I را ..... ، جریان القایی در حلقه ساعتگرد خواهد شد. (سراسری تجربی - ۹۳)

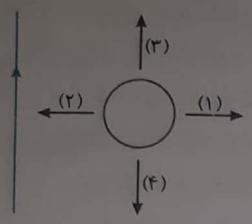
۱) از سیم دور کنیم- کاهش دهیم.

۲) از سیم دور کنیم- افزایش دهیم.

۳) به سیم نزدیک کنیم- کاهش دهیم.

۴) به سیم نزدیک کنیم- افزایش دهیم.

Scanned by CamScanner



۲۰۲- با توجه به جهت‌های حرکت حلقه از کنار سیم راست بلند حامل جریان، چه تعداد از گزاره‌های زیر درست است؟

الف) اگر حلقه در جهت (۳) حرکت کند، میدانی درون حلقه القا نمی‌شود.

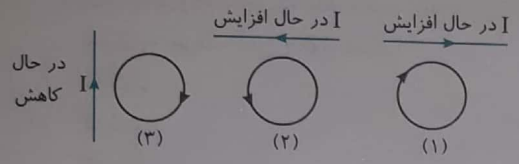
ب) اگر حلقه در جهت (۴) حرکت کند، جریان القایی ساعتگرد می‌شود.

پ) اگر حلقه در جهت (۲) حرکت کند، جریان القایی پادساعتگرد می‌شود.

ت) اگر حلقه در جهت (۱) حرکت کند، میدان القایی درون حلقه درونسو می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۰۳- در شکل‌های روبه‌رو، تغییرات جریان I در سیم‌های مستقیم نشان داده شده است. سوی جریان در حلقه‌های مجاور سیم در کدام شکل درست است؟

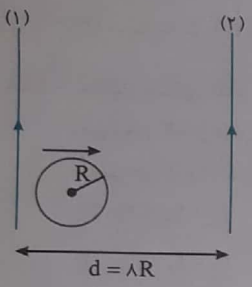


۱) (۱) و (۲)

۲) (۱)

۳) (۲)

۴) (۳)



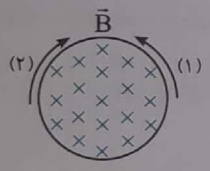
۲۰۴- از دو سیم موازی، نازک و بلند جریان‌های مساوی و در یک جهت عبور می‌کند. اگر مطابق شکل مقابل حلقه‌ای به شعاع R را از مجاورت سیم (۱) تا مجاورت سیم (۲) به طور یکنواخت منتقل کنیم، جهت جریان القایی در حلقه در چه جهتی خواهد بود؟ (دو سیم حامل جریان و حلقه در صفحه کاغذ قرار دارند.) (قلم‌چی)

۱) ابتدا ساعتگرد، سپس پادساعتگرد

۲) ساعتگرد

۳) پادساعتگرد

۴) ابتدا پادساعتگرد، سپس ساعتگرد



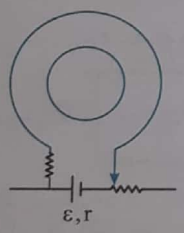
۲۰۵- حلقه‌ای مطابق شکل، عمود بر میدان مغناطیسی B که جهت آن به سمت داخل صفحه می‌باشد، قرار دارد. اگر میدان به طور یکنواخت در بازه‌ی زمانی Δt از B به $-B$ تغییر کند، جریان القایی در حلقه به کدام جهت خواهد بود؟

۱) (۱)

۲) ابتدا (۲) و سپس (۱)

۳) ابتدا (۱) و سپس (۲)

۴) (۲)



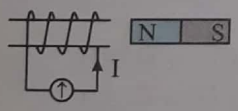
۲۰۶- در شکل روبه‌رو با حرکت لغزنده‌ی رئوستا به سمت راست، جهت جریان القایی در حلقه‌ی وسط مدار در کدام‌سو است؟

۱) ساعتگرد

۲) پادساعتگرد

۳) ابتدا ساعتگرد، سپس پادساعتگرد

۴) جریان القایی ایجاد نمی‌شود.



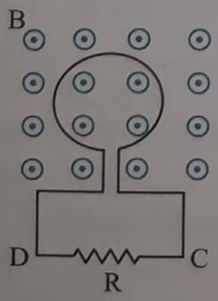
۲۰۷- در کدام حالت، جریان القایی در جهت نشان داده شده ایجاد می‌شود؟

۱) آهن‌ربا به چپ یا سیم‌پیچ به راست در حرکت باشد.

۲) آهن‌ربا به راست یا سیم‌پیچ به چپ در حرکت باشد.

۳) آهن‌ربا با سرعت v_1 و سیم‌پیچ با سرعت v_2 $(v_2 < v_1)$ هر دو به سمت راست در حرکت باشند.

۴) آهن‌ربا با سرعت v_1 و سیم‌پیچ با سرعت v_2 $(v_2 > v_1)$ هر دو به سمت چپ در حرکت باشند.



۲۰۸- یک حلقه‌ی رسانا و قابل انعطاف در یک میدان مغناطیسی یکنواخت برونسو مطابق شکل قرار دارد. اگر یک بار دو طرف حلقه را در مدت t بکشند و بار دیگر دو طرف حلقه را به سوی هم فشرده کنند، جهت جریان القایی در مقاومت R چگونه خواهد بود؟

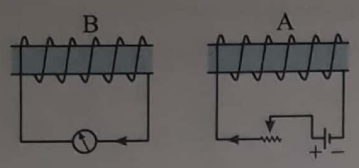
۱) ابتدا از C به D و سپس از D به C.

۲) ابتدا از D به C و سپس از C به D.

۳) در هر دو حالت از C به D.

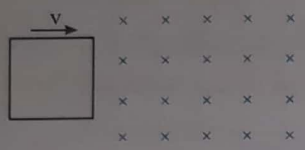
۴) در هر دو حالت از D به C.

Scanned by CamScanner



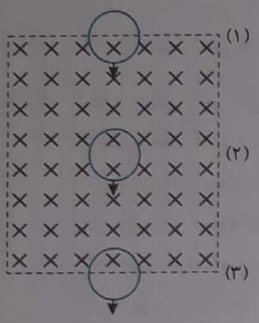
۲۰۹- دو سیملوله‌ی A و B مقابل یک‌دیگر قرار دارند. با تغییر مقاومت رئوستا جریانی در مدار سیملوله‌ی B القا می‌شود. با توجه به شکل می‌توان نتیجه گرفت که مقاومت رئوستا در حال ..... است و دو سیملوله نیروی ..... به یک‌دیگر وارد می‌کنند. (سراسری ریاضی-۸۶)

۱) کاهش- جاذبه
۲) کاهش - دافعه
۳) افزایش - دافعه
۴) افزایش - جاذبه



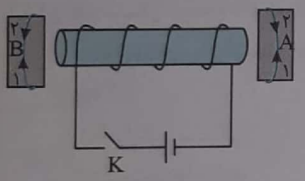
۲۱۰- سیم رسانای مربع شکلی با سرعت ثابت وارد یک میدان مغناطیسی یکنواخت درونسو می‌شود و از آن خارج می‌گردد. اگر سطح سیم رسانا عمود بر راستای میدان باشد، جریان القایی تولید شده در رسانا هنگام ورود و خروج از میدان، به ترتیب از راست به چپ در چه جهتی است؟

۱) پادساعتگرد - ساعتگرد
۲) ساعتگرد - ساعتگرد
۳) پادساعتگرد - پادساعتگرد
۴) ساعتگرد - پادساعتگرد



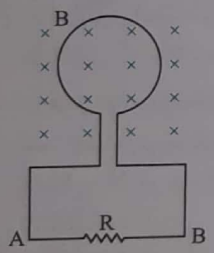
۲۱۱- یک حلقه مسی با سرعت ثابت از موقعیت (۱) تا موقعیت (۳) از یک میدان مغناطیسی یکنواخت مطابق شکل زیر عبور می‌کند. اگر جریان القا شده در حلقه در موقعیت (۱) تا (۳) به ترتیب I_1، I_2 و I_3 باشد، کدام‌یک از موارد زیر درست است؟ (سراسری خارج از کشور تجربی - ۹۶)

۱) $I_2=0$ و I_3 ساعتگرد
۲) $I_2=0$ و I_1 ساعتگرد
۳) I_1 ساعتگرد و I_3 ساعتگرد
۴) I_1 ساعتگرد و I_3 پادساعتگرد



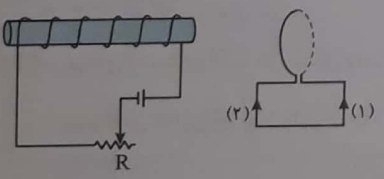
۲۱۲- در شکل مقابل در لحظه‌ی وصل کردن کلید K، جریان‌های القایی در حلقه‌های A و B به ترتیب از راست به چپ در کدام جهتِ نشان داده شده خواهد شد؟

۱) (۱) و (۱)
۲) (۲) و (۱)
۳) (۱) و (۲)
۴) (۲) و (۲)



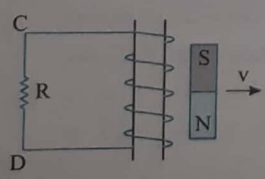
۲۱۳- در شکل مقابل، شار مغناطیسی که از حلقه عبور می‌کند، در SI به صورت $\Phi=(5t^2+6t)\times10^{-3}$ است. بزرگی نیروی محرکه‌ی القایی متوسط در فاصله‌ی زمانی $t=0$ تا $t=2s$ چند میلی‌ولت و جهت جریان القایی در مقاومت R به کدام سمت است؟ (سراسری خارج از کشور تجربی - ۸۸)

۱) ۱۶، از A به B
۲) ۱۶، از B به A
۳) ۱۸، از A به B
۴) ۱۸، از B به A



۲۱۴- در مدار روبه‌رو، مقاومت رئوستا در حال افزایش است. جهت جریان القایی درحلقه در جهت ..... است و نیروی محرکه‌ی خودالقایی (خودالقاوری) در سیملوله در ..... نیروی محرکه‌ی مولد عمل می‌کند. (سراسری خارج از کشور ریاضی - ۸۷)

۱) (۱)، جهت
۲) (۲)، جهت
۳) (۱)، خلاف جهت
۴) (۲)، خلاف جهت

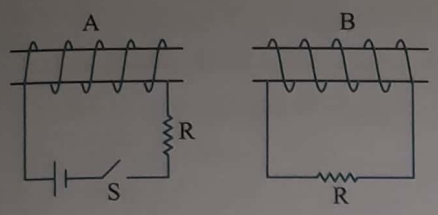


۲۱۵- در شکل روبه‌رو آهن‌ربا را مطابق شکل با سرعت ثابت از سیملوله دور می‌کنیم. کدام گزینه درباره‌ی جریان القایی در مقاومت R درست است؟

۱) جهت جریان از C به D است.
۲) جهت جریان از D به C است.
۳) جریانی به وجود نمی‌آید.
۴) جهت جریان را نمی‌توان تشخیص داد.

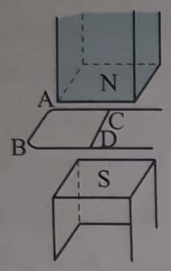
Scanned by CamScanner

۲۱۶- در شکل روبه‌رو در لحظه‌های وصل و قطع کلید S به ترتیب از راست به چپ، نیروی بین دو سیملوله‌ی A و B چگونه است؟



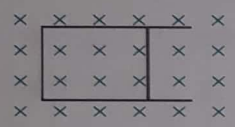
۱) رانشی - رانشی
۲) ربایشی - ربایشی
۳) ربایشی - رانشی
۴) رانشی - ربایشی

۲۱۷- در شکل روبه‌رو سیم رسانای CD روی سیم رسانای U شکل به کدام جهت حرکت داده شود تا جهت جریان القایی در سیم AB از B به سوی A باشد؟



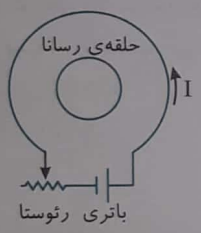
۱) به سمت راست.
۲) به سمت چپ.
۳) در امتداد سیم به جلو برده شود.
۴) در امتداد سیم به عقب کشیده شود.

۲۱۸- مطابق شکل سیم مسی روی یک قاب فلزی بدون اصطکاک با سرعت ثابت به طرف راست کشیده می‌شود. قاب در یک میدان مغناطیسی که بر سطح قاب عمود است، قرار دارد. کدام گزینه درباره‌ی جهت نیروی وارد بر سیم از طرف شخصی که آن را حرکت می‌دهد درست است؟



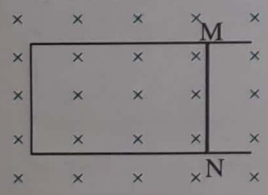
۱) به موازات میدان مغناطیسی و به طرف بیرون صفحه
۲) منطبق بر صفحه‌ی حرکت و به طرف چپ
۳) منطبق بر صفحه‌ی حرکت و به طرف راست
۴) به موازات میدان مغناطیسی و به طرف داخل صفحه

۲۱۹- در شکل روبه‌رو اگر لغزنده‌ی رئوستا در حال حرکت به سمت چپ باشد، جریان I چگونه تغییر می‌کند و جهت جریان القایی در حلقه‌ی رسانا در کدام جهت خواهد بود؟ (سراسری خارج از کشور ریاضی - ۹۵)



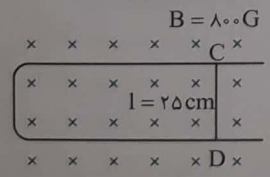
۱) افزایش، ساعتگرد
۲) کاهش، ساعتگرد
۳) افزایش، پادساعتگرد
۴) کاهش، پادساعتگرد

۲۲۰- در شکل زیر، میدان مغناطیسی درونسو است و قاب U شکل رسانا است. اگر مماس بر قاب، میله‌ی رسانای MN را از حال سکون با شتاب ثابت به سمت چپ ببریم، جریان القایی در میله از ..... بوده و اندازه‌ی آن در این وضعیت، ..... خواهد بود. (سراسری ریاضی - ۹۱)



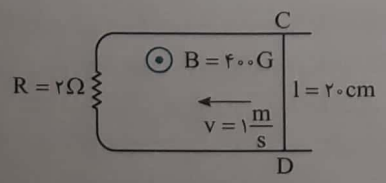
۱) M به N، در حال افزایش
۲) M به N، ثابت
۳) N به M، ثابت
۴) N به M، در حال افزایش

۲۲۱- * میله‌ی رسانای CD در شکل روبه‌رو به‌تندی ثابت $12\frac{m}{s}$ حرکت می‌کند. نیروی محرکه‌ی القایی آن چند ولت است؟ (۱)



۱) ۰/۲۴
۲) ۱۲
۳) ۰/۱۲
۴) ۲۴

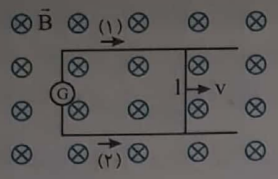
۲۲۲- * در شکل روبه‌رو سیم رسانای CD می‌تواند روی سیم رسانای U شکل آزادانه بلغزد. مجموعه در یک میدان مغناطیسی یکنواخت برونسو قرار دارد. جهت جریان القایی در مقاومت R کدام و مقدار آن چند میلی‌آمپر است؟



۱) ۴، ↓
۲) ۴×۱۰^{-۳}، ↓
۳) ۴، ↑
۴) ۴×۱۰^{-۳}، ↑

۱- تست‌های ستاره‌دار جزء برنامه رسمی کتاب درسی نیست.

Scanned by CamScanner

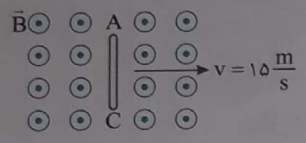


۲۲۳- در شکل روبه‌رو میدان مغناطیسی ۰/۰۵ تسلا، سطح قاب عمود بر میدان است و ضلع l به طول ۴۰cm با سرعت ۲۰ متر بر ثانیه در جهت نشان داده شده در حرکت است. نیروی محرکه‌ی القایی چند ولت و جریان القایی در کدام جهت است؟ (سراسری ریاضی-۸۷)

۱) ۱/۲ ,(۱)
۲) ۱/۲ ,(۲)
۳) ۰/۴ ,(۱)
۴) ۰/۴ ,(۲)

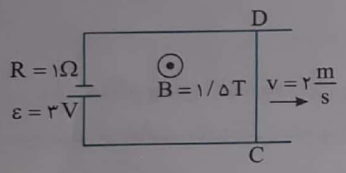
۲۲۴- میله‌ی فلزی راستی را از یک سر آویخته‌ایم به گونه‌ای که بر میدان مغناطیسی زمین عمود است. برای این که بر اثر حرکت میله در میدان مغناطیسی زمین، انتهای پایینی میله نسبت به انتهای بالایی آن پتانسیل الکتریکی بیش‌تری پیدا کند، باید میله را به کدام سمت حرکت دهیم؟

۱) جنوب ۲) شمال ۳) شرق ۴) غرب



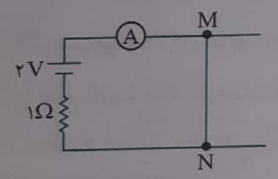
۲۲۵- مطابق شکل روبه‌رو، میله‌ی رسانای AC به طول ۳۰cm و با سرعت ثابت $۱۵\frac{m}{s}$ عمود بر خط‌های میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی ۲۰۰۰ گاؤس حرکت می‌کند. اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر میله‌ی AC یعنی $V_A - V_C$ چند ولت است؟ (قلم‌چی)

۱) ۹۰-
۲) ۰/۹-
۳) ۹۰
۴) ۰/۹



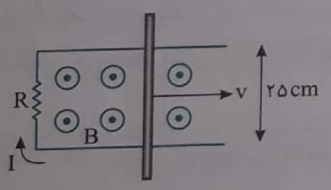
۲۲۶- سیم CD به طول ۵۰cm و دارای مقاومت الکتریکی ۲Ω روی مدار رسانای U شکلی مطابق شکل روبه‌رو قرار دارد و مجموعه در یک میدان مغناطیسی یکنواخت برونسو به اندازه‌ی ۱/۵T قرار دارد. اگر سیم CD با تندی $۲\frac{m}{s}$ به سمت راست حرکت کند، جریان در مدت حرکت سیم در مدار چند آمپر است؟

۱) ۱/۵
۲) ۷/۵
۳) ۰/۵
۴) ۰/۲۵



۲۲۷- در شکل مقابل یک میدان مغناطیسی عمود بر صفحه‌ی قاب فلزی وجود دارد. وقتی میله‌ی فلزی MN به طول ۵۰cm را با سرعت $۴\frac{m}{s}$ به طرف راست می‌بریم (→)، آمپرمتر عدد صفر را نشان می‌دهد. اندازه و جهت میدان مغناطیسی کدام است؟ (گزینه دو)

۱) ۱T ، ⊙
۲) ۲T ، ⊗
۳) ۱T ، ⊗
۴) ۲T ، ⊙

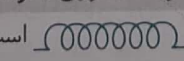


۲۲۸- در شکل زیر رسانای U شکل به مقاومت R = ۰/۲Ω در میدان مغناطیسی یکنواخت B = ۰/۱T قرار دارد. میله‌ی رسانا روی آن با سرعت v در حرکت است. اگر جریان القایی I = ۰/۵ A باشد، سرعت میله چند متر بر ثانیه است؟ (سراسری تجربی - ۹۶)

۱) ۱
۲) ۴
۳) ۰/۱
۴) ۰/۴

بخش نهم: القاگرها

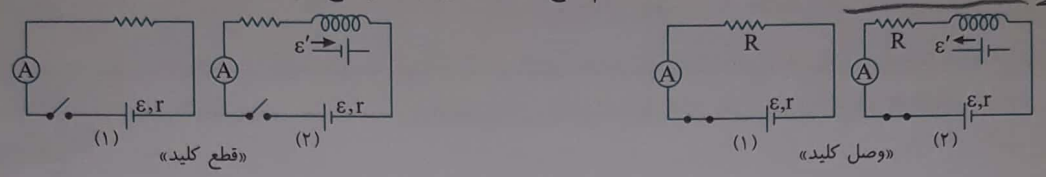
تعریف هرگاه جریان گذرنده از یک پیچه یا سیملوله تغییر کند، در آن نیروی محرکه‌ای القا می‌شود که با عامل تغییر جریان مخالفت می‌کند. این پدیده را خود - القاوری (خودالقایی) گویند. پیچه و سیملوله را القاگر می‌نامند.

- نماد مداری معمول برای القاگر به‌صورت  است.
- القاگر برای تولید میدان مغناطیسی دلخواه و ذخیره‌ی انرژی مغناطیسی توسط میدان مغناطیسی استفاده می‌شود.
- القاگر در مدار جریان مستقیم، به پایا نگه‌داشتن جریان در برابر افت و خیزهای نیروی محرکه (emf) کمک می‌کند.
- القاگر در مدار جریان متناوب از تغییرات جریان که سریع‌تر از مقدار دلخواه باشد جلوگیری می‌کند.

Scanned by CamScanner

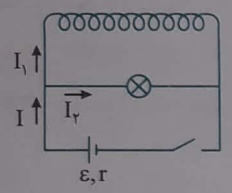
بررسی رفتار القاگر در مدار

هرگاه یک مدار ساده شامل یک مقاومت اهمی، یک باتری و یک آمپرسنج تشکیل دهیم بلافاصله با وصل کلید، جریان در مدار برقرار می‌شود و به مقدار نهایی $I=\frac{\varepsilon}{R+r}$ می‌رسد (شکل الف - ۱) اما اگر یک القاگر در مدار قرار گیرد (شکل الف - ۲) هنگام وصل کلید، به دلیل اثر خود-القاوری برقراری جریان کندتر صورت می‌گیرد. در هنگام قطع کلید (شکل ب) نیز قطع جریان در مدار (شکل ب - ۲) کندتر رخ می‌دهد.



شکل (الف) شکل (ب)

پرسش: در شکل مقابل هنگام وصل کلید و قطع آن، جریان مدار چگونه است؟



پاسخ: هنگام وصل کلید: به دلیل پدیده‌ی خود - القاوری شدید در سیملوله، جریان عبوری از آن ناچیز است و لامپ با نوری شدیدتر از حالت عادی‌اش به‌طور لحظه‌ای روشن می‌شود. $I=I_2 \quad , \quad I_1 \approx 0$

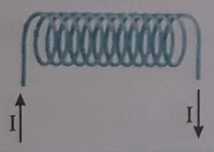
پس از ثبات جریان و از بین رفتن پدیده‌ی خود - القاوری:

الف) اگر سیملوله دارای مقاومت اهمی نباشد $(R_L=0)$ مانند اتصال کوتاه عمل کرده و لامپ خاموش می‌شود. $I=I_1 \quad , \quad I_2 \approx 0$

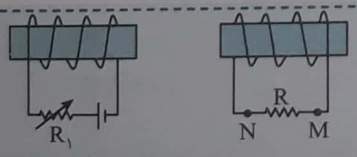
ب) اگر سیملوله دارای مقاومت اهمی باشد در نهایت لامپ با نور معمولی روشن می‌ماند. $I=I_1+I_2$

هنگام قطع کلید: مولد از مدار جدا می‌شود و در اثر پدیده‌ی خود - القاوری، جریان القایی به‌وجود می‌آید که از لامپ گذشته، لامپ ابتدا پرنور و سپس خاموش می‌گردد.

ضریب القاوری



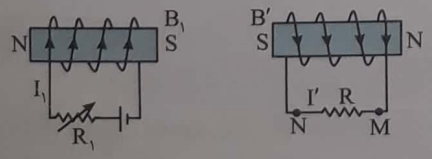
ویژگی‌های فیزیکی هر القاگر، توسط ضریبی به نام ضریب القاوری تعیین می‌شود که آن را با حرف L نمایش می‌دهند یکای آن در SI هانری (H) است



تست۲۸: در شکل روبه‌رو، مقاومت R_1 را ناگهان کم می‌کنیم. جریان در مقاومت R از ..... و به صورت ..... برقرار می‌شود.

۱) N به M، موقتی ۲) M به N، موقتی

۳) M به N، دائمی ۴) N به M، دائمی



پاسخ: با کاهش مقاومت R_1، جریان I_1 افزایش می‌یابد. میدان مغناطیسی B_1 که از راست به چپ است، افزایش یافته، شار گذرنده از سیملوله‌ی سمت راست تغییر می‌کند و در آن جریان القایی به‌وجود می‌آید که میدان مغناطیسی القایی آن (B') در خلاف B_1 بوده تا با افزایش شار طبق قانون لنز مخالفت کند. طبق قاعده‌ی دست راست، برای میدان مغناطیسی سیملوله جریان القایی I' در مقاومت R از M به N است. از آن‌جا که تغییرات جریان I_1 موقتی است، جریان I' نیز موقتی است. بنابراین گزینه‌ی (۲) درست است.

تست بالا بیانگر پدیده‌ایست که به آن القاوری متقابل گویند.

Scanned by CamScanner

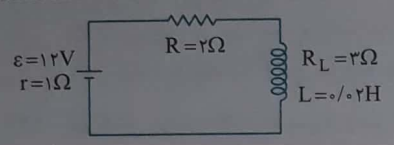
انرژی القاگر

هرگاه یک القاگر به یک مولد متصل شود و در آن جریان برقرار شود، بخشی از انرژی در مقاومت سیم‌های القاگر به گرما تبدیل می‌شود $(U=RI^2t)$ و بخشی از آن در میدان مغناطیسی القاگر ذخیره می‌شود که از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

انرژی ذخیره شده در القاگر $U=\frac{1}{2}LI^2$

- اگر جریان القاگر پایا باشد (I ثابت باشد)، انرژی به القاگر وارد و یا از آن خارج نمی‌شود.
- اگر جریان القاگر افزایش یابد، انرژی به القاگر وارد می‌شود.
- انرژی $U=\frac{1}{2}LI^2$ تلف نمی‌شود بلکه در القاگر ذخیره می‌شود و می‌تواند به مدار بازگردد.

تست۲۹: انرژی ذخیره شده در سیملوله‌ی شکل روبه‌رو چند ژول است؟



۱) ۰/۰۴ ۲) ۰/۱۶
۳) ۰/۰۱ ۴) ۰/۰۲

پاسخ: جریان را به‌دست می‌آوریم:

$$I=\frac{\varepsilon}{R+r}\Rightarrow I=\frac{12}{5+1}=2A$$

انرژی ذخیره شده در سیملوله برابر خواهد شد با:

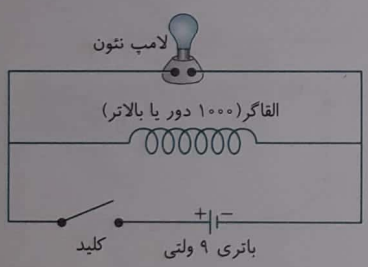
$$U=\frac{1}{2}LI^2\Rightarrow U=\frac{1}{2}\times 0/02\times 4\Rightarrow U=0/04J$$

بنابراین گزینه‌ی (۱) درست است.

پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش نهم

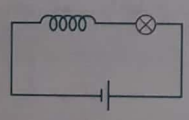
القاگر – خودالقاوری

۲۲۹- در مدار شکل روبه‌رو کلید را به‌طور پی‌درپی وصل و قطع می‌کنیم. در این صورت .....



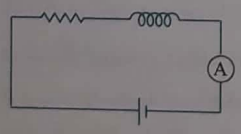
۱) لامپ روشن نمی‌شود.
۲) لامپ روشن می‌شود و روشن می‌ماند.
۳) لامپ روشن و خاموش می‌شود.
۴) اظهار نظر قطعی ممکن نیست.

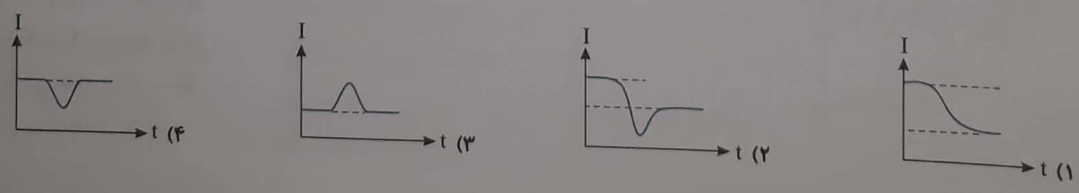
۲۳۰- در شکل روبه‌رو اگر یک میله‌ی آهنی به تدریج وارد سیملوله شود، نور لامپ چه تغییری می‌کند؟



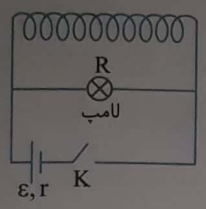
۱) کم می‌شود.
۲) زیاد می‌شود.
۳) ابتدا زیاد و سپس کم می‌شود.
۴) ابتدا کم و سپس به حالت اول باز می‌گردد.

۲۳۱- در شکل مقابل هسته‌ای آهنی را داخل سیملوله قرار می‌دهیم. تغییرات جریانی که آمپرسنج نشان می‌دهد، در کدام گزینه بهتر رسم شده است؟





Scanned by CamScanner



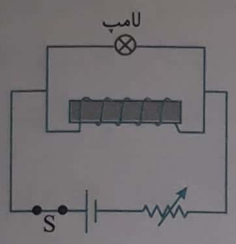
۲۳۲- در شکل روبه‌رو سیملوله بدون مقاومت اهمی است. با بستن کلید K، لامپ .....

۱) ابتدا روشن شده و سپس با نور کم‌تری روشن می‌ماند.

۲) روشن نمی‌شود.

۳) ابتدا روشن شده سپس خاموش می‌شود.

۴) ابتدا روشن شده و با همان روشنایی باقی می‌ماند.



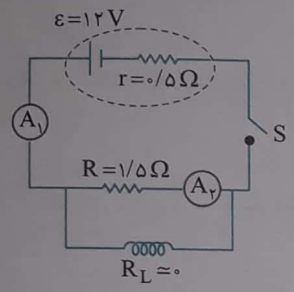
۲۳۳- در شکل روبه‌رو سیملوله دارای هسته‌ی آهنی و مقاومت اهمی R_1 است. کلید S بسته است و لامپ با روشنایی ضعیفی تابش می‌کند. اگر کلید S را سریعاً قطع کنیم، .....

۱) لامپ بلافاصله خاموش می‌شود.

۲) لامپ به آرامی خاموش می‌شود.

۳) لامپ ابتدا پر نور است و سپس به آرامی خاموش می‌شود.

۴) با توجه به مقاومت لامپ هر سه حالت ممکن است.



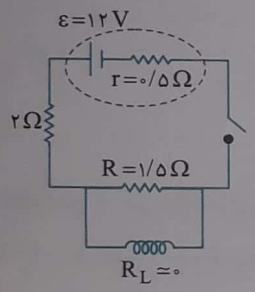
۲۳۴- در شکل روبه‌رو بلافاصله پس از وصل کلید S، آمپرسنج‌های A_1 و A_2 به ترتیب از راست به چپ چه اعدادی را نمایش می‌دهند؟

۱) ۶ - صفر

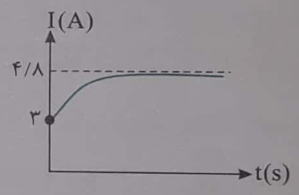
۲) ۶ - ۶

۳) ۸ - صفر

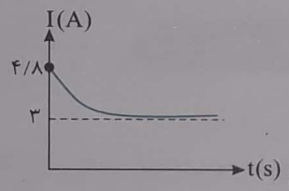
۴) صفر - صفر



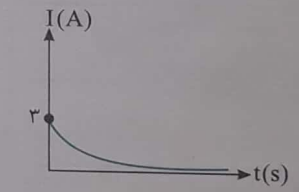
۲۳۵- در مدار شکل روبه‌رو با وصل کلید، کدام نمودار تغییرات جریان مقاومت R را بر حسب زمان بهتر نشان می‌دهد؟ (مقاومت اهمی القاگر ناچیز است.)



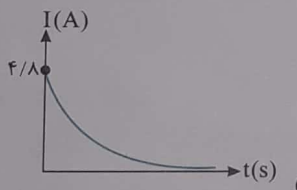
۱)



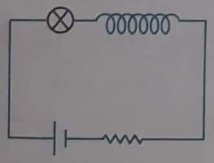
۲)



۳)



۴)



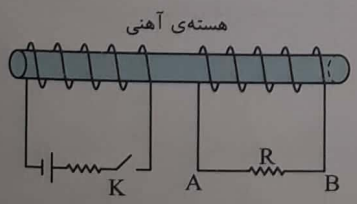
۲۳۶- در شکل مقابل سیملوله دارای هسته‌ی آهنی است و مدار مدت طولانی بسته بوده است. اگر هسته‌ی آهنی را خارج کنیم، نور لامپ .....

۱) کم می‌شود.

۲) زیاد می‌شود.

۳) کم می‌شود و سپس به مقدار قبلی برمی‌گردد.

۴) زیاد می‌شود و سپس به مقدار قبلی برمی‌گردد.



۲۳۷- در شکل روبه‌رو در لحظه‌های وصل و قطع کلید K، جهت جریان القایی در مقاومت R به ترتیب از راست به چپ چگونه است؟

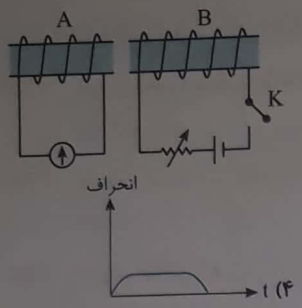
۱) از A به B - از B به A

۲) از B به A - از A به B

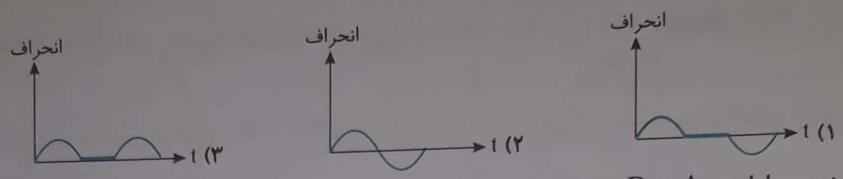
۳) در دو لحظه از A به B

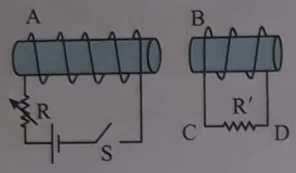
۴) در دو لحظه از B به A

Scanned by CamScanner



۲۳۸- در شکل روبه‌رو کلید K را می‌بندیم و پس از مدتی آن را باز می‌کنیم. کدام‌یک از نمودارها بهتر از همه انحراف عقربه‌ی گالوانومتر را نشان می‌دهد؟





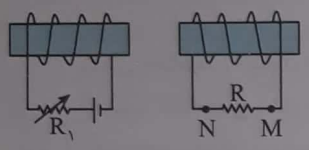
۲۳۹- دو سیملوله‌ی A و B روبه‌روی یک‌دیگر قرار دارند. در کدام یک از موارد زیر، جریان القا شده در مقاومت R' از C به طرف D خواهد بود؟ (سراسری ریاضی- ۸۸)

۱) با بسته بودن کلید، دو سیم‌پیچ را به هم نزدیک کنیم.

۲) با بسته بودن کلید، مقاومت R را کم کنیم.

۳) لحظه‌ی قطع کلید

۴) لحظه‌ی وصل کلید



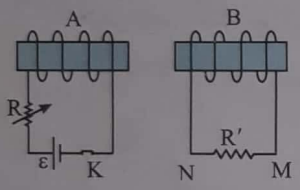
۲۴۰- در شکل زیر، مقاومت R_1 را ناگهان کم می‌کنیم. جریان در مقاومت R از ..... و به صورت ..... برقرار می‌شود.

۱) N به M، موقتی

۲) M به N، موقتی

۳) M به N، دائمی

۴) N به M، دائمی



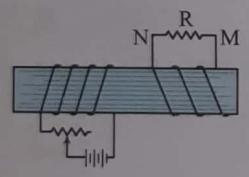
۲۴۱- در کدام حالت، جریان القایی در R'، از M به N است؟ (سراسری ریاضی- ۹۰)

۱) لحظه‌ی قطع کلید K

۲) وقتی مقاومت رئوستا در حال افزایش است.

۳) وقتی سیملوله‌ی B به سمت راست حرکت می‌کند.

۴) وقتی سیملوله‌ی A به سمت راست حرکت می‌کند.



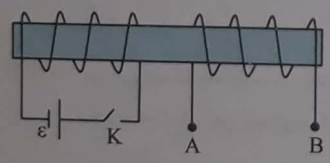
۲۴۲- در شکل زیر دو سیملوله روی یک هسته‌ی آهنی و جدا از هم پیچیده شده‌اند. لغزنده‌ی رئوستا را از نقطه‌ای که ثابت مانده بود، در مدت Δt به سمت چپ حرکت می‌دهیم. اگر جریان القایی عبوری از مقاومت R قبل از حرکت لغزنده، I_1 و ضمن حرکت لغزنده، I_2 باشد، I_1 و I_2 به ترتیب چگونه‌اند؟ (سراسری خارج از کشور ریاضی - ۹۴)

۱) $I_1 = 0$ و I_2 در جهت N به M

۲) $I_1 = 0$ و I_2 در جهت M به N

۳) I_1 مقدار ثابت و در جهت M به N و I_2 هم‌جهت با I_1 و بیش‌تر از آن

۴) I_1 مقدار ثابت و در جهت N به M و I_2 خلاف جهت I_1 و کم‌تر از آن



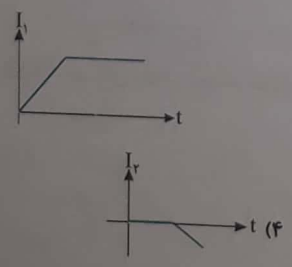
۲۴۳- در شکل روبه‌رو، هنگام بسته شدن کلید K، به‌طور لحظه‌ای پتانسیل A و B چگونه می‌باشد؟

۱) پتانسیل A بیش‌تر از پتانسیل B خواهد بود.

۲) پتانسیل B بیش‌تر از پتانسیل A خواهد بود.

۳) هر دو نقطه‌ی A و B دارای پتانسیل یکسانی می‌باشند.

۴) نمی‌توان اظهار نظر قطعی کرد زیرا دو سر A و B به‌هم متصل نیستند.



۲۴۴- از سیملوله‌ی S_1 جریان I_1 عبور می‌کند و نمودار آن بر حسب زمان مطابق شکل روبه‌رو است. اگر به واسطه‌ی القای الکترومغناطیسی، در سیملوله‌ی مشابه S_2 که در مجاورت سیملوله‌ی S_1 است جریان I_2 القا شود، نمودار تغییرات آن بر حسب زمان کدام است؟

Scanned by CamScanner

انرژی ذخیره‌شده در القاگر

۲۴۵- انرژی ذخیره شده در القاگری با ضریب القاوری $0/2H$ که از آن جریان ثابت $2A$ می‌گذرد، چند میلی‌ژول است؟

۱) ۰/۴ ۲) ۴ ۳) ۴۰ ۴) ۴۰۰

۲۴۶- جریان گذرنده از یک القاگر را چند درصد افزایش دهیم تا انرژی مغناطیسی ذخیره شده در آن ۲۱ درصد افزایش یابد؟ (قلم چی)

۱) ۱۰ ۲) ۱۱ ۳) ۱۲ ۴) ۲۱

۲۴۷- از یک القاگر با ضریب القاوری ۵۰ میلی هانری جریان متغیر $I=0/2\sin 20\pi t$ (یکاها در SI) می‌گذرد. بیشینه‌ی انرژی ذخیره شده در میدان مغناطیسی القاگر چند ژول است؟

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

۲۴۸- ضریب القاوری سیملوله‌ای ۰/۰۲ هانری است و جریان الکتریکی عبوری از آن در SI به معادله‌ی $I=-t^2+2\sin \pi t$ است. انرژی آن در لحظه‌ی $t=2s$ چند ژول است؟ (سراسری تجربی-۸۶)

۱) ۰/۰۸ ۲) ۰/۱۶ ۳) ۰/۲۴ ۴) ۰/۳۲

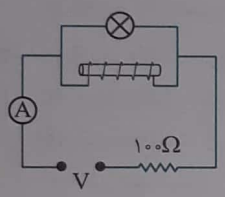
۲۴۹- اگر جریان الکتریکی عبوری از یک سیملوله ۲ برابر شود، ..... آن ۴ برابر و ..... آن ۲ برابر می‌شود.

(سراسری خارج از کشور ریاضی - ۸۶)

۱) شار مغناطیسی- میدان مغناطیسی ۲) شار مغناطیسی- انرژی

۳) میدان مغناطیسی- شار مغناطیسی ۴) انرژی- میدان مغناطیسی

۲۵۰- مطابق شکل مقابل، سیملوله‌ای با ضریب القاوری $0/4H$ و مقاومت الکتریکی ناچیز به یک مولد ۶ ولتی متصل است. پس از گذشت مدت زمان کافی، مقدار انرژی ذخیره شده در سیملوله چند میلی‌ژول است؟ (قلم‌چی)



۱) $7/2\times10^{-4}$ ۲) ۷۲۰

۳) ۰/۷۲ ۴) ۷/۲

۲۵۱- وقتی از سیملوله‌ای جریان ۴ آمپر می‌گذرد، انرژی ذخیره شده در آن به ۲۰۰ میلی ژول می‌رسد. ضریب خودالقایی (القاوری) سیملوله چند هانری است؟ (سراسری خارج از کشور تجربی - ۹۱)

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

۲۵۲- ضریب خودالقایی (القاوری) سیملوله‌ی A، دو برابر ضریب خودالقایی (القاوری) سیملوله‌ی B است و جریان الکتریکی عبوری از آن نیز دو برابر جریان الکتریکی سیملوله‌ی B است. انرژی ذخیره شده در سیملوله‌ی A چند برابر انرژی ذخیره شده در سیملوله‌ی B است؟ (سراسری خارج از کشور ریاضی - ۹۲)

۱) ۲ ۲) $2\sqrt{2}$ ۳) ۴ ۴) ۸

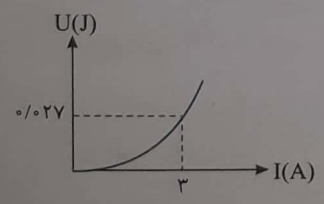
۲۵۳- جریان عبوری از سیملوله‌ای به ضریب خودالقایی (القاوری) ۰/۰۲ هانری، در SI به صورت $I=5t^2-10t+20$ است. در لحظه‌ی $t=2s$ انرژی سیملوله چند ژول است؟ (سراسری ریاضی- ۹۰ - با تغییر)

۱) ۱ ۲) ۰/۱ ۳) ۴ ۴) ۰/۴

۲۵۴- بزرگی میدان مغناطیسی یکنواخت روی محور اصلی سیملوله بدون هسته‌ای به طول l و مساحت سطح مقطع A برابر B است. انرژی ذخیره شده در این سیملوله کدام است؟ (μ_0 تراوایی مغناطیسی خلأ است) (قلم چی)

۱) $\frac{BAl}{2\mu_0}$ ۲) $\frac{B^2Al}{2\mu_0}$ ۳) $\frac{B^2A}{2l\mu_0}$ ۴) $\frac{B^2l}{2A\mu_0}$

۲۵۵- شکل مقابل، نمودار انرژی سیملوله است. ضریب خودالقایی (القاوری) سیملوله چند میلی‌هانری است؟ (سراسری ریاضی - ۸۹)



۱) ۶ ۲) ۳

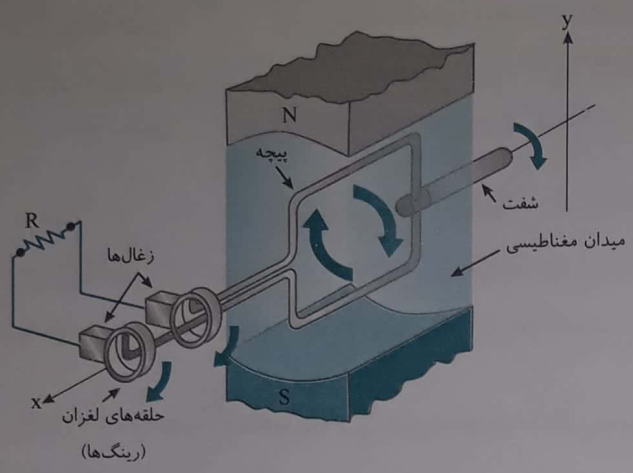
۳) ۱ ۴) ۹

Scanned by CamScanner

بخش دهم: جریان متناوب

- در جریان متناوب، به‌طـور متناوب جهت جریان و مقدار جریان تغییر می‌کند.
- برای تولید جریان متناوب از تغییر زاویه‌ی بین سطح یک پیچه و خطوط میدان یعنی از تغییر θ استفاده می‌شود.
- در مولد ســاده جریان متناوب از چرخش یک پیچه درون یک میدان مغناطیسی استفاده می‌شود.
- در نیروگاه‌ها جریان متناوب تولید شــده تابع سینوســی از زمان است که به آن **جریان متناوب سینوسی** می‌گویند.
- زمــان یــک دور چرخش کامــل را دوره گویند و آن را با حرف T نمایش می‌دهند.
- در مدت یک دوره، پیچه به اندازه‌ی ۲π رادیان می‌چرخد در این‌صورت در مدت t ثانیه خواهیم داشت:

$$\begin{array}{c|c} T & ۲\pi \\ \hline t & \theta \end{array} \Rightarrow \theta = \frac{۲\pi}{T} t$$



اجزای یک مولد(ژنراتور)جریان متناوب. حرکت مکانیکی از طریق میل گردان، سبب چرخیدن پیچه در میدان مغناطیسی می‌شود و جریان متناوبی را در مدار به وجود می‌آورد.

بنابراین شار مغناطیسی خواهد شد:

$$\Phi = BA\cos\theta \Rightarrow \boxed{\Phi = BA\cos\frac{۲\pi}{T}t}$$ معادله شار- زمان

$$\Phi_{max} = BA \Rightarrow \Phi = \Phi_m \cos\frac{۲\pi}{T}t$$

می‌توان نشان داد جریانی که در پیچه القا می‌شود، از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

$$I = I_m \sin\frac{۲\pi}{T}t$$

با توجه به قانون اهم برای مقاومت اهمی R می‌توان نوشت:

$$I = \frac{\varepsilon}{R} \Rightarrow \varepsilon = IR \Rightarrow \varepsilon = RI_m \sin\frac{۲\pi}{T}t$$

که در آن RI_m برابر نیروی محرکه‌ی القایی بیشینه است، از این‌رو:

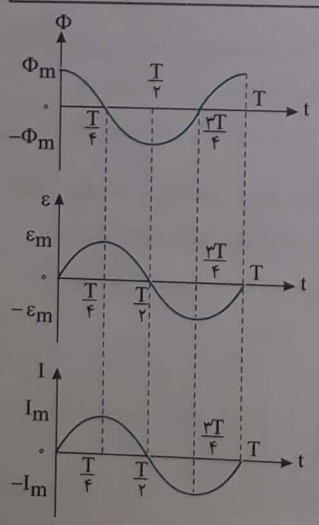
$$\varepsilon_m = RI_m \Rightarrow \boxed{\varepsilon = \varepsilon_m \sin\frac{۲\pi}{T}t}$$ معادله‌ی نیرو محرکه - زمان

بیش‌تر بدانید

برای سادگی مقدار $\frac{۲\pi}{T}$ را با حرف لاتین ω نمایش می‌دهیم، در این صورت می‌توان نوشت:

$$\Phi = BA\cos\omega t \ , \ \varepsilon = \varepsilon_m \sin\omega t \ , \ I = I_m \sin\omega t$$

اکنون نمودارهای شــار-زمان، نیرو محرکه-زمان و جریان-زمان را رسم کرده و مقایسه می‌کنیم:



$$\Phi = \Phi_m \cos\frac{۲\pi}{T}t$$

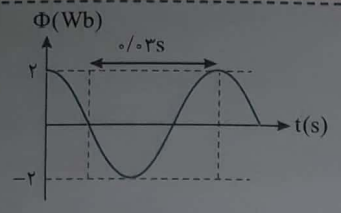
$$\varepsilon = \varepsilon_m \sin\frac{۲\pi}{T}t$$

$$I = I_m \sin\frac{۲\pi}{T}t$$

Scanned by CamScanner

تذکر مهم: در لحظاتی که $\Phi = ۰$ است، جریان و نیروی محرکه بیشینه هستند و هنگامی‌که جریان و نیروی محرکه صفر هستند، شار بیشینه است.

تست ۳۰: در یک مولد جریان متناوب تک‌حلقه‌ای، نمودار شار - زمان به صورت روبه‌رو است.



در لحظه‌ی $t = \frac{۱}{۶۰}s$ شار گذرنده از حلقه چند وبر است؟

۱) ۱
۲) $-\sqrt{۳}$
۳) $\frac{\sqrt{۳}}{۳}$
۴) $\sqrt{۳}$

پاسخ: با توجه به شکل $۳\frac{T}{۴} = ۰/۰۳s$، بنابراین $T = ۰/۰۴s$ است.

$$\Phi = \Phi_m \cos\frac{۲\pi}{T}t \Rightarrow \Phi = ۲\cos\frac{۲\pi}{۰/۰۴}t \Rightarrow \Phi = ۲\cos ۵۰\pi t \xrightarrow{t=\frac{۱}{۶۰}s} \Phi = ۲\cos\frac{۵\pi}{۶} \Rightarrow \Phi = ۲(-\frac{\sqrt{۳}}{۲}) \Rightarrow \Phi = -\sqrt{۳}Wb$$

بنابراین گزینه‌ی (۲) درست است.

در مولدهای بزرگ صنعتی جریان متناوب، پیچه‌ها ساکن‌اند و یک آهن‌ربای الکتریکی درون آن‌ها می‌چرخد.

مبدل‌ها

- مبدل برای بالا و پایین‌بردن ولتاژ در مدارهای حامل جریان متناوب ac به‌کار می‌رود.
- برای انتقال توان الکتریکی در فاصله‌ی بین کارخانه‌ی تولید برق و شهرها به کمک مبدل‌ها تا جایی که امکان دارد ولتاژ را بالا برده و جریان را کاهش می‌دهند تا اتلاف خط‌های انتقال کاهش یابد.

پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش دهم

۲۵۶- در یک مولد جریان متناوب، تغییر شار مغناطیسی که سبب نیروی محرکه‌ی القایی می‌شود، در اثر چه عاملی به‌وجود می‌آید؟

۱) تغییر میدان مغناطیسی
۲) تغییر مساحت قاب سیملوله
۳) تغییر زاویه‌ی بین خطوط میدان و قاب سیملوله
۴) هر سه عامل

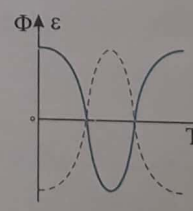
۲۵۷- در یک مولد جریان متناوب در لحظه‌ای که نیروی محرکه القاشده نصف مقدار بیشینه‌اش است، جریان‌القاشده ..... جریان القایی بیشینه و شار گذرنده از پیچه ..... شار بیشینه خواهد شد.

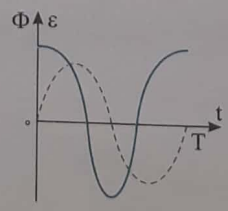
۱) $\frac{۱}{۲}$ و $\frac{۱}{۲}$
۲) $\frac{۱}{۲}$ و $\frac{\sqrt{۳}}{۲}$
۳) $\frac{\sqrt{۳}}{۲}$ و $\frac{۱}{۲}$
۴) $\frac{\sqrt{۳}}{۲}$ و $\frac{\sqrt{۳}}{۲}$

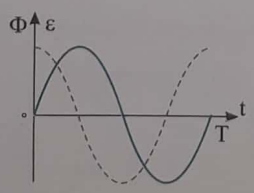
۲۵۸- در یک مولد جریان متناوب، اندازه‌ی ولتاژ القایی در لحظه‌ای بیشینه می‌شود که .....

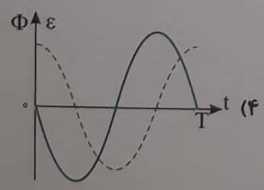
۱) سطح قاب بر خط‌های میدان عمود باشد.
۲) شار گذرنده از قاب نصف شار بیشینه است.
۳) سطح قاب با خطوط میدان زاویه‌ی $\frac{\pi}{۴}$ رادیان می‌سازد.
۴) شار گذرنده از قاب صفر است.

۲۵۹- یک قاب مستطیل شکل با دوره‌ی ثابت، داخل یک میدان مغناطیسی یکنواخت می‌چرخد. اگر در مبدأ زمان خطوط میدان بر سطح قاب عمود باشند، کدام یک از نمودارهای زیر تغییرات شار مغناطیسی و نیروی محرکه‌ی القایی بر حسب زمان را در یک دوره، درست نشان می‌دهد؟ (نمودار نقطه‌چین مربوط به تغییر شار مغناطیسی است.) (سراسری ریاضی - ۹۶)

۱)


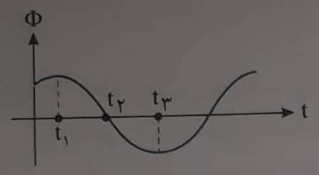
۲)


۳)


۴)


Scanned by CamScanner

۲۶۰- شکل مقابل نمودار تغییرات شار مغناطیسی گذرنده از یک پیچه را نشان می‌دهد که با سرعت زاویه‌ای ثابت در میدان مغناطیسی یکنواخت می‌گردد. در کدام‌یک از زمان‌های مشخص شده روی شکل، اندازه‌ی اختلاف پتانسیل القایی بین دو سر پیچه بیشینه می‌شود؟



۱) $t=0$
۲) $t=t_1$
۳) $t=t_2$
۴) $t=t_3$

۲۶۱- جریان متناوبی با دوره $0/02s$ که بیشینه مقدار آن برابر با $1A$ است از رسانایی با مقاومت الکتریکی 10Ω می‌گذرد. اگر در لحظه‌ی $t=0$، هیچ جریانی از رسانا عبور نکند، در چه لحظه‌ای بر حسب ثانیه، اختلاف پتانسیل دو سر رسانا برای اولین بار برابر با $5V$ می‌شود؟ (قلم‌چی)

۱) $\frac{1}{50}$
۲) $\frac{1}{100}$
۳) $\frac{1}{300}$
۴) $\frac{1}{600}$

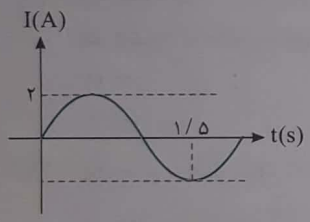
۲۶۲- از سیملوله‌ای به ضریب خودالقایی $0/04$ هانری جریان متناوبی می‌گذرد که معادله‌ی آن در SI به صورت $I=5\sin(50\pi t)$ است. بیشینه‌ی انرژی سیملوله چند میلی‌ژول است؟ (سراسری خارج از کشور ریاضی - ۹۶)

۱) ۲۰
۲) ۵۰
۳) ۲۰۰
۴) ۵۰۰

۲۶۳- از یک سیملوله به مقاومت 5Ω و ضریب خود القایی ۵۰ میلی هانری جریان $I=0/2\sin(100t)$ (در SI) می‌گذرد. بیشینه انرژی ذخیره شده در سیملوله (U_{max}) چند ژول و بیشینه اختلاف پتانسیل دو سر آن (ε_{max}) چند ولت است؟ (گزینه دو با تغییر)

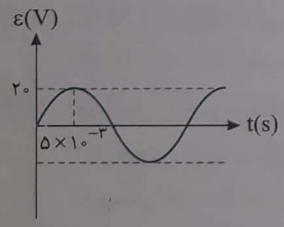
۱) $\varepsilon_{max}=1V\,,\,U_{max}=5\times10^{-3}J$
۲) $\varepsilon_{max}=1V\,,\,U_{max}=10^{-3}J$
۳) $\varepsilon_{max}=2V\,,\,U_{max}=5\times10^{-3}J$
۴) $\varepsilon_{max}=2V\,,\,U_{max}=10^{-3}J$

۲۶۴- شکل روبه‌رو، نمودار جریان متناوب سینوسی را نشان می‌دهد که یک مولد جریان متناوب تولید کرده است. معادله جریان بر حسب زمان کدام گزینه است؟



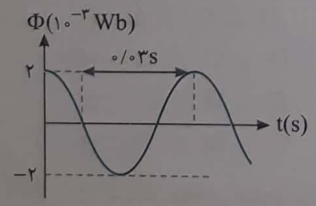
۱) $I=2\sin\pi t$
۲) $I=2\sin\frac{\pi}{2}t$
۳) $I=2\sin 2\pi t$
۴) $I=2\sin\frac{\pi}{4}t$

۲۶۵- شکل روبه‌رو نمودار نیروی محرکه‌ی القایی بر حسب زمان برای یک مولد جریان متناوب است. در لحظه‌ی $t=\frac{1}{300}s$ نیروی محرکه چند ولت است؟



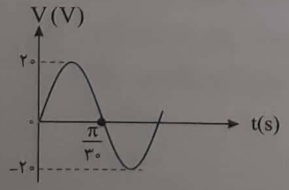
۱) ۱۰
۲) ۲۰
۳) $10\sqrt{3}$
۴) $10\sqrt{2}$

۲۶۶- در یک مولد جریان متناوب، اگر نمودار شار - زمان آن به صورت شکل روبه‌رو باشد، در چه لحظه‌ای شار گذرنده از حلقه یک میلی‌وبر است؟



۱) $\frac{1}{150}$
۲) $\frac{1}{300}$
۳) $\frac{1}{100}$
۴) $\frac{1}{200}$

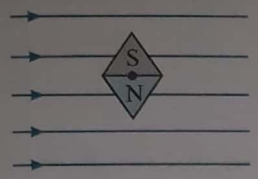
۲۶۷- شکل مقابل، نمودار اختلاف پتانسیل دو سر یک مقاومت ۵ اهمی را نشان می‌دهد. معادله‌ی شدت جریان الکتریکی مقاومت در SI کدام است؟ (سراسری خارج از کشور ریاضی - ۸۸)



۱) $I=4\sin(30t)$
۲) $I=4\sin(30\pi t)$
۳) $I=20\sin(30t)$
۴) $I=20\sin(30\pi t)$

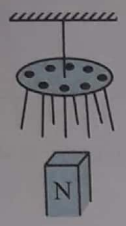
Scanned by CamScanner

۲۶۸- یک عقربه‌ی مغناطیسی سبک می‌تواند آزادانه حول محوری که از مرکز آن می‌گذرد، بچرخد. اگر عقربه‌ی مغناطیسی مطابق شکل در میدان مغناطیسی یکنواخت قرار گیرد، کدام گزینه بلافاصله پس از رها کردن عقربه در مورد حرکت آن درست است؟



۱) بی‌حرکت می‌ماند.
۲) پادساعتگرد می‌چرخد.
۳) ساعتگرد می‌چرخد.
۴) در جهت میدان B دارای حرکت انتقالی می‌شود.

۲۶۹- چند سوزن فولادی از قلاب‌هایی واقع بر یک قرص برنجی آویزان شده‌اند. قطب N یک آهن‌ربای قوی را از پایین به آرامی به سوزن‌ها نزدیک می‌کنیم. در این صورت سوزن‌ها .....

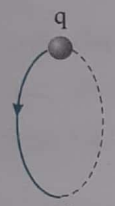


۱) به شدت از یک‌دیگر دور می‌شوند.
۲) تغییر وضعیت نمی‌دهند.
۳) ابتدا به هم نزدیک شده و سپس از هم دور می‌شوند.
۴) ابتدا از هم دور شده و سپس به هم نزدیک می‌شوند.

۲۷۰- یک ناظر نسبت به یک الکترون در حرکت است. اسباب‌های اندازه‌گیری او ..... (المپیاد فیزیک ایران)

۱) فقط یک میدان الکتریکی را نشان می‌دهند.
۲) فقط یک میدان مغناطیسی را نشان می‌دهند.
۳) هم میدان الکتریکی و هم میدان مغناطیسی را نشان می‌دهند.
۴) این‌که میدان الکتریکی یا میدان مغناطیسی را نشان دهند به سرعت ناظر بستگی دارد.

۲۷۱- بار الکتریکی $q>0$ در یک میدان مغناطیسی یکنواخت در حال چرخش است. اگر مسیر حرکت بار q مطابق شکل باشد، جهت میدان مغناطیسی کدام است؟ (کنکور سراسری)

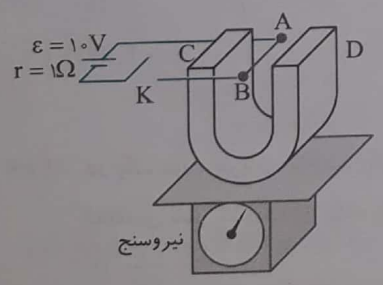


۱) $\rightarrow$
۲) $\leftarrow$
۳) $\odot$
۴) $\otimes$

۲۷۲- یک سیم به طول ۵۰cm در امتداد محور y قرار دارد و از آن جریان ۲A در خلاف جهت محور y ها می‌گذرد. با توجه به این‌که سیم در میدان مغناطیسی $\vec{B}=0/2\vec{i}+0/3\vec{j}$ قرار دارد، اندازه و جهت نیروی وارد بر سیم را مشخص کنید؟ (یکاها در SI)

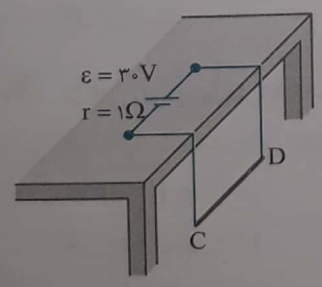
۱) ۰/۲ N ، خلاف جهت محور z ها
۲) ۰/۶ N ، خلاف جهت محور z ها
۳) ۰/۲ N ، در جهت محور z ها
۴) ۰/۶ N ، در جهت محور z ها

۲۷۳- در شکل روبه‌رو جرم آهن‌ربا ۲۰۰g است. سیم AB که اندازه‌ی آن برابر دهانه‌ی آهن‌ربای نعلی‌شکل است به یک مدار متصل است. مقاومت سیم AB، ۴Ω و طول آن ۱۰cm است. با بستن کلید K عددی که نیروسنج نشان می‌دهد ۲/۱N می‌شود. میدان مغناطیسی در محل سیم AB چند گاوس و در کدام جهت است؟



۱) ۵۰۰۰ ، از C به D
۲) ۲۵۰۰ ، از C به D
۳) ۵۰۰۰ ، از D به C
۴) ۲۵۰۰ ، از D به C

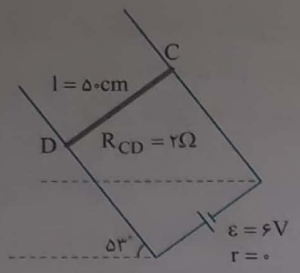
۲۷۴- در شکل روبه‌رو میله‌ی رسانای CD به جرم ۳۰ گرم و طول یک متر و مقاومت الکتریکی ۲Ω با دو سیم رسانا به دو سر یک باتری که روی میز ساکن شده است وصل است. اگر میدان مغناطیسی یکنواخت ۰/۰۴ تسلا رو به پایین ایجاد شود، هر سیم رسانای متصل به CD چند نیوتون برای نگه‌داشتن CD بر آن وارد می‌کند؟



۱) ۰/۷۵
۲) ۰/۵
۳) ۰/۲۵
۴) ۰/۲

Scanned by CamScanner

۲۷۵- در شکل‌روبه‌رو سیم رسانای CD به طول ۵۰cm و مقاومت الکتریکی ۲Ω و وزن ۰/۰۹kg می‌تواند روی یک مدار که به صورت سطح شیبدار است، به پایین بلغزد. این مجموعه درون یک میدان مغناطیسی که جهت آن در راستای قائم و رو به پایین است، قرار دارد. بزرگی میدان چند تسلا باشد تا سیم CD ساکن بماند؟ $(g=10\frac{m}{s^2}, \sin 53^\circ=0/8)$



۱) ۰/۸ ۲) ۰/۴
۳) ۰/۲ ۴) ۰/۵

۲۷۶- از یک سیم که بر محور z منطبق است، جریان ۵A در جهت منفی محور می‌گذرد. نیروی وارد بر ۱۰ سانتی‌متر از سیم در میدان مغناطیسی $\vec{B}=0/5\vec{j}$ کدام گزینه است؟

۱) $\vec{F}=-0/25\vec{i}$ ۲) $\vec{F}=0/25\vec{i}$ ۳) $\vec{F}=0/75\vec{i}$ ۴) $\vec{F}=-0/75\vec{i}$

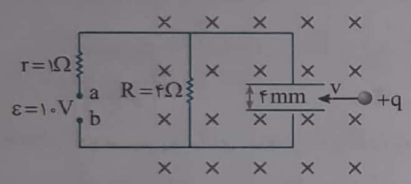
۲۷۷- ذره‌ای با جرم ناچیز و بار $q=4\mu C$ با سرعت $\vec{v}=(3\vec{i}+5\vec{j})\times10^5$ وارد میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}=0/04\vec{j}$ می‌شود، اندازه‌ی نیروی وارد بر بار توسط میدان مغناطیسی چند نیوتون است؟

۱) $4/8\times10^{-3}$ ۲) 8×10^{-2} ۳) 8×10^{-3} ۴) $4/8\times10^{-2}$

۲۷۸- الکترونی با سرعت $\vec{v}=10^5\vec{i}+\sqrt{3}\times10^5\vec{j}$ وارد میدان مغناطیسی یکنواختی به صورت $\vec{B}=\frac{\sqrt{3}}{2}\vec{i}-\frac{1}{2}\vec{j}$ می‌گردد، اندازه نیرویی که میدان مغناطیسی بر الکترون وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ $(e=1/6\times10^{-19}C)$ و اندازه‌ها در SI می‌باشد.)

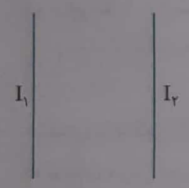
۱) صفر ۲) $1/6\times10^{-14}$ ۳) $3/2\times10^{-14}$ ۴) $3/2\sqrt{3}\times10^{-14}$

۲۷۹- در شکل روبه‌رو مجموعه درون یک میدان مغناطیسی یکنواخت درونسوی ۴۰۰ گاؤس قرار دارد. ذره‌ای با بار q+ با سرعت v بین دو صفحه‌ی خازن شلیک می‌کنیم. تندی v چند متر بر ثانیه و پایانه‌ی مثبت باتری کدام باشد تا ذره منحرف نشود؟



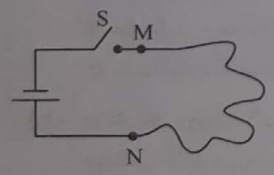
۱) 5×10^4 و b ۲) 5×10^4 و a
۳) 2×10^4 و b ۴) 2×10^4 و a

۲۸۰- در شکل روبه‌رو جریان سیم I_1 از جریان سیم I_2 کم‌تر و جریان‌های دو سیم ناهمسو هستند. اگر از سمت چپ سیم I_1 از مجموعه‌ی دو سیم دور شویم، میدان مغناطیسی، .....



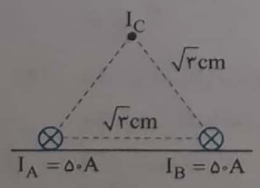
۱) همواره افزایش می‌یابد.
۲) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.
۳) همواره کاهش می‌یابد.
۴) ابتدا کاهش و سپس افزایش و مجدداً کاهش می‌یابد.

۲۸۱- سیم نازک و قابل انعطافی مطابق شکل روی میز بدون اصطکاکی قرار دارد و در نقاط M و N محکم بسته شده است. با وصل کلید S سیم به چه صورت درمی‌آید؟



۱) به شکل دایره درمی‌آید.
۲) مچاله می‌شود.
۳) تغییر نمی‌کند.
۴) به‌صورت دو رشته‌ی موازی درمی‌آید.

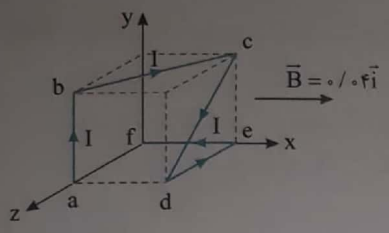
* ۲۸۲- در شکل روبه‌رو طول سیم C، ۱۰۰ متر، جرم آن ۱۰ گرم است و عمود بر صفحه و روی خط عمود منصف دو سیم حامل جریان‌های یکسان ۵۰A قرار دارد و در جای خود معلق و در حال تعادل است. جریان I_C چند آمپر و در کدام جهت است؟ [1] $(\mu_0=4\pi\times10^{-7}\frac{T.m}{A})$



۱) ۱ - درونسو ۲) ۱ - برونسو
۳) ۱۰ - درونسو ۴) ۱۰ - برونسو

۱- این‌گونه مسائل که با علامت ستاره مشخص شده‌اند، در برنامه رسمی کتاب درسی نیستند.

Scanned by CamScanner



۲۸۳- هر ضلع مکعب شکل روبه‌رو ۱۰cm بوده و تمام مکعب در میدان مغناطیسی یکنواخت ۰/۰۴T که در جهت محور x است، قرار دارد. جریان ۲A از سیم abcdef می‌گذرد. نیروی خالص وارد بر سیم abcdef کدام گزینه است؟

۱) $۸\times۱۰^{-۳}N$

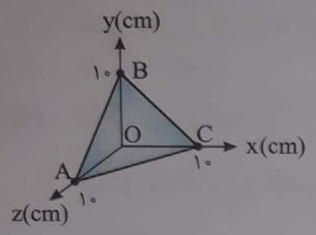
۲) $۴\times۱۰^{-۳}N$

۳) $۸\sqrt{۳}\times۱۰^{-۳}N$

۴) قابل محاسبه نیست.

۲۸۴- معادله‌ی شار مغناطیسی گذرنده از یک حلقه بر حسب زمان در SI به صورت $\Phi=-t^{۲}+۴t+۵$ است. اندازه‌ی نیرو محرکه‌ی القایی متوسط از لحظه‌ی $t=۰$ تا لحظه‌ای که شار عبوری از حلقه بیشینه مقدار خود می‌شود را به‌دست آورید.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۱ ۴) صفر



۲۸۵- شار مغناطیسی گذرنده از مثلث ABC در میدان مغناطیسی $\vec{B}=۰/۴\vec{j}$ (یکاها در SI) چند وبر است؟

۱) ۲×۱۰^{-۳}

۲) $۲\sqrt{۳}\times۱۰^{-۳}$

۳) $\sqrt{۳}\times۱۰^{-۳}$

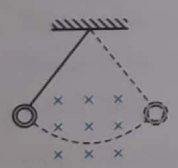
۴) ۴×۱۰^{-۳}

۲۸۶- یک حلقه به مساحت $۱۰۰\,cm^{۲}$ عمود بر میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}=۰/۲\vec{i}$ (یکاها در SI) قرار دارد. اگر میدان تغییر کرده و به‌صورت $\vec{B}=۰/۲\vec{i}+۰/۲\vec{j}$ درآید، تغییر شار مغناطیسی گذرنده از حلقه چند وبر خواهد شد؟

۱) صفر ۲) ۲×۱۰^{-۳} ۳) $(۲\sqrt{۲}-۲)\times۱۰^{-۳}$ ۴) $\sqrt{۲}\times۱۰^{-۳}$

۲۸۷- دو سیم رسانای هم‌قطر A و B را به صورت دو مدار حلقه‌ای به شعاع $r_A=۲r_B$ درمی‌آوریم و آن‌ها را عمود بر یک میدان مغناطیسی یکنواخت قرار می‌دهیم. اگر میدان مغناطیسی در بازه‌ی زمانی Δt به صفر برسد، مقدار متوسط بار الکتریکی شارش یافته در حلقه‌ی A، دو برابر مقدار متوسط بار الکتریکی شارش یافته حلقه‌ی B می‌شود. مقاومت ویژه‌ی حلقه‌ی A چند برابر مقاومت ویژه‌ی حلقه‌ی B است؟

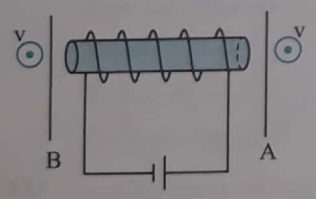
۱) ۱ ۲) $\frac{۲}{۳}$ ۳) $\frac{۳}{۲}$ ۴) ۲



۲۸۸- حلقه‌ای را مطابق شکل به یک نخ وصل کرده و مانند یک آونگ در یک میدان مغناطیسی درونسو به نوسان درمی‌آوریم. در وضعیت نشان داده شده در حین ورود حلقه به میدان و در حین خروج آن از از میدان، جهت جریان القایی در حلقه به کدام سمت است؟ (گزینه دو)

۱) ساعتگرد - ساعتگرد ۲) ساعتگرد - پادساعتگرد

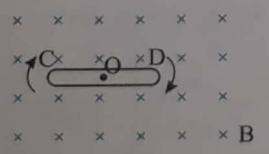
۳) پادساعتگرد - ساعتگرد ۴) پادساعتگرد - پادساعتگرد



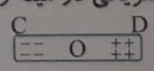
۲۸۹- در شکل روبه‌رو، اگر دو سیم که بسیار به سیملوله‌ی حامل جریان نزدیک هستند را عمود بر صفحه‌ی کاغذ و برونسو حرکت دهیم، جهت جریان القایی در دو سیم A و B به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

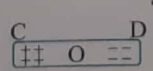
۱) ↑ ، ↓ ۲) ↓ ، ↓

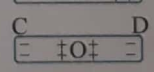
۳) ↓ ، ↑ ۴) ↑ ، ↑

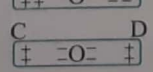


۲۹۰- مطابق شکل میله‌ی فلزی CD می‌تواند حول محور O بچرخد. اگر آن را درون یک میدان مغناطیسی یکنواخت درونسو و ساعتگرد بچرخانیم، کدام‌یک از شکل‌های زیر نحوه‌ی توزیع بار الکتریکی در میله را در لحظه‌ی نشان داده شده درست نشان می‌دهد؟

۱) 

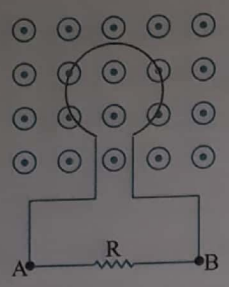
۲) 

۳) 

۴) 

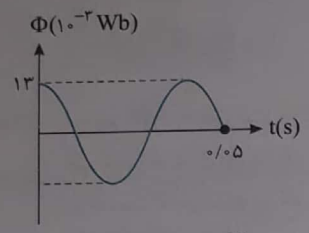
Scanned by CamScanner

۲۹۱- در شکل زیر یک حلقه‌ی رسانا عمود بر خط‌های یک میدان مغناطیسی متغیر برونسو قرار گرفته است. اگر رابطه‌ی تغییر میدان مغناطیسی بر حسب زمان در SI به صورت $B=t^{۲}-۲t+۴$ می‌باشد. در بازه‌ی زمانی $t_{۱}=۰s$ تا $t_{۲}=۳s$ جهت جریان القایی در مقاومت R کدام گزینه است؟



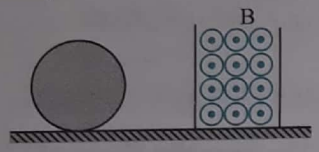
۱) از A به B
۲) از B به A
۳) ابتدا از A به B و سپس از B به A
۴) ابتدا از B به A و سپس از A به B

۲۹۲- نمودار شار مغناطیسی بر حسب زمان برای یک مولد جریان متناوب که دارای ۱۰۰ حلقه در قاب آن است، به صورت شکل روبه‌رو است. در لحظه‌ای که شار گذرنده از قاب ۵ میلی‌وبر است، نیروی محرکه‌ی القایی چند ولت است؟



۱) ۶۰
۲) ۶۰π
۳) ۱۲۰
۴) ۱۲۰π

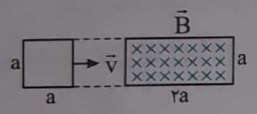
۲۹۳- یک قرص مسی روی سطح افقی مطابق شکل از چپ به راست می‌لغزد. در ضمن این حرکت، قرص مسی از میان دهانه‌ی یک آهن‌ربای نعلی شکل که میدان مغناطیسی آن مطابق شکل برونسو است، عبور می‌کند. به هنگام عبور از میان دهانه‌ی آهن‌ربا، سرعت قرص .....

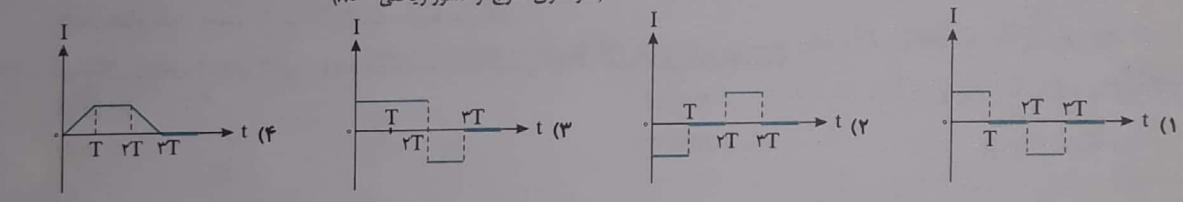


۱) کم می‌شود.
۲) زیاد می‌شود.
۳) تغییر نمی‌کند.
۴) ابتدا کم و سپس زیاد می‌شود.

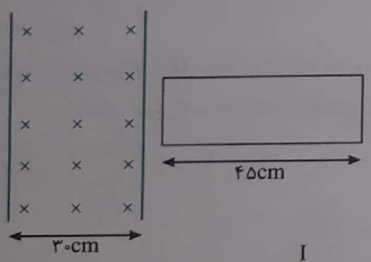
۲۹۴- حلقه‌ی فلزی مربع شکلی، به ضلع a مطابق شکل با سرعت ثابت v وارد ناحیه‌ای با میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ شده و از آن خارج می‌گردد. ناحیه‌ای که میدان مغناطیسی در آن غیرصفر است، مستطیلی به ابعاد ۲a و a است. نمودار تغییرات جریان الکتریکی برحسب زمان در حلقه کدام است؟ (جهت مثبت مثلثاتی، جهت جریان مثبت و $t=۰$ زمان رسیدن حلقه به ابتدای ناحیه است.)

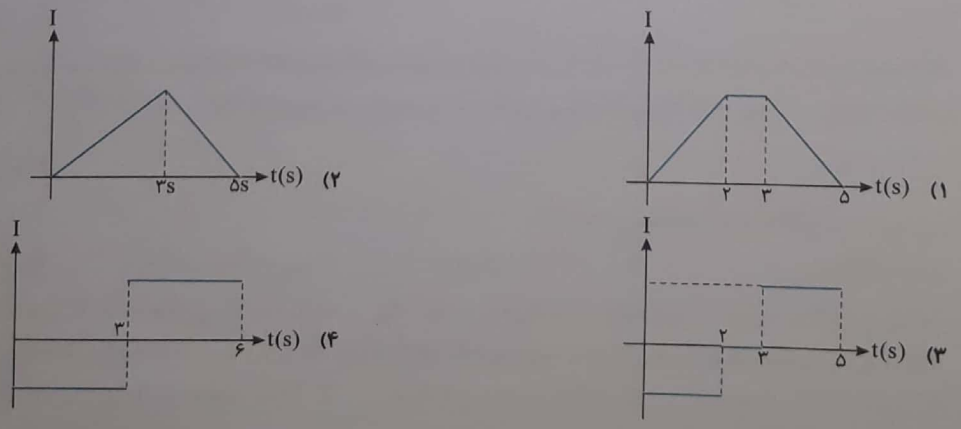
(سراسری خارج از کشور ریاضی - ۸۵)



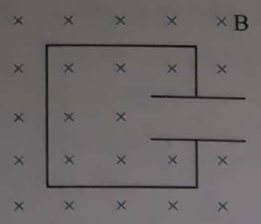


۲۹۵- میدان مغناطیسی یکنواخت B در ناحیه‌ای از صفحه برقرار است. یک قاب مستطیل‌شکل فلزی را مطابق شکل از سمت راست با سرعت ثابت $۱۵\frac{cm}{s}$ به طرف چپ حرکت می‌دهیم. نمودار جریان القایی گذرنده از قاب بر حسب زمان کدام می‌تواند باشد؟ (گزینه دو)





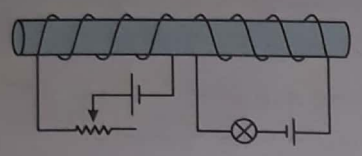
Scanned by CamScanner



۲۹۶- در شکل روبه‌رو صفحه‌های یک خازن بدون بار با یک سیم رسانا به هم متصل شده و مجموعه در یک میدان مغناطیسی یکنواخت درونسو قرار دارد. اگر میدان مغناطیسی ناگهان صفر شود، میدان الکتریکی بین صفحات خازن در این بازه‌ی زمانی در کدام جهت خواهد بود؟

۱) درونسو ۲) برونسو

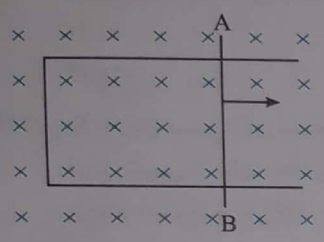
۳) بالاسو ۴) پایین‌سو



۲۹۷- در شکل روبه‌رو با کاهش مقاومت رئوستا، نور لامپ چه تغییری می‌کند؟

۱) تغییر نمی‌کند. ۲) زیاد می‌شود.

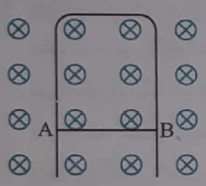
۳) کم می‌شود. ۴) هر سه حالت ممکن است رخ دهد.



* ۲۹۸- سیم AB با مقاومت 4Ω روی قاب مستطیل شکلی با سرعت ثابت مانند شکل حرکت می‌کند. اگر اندازه‌ی میدان مغناطیسی 5×10^{-2} تسلا باشد، مساحت قاب با چه آهنگی برحسب متر مربع بر ثانیه تغییر کند تا جریان $0/02A$ در مدار القا شود؟ (مقاومت الکتریکی قاب ناچیز فرض شود.) (سراسری خارج از کشور تجربی - ۸۶)

۱) ۰/۰۸ ۲) ۰/۱۶

۳) ۱/۶ ۴) ۲/۵



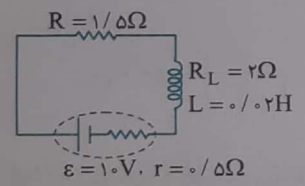
۲۹۹- در شکل مقابل، سیم رسانای AB می‌تواند بدون اصطکاک روی اجزای قائم رسانای ∩ شکل که با هم در تماس هستند، بلغزد. اگر طول پایه‌های قائم به اندازه‌ی کافی بلند باشد و میله‌ی AB رها گردد، در اثر میدان مغناطیسی یکنواخت درون‌سو، میله‌ی AB .....

۱) با شتاب ثابت سقوط می‌کند.

۲) به تدریج سرعتش کم شده و ساکن می‌شود.

۳) شروع به حرکت کرده، شتاب آن به تدریج کم می‌شود تا پس از مدتی با سرعت ثابت سقوط کند.

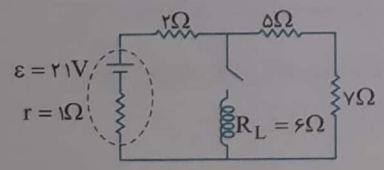
۴) در تمام طول مسیر با سرعت ثابت سقوط می‌کند.



۳۰۰- در شکل روبه‌رو انرژی ذخیره شده در میدان مغناطیسی القاگر چند میلی‌ژول است؟

۱) ۶۲/۵ ۲) ۲۵۰

۳) ۲/۵ ۴) ۰/۶۲۵



۳۰۱- در مدار شکل روبه‌رو اندازه تغییرات جریان عبوری که از مقاومت 5Ω می‌گذرد از لحظه‌ی وصل کلید تا مدت زمان زیادی بعد از آن چند آمپر است؟ (گزینه دو)

۱) ۰/۳ ۲) ۰/۴

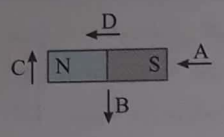
۳) ۰/۵ ۴) صفر

Scanned by CamScanner

آزمون

آزمون

۱- در شکل روبه‌رو، در اطراف یک آهن‌ربای معمولی تیغه‌ای کدام عقربه جهت میدان مغناطیسی را درست نشان می‌دهد؟



۱) A
۲) B
۳) C
۴) D

۲- سیم راست افقی در راستای شرق به غرب قرار دارد و توسط دو ریسمان از سقف آویخته شده است. برای آن‌که نیروی کشش ریسمان‌ها کم‌تر شود، جهت جریان در سیم باید به کدام طرف باشد؟ (فقط میدان مغناطیسی زمین بر سیم اثر می‌کند.)

۱) شرق ۲) غرب ۳) شمال ۴) جنوب

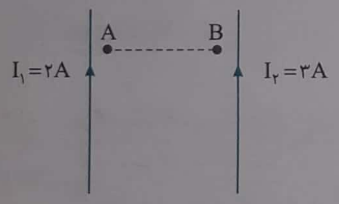
۳- ذره‌ای به جرم ۵ میلی‌گرم با بار الکتریکی $+۲/۵\times۱۰^{-۷}C$ با سرعت $۴\times۱۰^{۵}\frac{m}{s}$ به طور افقی رو به شرق شروع به حرکت می‌کند، جهت و کم‌ترین اندازه‌ی میدان مغناطیسی کدام باشد تا مسیر حرکت ذره را بدون انحراف به حالت افقی نگه دارد؟ ($g=۱۰\frac{m}{s^۲}$)

۱) شمال - $۵T$ ۲) شمال - $۵G$ ۳) جنوب - $۵T$ ۴) جنوب - $۵G$

۴- از سیمی به طول ۰/۵ متر که در امتداد محور xها قرار دارد جریان ۲A همسو با جهت مثبت محور می‌گذرد. سیم در میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}=۲\vec{i}+۳\vec{j}$ قرار دارد. نیروی وارد بر سیم چند نیوتن است؟

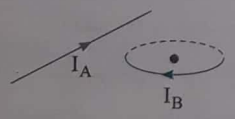
۱) ۲ ۲) ۵ ۳) ۳ ۴) ۶

۵- در شکل روبه‌رو اگر از نقطه‌ی A مجاور سیم $I_۱$ به سوی نقطه‌ی B در مجاورت سیم $I_۲$ برویم میدان مغناطیسی برآیند .....



۱) افزایش می‌یابد.
۲) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.
۳) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.
۴) کاهش می‌یابد.

۶- میدان مغناطیسی برآیند ناشی از سیم حامل جریان الکتریکی I_A و حلقه حامل جریان I_B در کدام جهت است؟



۱) ↓ ۲) ↑
۳) → ۴) ←

۷- یک سیم روکش‌دار که قطر آن ۴ میلی‌متر است را به صورت یک سیم‌لوله با حلقه‌های مجاور و مماس بر هم در یک لایه درمی‌آوریم و شدت جریان ۳ آمپر را از آن می‌گذرانیم. بزرگی میدان درون سیم‌لوله چند گاوس است؟ ($\mu_۰=۴\pi\times۱۰^{-۷}\frac{T.m}{A}$)

۱) $۳\pi\times۱۰^{-۴}$ ۲) ۳π ۳) $۰/۳\pi$ ۴) قابل محاسبه نیست.

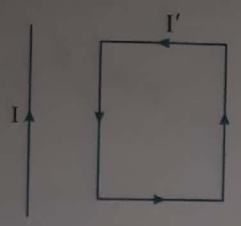
۸- مس جزء کدام‌یک از مواد مغناطیسی است؟

۱) پارامغناطیسی ۲) فرومغناطیسی نرم ۳) فرومغناطیسی سخت ۴) دیامغناطیسی

۹- یک سیم رسانا به جرم ۴ گرم و طول ۴۰ سانتی‌متر به‌طور افقی در میدان مغناطیسی یکنواخت B و عمود بر میدان قرار دارد و جریان ۰/۵A از غرب به شرق از آن می‌گذرد و سیم در حال تعادل است. کدام گزینه در مورد میدان مغناطیسی $\vec{B}$ درست است؟

۱) ۰/۲T، شمال به جنوب ۲) ۰/۰۵T، جنوب به شمال ۳) ۰/۲T، جنوب به شمال ۴) ۰/۰۵T، شمال به جنوب

Scanned by CamScanner



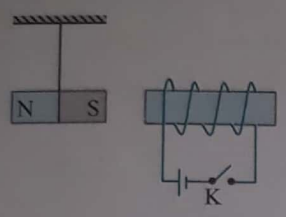
۱۰- در شکل مقابل یک قاب حامل جریان I' در مجاورت یک سیم حامل جریان I قرار دارد. در این صورت .....

۱) قاب به سمت راست کشیده می‌شود.

۲) قاب به سمت چپ کشیده می‌شود.

۳) بر قاب نیرویی وارد نمی‌شود.

۴) نیروی وارد بر قاب کم‌تر از نیرویی است که قاب بر سیم حامل جریان I وارد می‌کند.



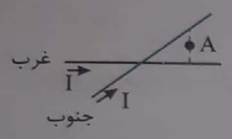
۱۱- در شکل زیر آهن‌ربای میله‌ای را از یک نقطه آویخته و آن را مقابل سیم‌لوله قرار داده‌ایم. اگر سیم‌لوله را ثابت فرض کنیم، با بستن کلید K وضعیت آهن‌ربا چه تغییری می‌کند؟

۱) به طرف سیم‌لوله کشیده می‌شود.

۲) از سیم‌لوله دور می‌شود.

۳) ساکن می‌ماند.

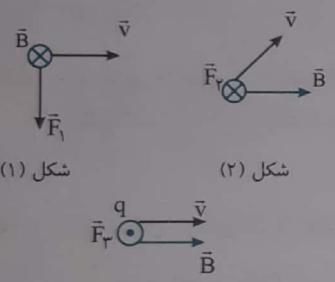
۴) نوسان می‌کند.



۱۲- از دو سیم افقی که یکی در راستای شرقی - غربی و دیگری در بالای آن و در راستای شمال - جنوب است، جریان الکتریکی مساوی در جهتی که در شکل مشخص شده است، می‌گذرد. کدام گزینه درباره‌ی جهت میدان مغناطیسی حاصل در نقطه‌ی A دقیقاً واقع در بین دو سیم، درست است؟

۱) شمال شرقی ۲) شمال غربی

۳) جنوب شرقی ۴) جنوب غربی



شکل (۱) شکل (۲) شکل (۳)

۱۳- ذره‌ای با بار الکتریکی مثبت q و با سرعت v وارد میدان مغناطیسی B می‌شود. با توجه به شکل‌های داده شده، کدام گزینه درباره‌ی نیروی وارد بر بار q درست است؟

۱) $F_1 = F_2, F_3 = 0$

۲) $F_1 > F_2, F_3 = 0$

۳) $F_3 = 0$، $F_2 \neq 0$ و شکل (۱) نادرست است.

۴) $F_1 = F_2 = F_3$

۱۴- هرگاه یک قطب‌نما دور از آهن و آهن‌ربا باشد، در این صورت .....

۱) درست در امتداد شمال و جنوب جغرافیایی زمین قرار می‌گیرد.

۲) همواره در سطح افق قرار می‌گیرد.

۳) قطب‌نما مماس بر خط میدان مغناطیسی زمین در آن نقطه قرار می‌گیرد.

۴) قطب N به طرف جنوب جغرافیایی و قطب S به طرف شمال جغرافیایی قرار می‌گیرد.

۱۵- سیم‌لوله‌ای به طول ۲۰ سانتی‌متر دارای ۱۰۰ حلقه به شعاع مقطع حلقه‌ها $2cm$ است. وقتی جریان $0/5A$ از سیم‌لوله می‌گذرد، شار مغناطیسی گذرنده از آن، چند وبر است؟ ($\pi^2 \simeq 10$ و $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T.m}{A}$ است.) (سراسری خارج از کشور ریاضی - ۹۲ با تغییر)

۱) 8×10^{-7} ۲) 4×10^{-7} ۳) 12×10^{-5} ۴) 24×10^{-7}

۱۶- حلقه‌ای به مساحت A در یک میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ قرار دارد. اگر زاویه‌ی بین بردار میدان مغناطیسی $\vec{B}$ با سطح حلقه 60° باشد، شار میدان مغناطیسی یکنواخت که از سطح حلقه می‌گذرد برابر است با ..... (آزاد ریاضی- ۸۶)

۱) $\frac{\sqrt{3}}{2}BA$ ۲) $2BA$ ۳) $\frac{1}{2}BA$ ۴) $\sqrt{3}BA$

۱۷- یک پیچه با ۲۰ دور سیم که مساحت هر حلقه‌ی آن ۱۰۰ سانتی‌متر مربع است، عمود بر خطوط میدان مغناطیسی قرار گرفته است. اگر میدان مغناطیسی در مدت ۰/۲ ثانیه از ۰/۲۵ تسلا در یک جهت تا ۰/۵ تسلا در خلاف جهت اولیه تغییر کند، اندازه‌ی اختلاف پتانسیل متوسط القا شده بین دو سر پیچه چند ولت است؟

۱) ۰/۲۵ ۲) ۰/۰۵ ۳) ۰/۷۵ ۴) ۰/۱۵

Scanned by CamScanner

۱۸- یکای آهنگ تغییر شار مغناطیسی در SI کدام است؟ (آزاد ریاضی - ۸۶)

۱) وبر بر متر مربع ۲) وبر متر مربع ۳) ولت ۴) ولت ثانیه

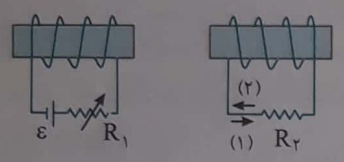
۱۹- پیچه‌ای شامل ۱۰۰ حلقه و مساحت هر حلقه‌ی آن ۵۰ سانتی‌متر مربع است. این پیچه در میدان مغناطیسی متغیر و عمود بر آن قرار دارد. میدان مغناطیسی با چه آهنگی بر حسب $\frac{T}{s}$ تغییر کند تا نیروی محرکه‌ی القایی متوسط در پیچه برابر ۰/۱ ولت باشد؟

۱) ۲۰ ۲) ۰/۲ ۳) ۵۰ ۴) ۰/۵

۲۰- بیشینه شار مغناطیسی گذرنده از هر حلقه یک پیچه جریان متناوب $\Phi_m = ۰/۰۵Wb$ بوده و پیچه در هر ثانیه، ۲۵ دور می‌چرخد. اگر پیچه دارای ۲۰ حلقه باشد، نیروی محرکه‌ی القایی آن در لحظه‌ی $t=\frac{۱}{۳}s$ چند ولت است؟

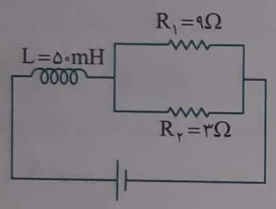
۱) ۵۰ ۲) ۵۰π ۳) $۲۵\sqrt{۳}$ ۴) $۲۵\pi\sqrt{۳}$

۲۱- در شکل روبه‌رو، مقاومت $R_۱$ را از ۱۰ اهم تا صفر به طور یکنواخت کم می‌کنیم. جریان در مقاومت $R_۲$ .....



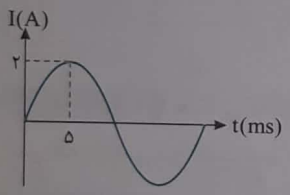
۱) در جهت (۱) و به صورت موقتی است.
۲) در جهت (۲) و به صورت موقتی است.
۳) در جهت (۱) و به صورت دائمی است.
۴) در جهت (۲) و به صورت دائمی است.

۲۲- در مدار شکل روبه‌رو توان مصرفی در مقاومت $R_۲$ برابر ۲۷ وات است. انرژی ذخیره شده در القاگر چند ژول است؟



۱) ۰/۴ ۲) ۰/۵
۳) ۰/۳ ۴) ۰/۱

۲۳- در شکل روبه‌رو، نمودار جریان متناوب سینوسی یک مولد جریان متناوب رسم شده است. در لحظه‌ی $t=\frac{۱}{۳۰}s$، جریان چند آمپر است؟

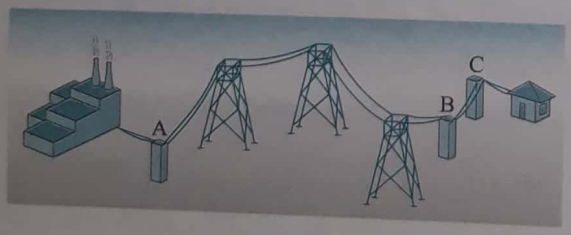


۱) ۱ ۲) ۱-
۳) $-\sqrt{۳}$ ۴) $\sqrt{۳}$

۲۴- پیچه‌ای دارای ۵۰ حلقه است و شار مغناطیسی ۰/۰۴ وبر از آن می‌گذرد. این شار مغناطیسی به طور منظم کاهش پیدا کرده و در مدت Δt به صفر می‌رسد. اگر مقاومت الکتریکی این مدار ۵Ω باشد، چند کولن الکتریسیته القایی در این مدت در مدار شارش پیدا می‌کند؟

۱) ۰/۰۲ ۲) ۰/۴ ۳) ۲ ۴) ۴

۲۵- شکل مقابل انتقال توان الکتریکی را از نیروگاه تا محل مصرف نشان می‌دهد. مبدل‌های A، B و C به ترتیب از راست به چپ از چه نوعی می‌باشند؟ (قلم‌چی)

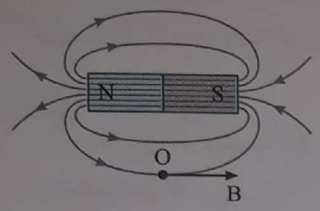


۱) افزاینده - کاهنده - افزاینده
۲) افزاینده - کاهنده - کاهنده
۳) کاهنده - افزاینده - کاهنده
۴) کاهنده - افزاینده - افزاینده

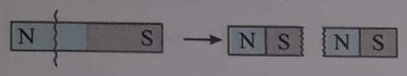
Scanned by CamScanner

فصل سوم: مغناطیس و القای الکترومغناطیسی

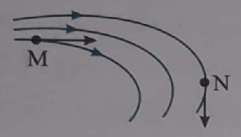
پاسخ‌های تشریحی



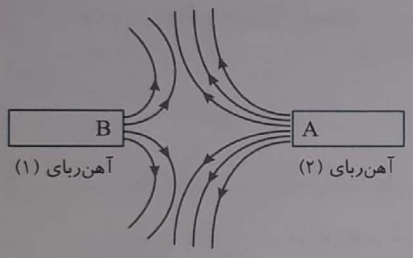
Ⓐ **۱- گزینه‌ی ۱** خط‌های میدان آهن‌ربای میله‌ای مطابق شکل روبه‌رو است و بردار میدان مغناطیسی، مماس بر این خطوط و در سوی خط‌های میدان است.



Ⓐ **۲- گزینه‌ی ۳** از آنجا که در طبیعت تک‌قطبی مغناطیسی، وجود ندارد از هر کجا که این آهن‌ربا را برش دهیم، قسمت‌های حاصل آهن‌ربای کامل خواهند بود.

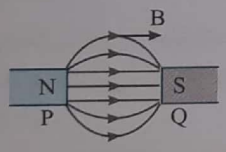


Ⓐ **۳- گزینه‌ی ۱** میدان مغناطیسی در هر نقطه بر خط‌های میدان مماس است و هر چه خط‌های میدان به هم نزدیک‌تر باشند میدان قوی‌تر است.
از این‌رو گزینه‌ی (۱) درست است.

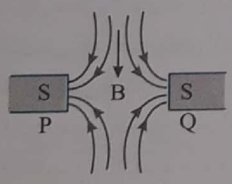


Ⓐ **۴- گزینه‌ی ۳** در هر دو آهن‌ربا خط‌های میدان از نقاط A و B خارج شده‌اند، بنابراین A و B هر دو قطب N آهن‌ربا هستند و چون تراکم خطوط در مجاورت مکان A بیش‌تر است، بنابراین A قوی‌تر از B است.

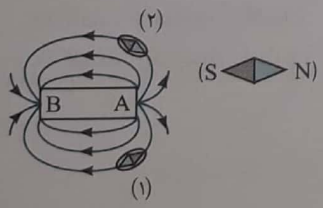
Ⓐ **۵- گزینه‌ی ۴** هنگامی‌که قطب‌های همنام در مجاورت هم قرار می‌گیرند، خطوط میدان مطابق شکل گزینه‌ی (۴) بوده که کاملاً رانش مغناطیسی دو قطب همنام را به نمایش می‌گذارد.



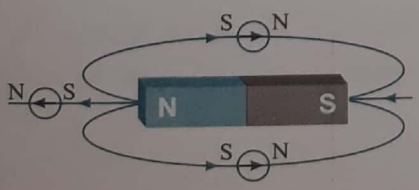
Ⓐ **۶- گزینه‌ی ۲** بردار میدان مغناطیسی بر خط‌های میدان مماس بوده و سوی میدان هم‌سو با سوی خطوط است. بنابراین مطابق شکل باید مکان P قطب N و مکان Q قطب S باشد.



Ⓐ **۷- گزینه‌ی ۳** با توجه به شکل اگر P و Q هر دو قطب S آهن‌ربا باشند، خط‌های میدان آرایش روبه‌رو را داشته و جهت میدان در محل مورد نظر، همان جهت نشان داده شده در سؤال خواهد بود.

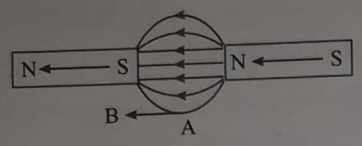


Ⓐ **۸- گزینه‌ی ۲** خطوط میدان در خارج آهن‌ربا از N به S است، بنابراین A قطب N و B قطب S است. قطب N عقربه‌ی مغناطیسی سوی خطوط میدان را نشان می‌دهد. از این‌رو عقربه‌ی مغناطیسی (۱) به‌درستی در میدان قرار گرفته است.



Ⓐ **۹- گزینه‌ی ۱** با توجه به جهت عقربه باید Y، قطب S و X، قطب N باشد.
بنابراین گزینه‌ی (۱) درست می‌باشد.

Scanned by CamScanner



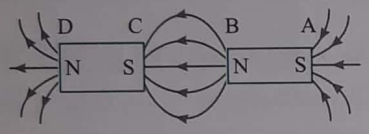
Ⓐ **۱۰- گزینه‌ی ۳** با توجه به جهت میدان در آهن‌ربای میله‌ای خطوط میدان به شکل روبه‌رو است. زیرا درون آهن‌ربا میدان از S به N بوده و خطوط میدان در بیرون آهن‌ربا از N به S است. همچنین بردار میدان بر خطوط میدان مماس بوده، بنابراین بردار میدان مغناطیسی در نقطه‌ی A به سمت چپ است.

Ⓐ **۱۱- گزینه‌ی ۲** در اثر القای مغناطیسی هر سر نزدیک میخ به قطب آهن‌ربای نعلی‌شکل، قطب ناهمنام با آن قطب می‌شود. یعنی قسمت بالای میخ قطب N و قسمت پایین آن قطب S می‌شود.

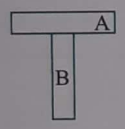
Ⓐ **۱۲- گزینه‌ی ۴** یک روش برای القای خاصیت مغناطیسی، مالش یک آهن‌ربا به سوزن فولادی در یک جهت (مانند شکل سؤال) می‌باشد که باعث می‌شود در سر A ی سوزن، قطب همنام با قطبی که با آن مالش می‌دهیم (N) ایجاد شود.

برای درست کردن عقربه مغناطیسی (قطب‌نما) می‌توان میله‌ای که خاصیت مغناطیسی در آن القا شده را روی سطح آب قرار دهیم بنابراین گزاره‌ی (پ) نیز درست است.[1] در واقع با حرکت قطب N آهن‌ربا روی سوزن دوقطبی‌های مغناطیسی سوزن فولادی به گونه‌ای جهت‌گیری می‌کنند که سر ابتدایی سوزن قطب همنام با آهن‌ربا و قسمت انتهایی قطب ناهمنام با آهن‌ربا می‌شود.

Ⓐ **۱۳- گزینه‌ی ۴** القای مغناطیسی در اجسام آهنی ایجاد می‌شود و همواره سبب ربایش آهن است بنابراین گزینه‌ی (۴) درست است.



Ⓑ **۱۴- گزینه‌ی ۳** در اثر القای مغناطیسی قطعه آهن CD آهن‌ربا می‌شود. خط‌های میدان در نقطه‌ی A وارد آهن‌ربا شده، بنابراین A قطب S آهن‌ربای میله‌ای است و نقطه‌ی B قطب N آن است. در این صورت در اثر القا مکان C قطب S و مکان D قطب N آهن‌ربای القایی است و خطوط میدان مطابق شکل روبه‌رو است.



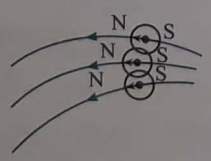
Ⓐ **۱۵- گزینه‌ی ۱** در یک آهن‌ربا مکان‌هایی وجود دارد که خاصیت آهن‌ربایی در آن مکان‌ها از بقیه‌ی نقاط بیش‌تر است و به آن‌ها قطب آهن‌ربا گفته می‌شود. قطب‌های یک آهن‌ربای میله‌ای در دو سر آن قرار دارند و خاصیت آهن‌ربایی در وسط میله ناچیز است.

اگر دو میله را مطابق شکل به هم تماس دهیم چنانچه ربایش شدید باشد میله‌ی B آهن‌ربا و میله‌ی A آهن است (در واقع قطب آهن‌ربای B، میله‌ی آهنی را جذب کرده است) و چنانچه ربایش ناچیز باشد میله‌ی B آهن است که به وسط میله آهن‌ربای A وصل شده و چون خاصیت مغناطیسی در وسط آهنربای میله‌ای کم است، ربایش ناچیز شده است.

بنابراین می‌توان به کمک نیرویی که بر هم وارد می‌کنند آهن را از آهن‌ربا تشخیص داد، اما قطب‌های آهن‌ربا قابل تشخیص نیست.

Ⓐ **۱۶- گزینه‌ی ۱** یک آهن‌ربا همواره دارای دو قطب N و S است و خطوط میدان بیرون آهن‌ربا از N به S و درون آن از S به N بوده و خطوط بسته هستند. اگر آهن‌ربا را از وسط نیز نصف کنیم مجدداً دو آهن‌ربای کامل به‌دست می‌آید که باز خطوط آن‌ها بسته هستند. بنابراین عبارت «خطوط میدان مغناطیسی خطوط بسته‌ای هستند» و عبارت «تک‌قطبی مغناطیسی وجود ندارد» معادل هم هستند. در واقع آهن‌ربایی با یک قطب وجود ندارد.

Ⓐ **۱۷- گزینه‌ی ۳** میله‌های A و C یک‌دیگر را می‌رانند، بنابراین هر دو آهن‌ربا هستند. اما ربایش B توسط A نتیجه‌ی قطعی به دست نمی‌دهد. زیرا هم قطب‌های غیرهم‌نام دو آهن‌ربا یک‌دیگر را می‌ربایند و هم جسم مغناطیسی جذب آهن‌ربا می‌شود. توجه داشته باشید که از دافعه (رانش) می‌توان نتیجه‌ی قطعی گرفت، اما از جاذبه (ربایش) نتیجه‌ی قطعی گرفته نمی‌شود.

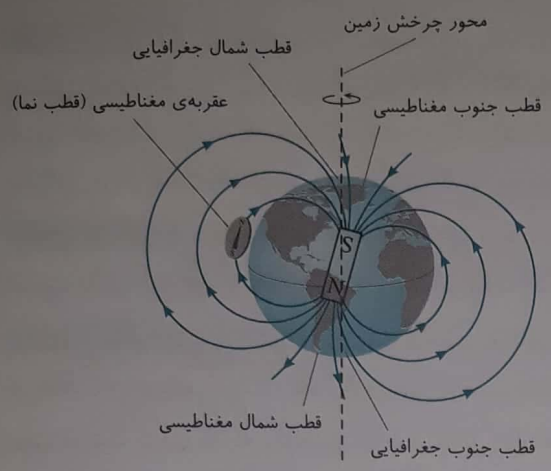


Ⓐ **۱۸- گزینه‌ی ۲** یک قطب‌نما همیشه مماس بر خطوط میدان قرار می‌گیرد. سر N قطب‌نما نیز سوی میدان را نشان می‌دهد.

۱- در بخش‌های بعد فرامی‌گیریم که سوزن فولادی در صورتی که آهن‌ربا شود، خاصیت مغناطیسی آن دائمی است.

Scanned by CamScanner

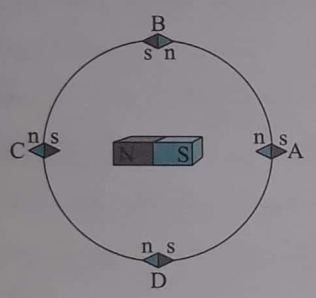
Ⓐ **۱۹- گزینه‌ی ۳** زمین یک آهن‌ربای بزرگ است که قطب S آن در شمال جغرافیایی و قطب N آن در جنوب جغرافیایی قرار دارد اما این قطب‌ها بر هم منطبق نبوده و قطب جنوب مغناطیسی تقریباً ۱۸۰۰ کیلومتری قطب شمال جغرافیایی است. یعنی عقربه‌ی مغناطیسی قطب‌نما قطب شمال جغرافیایی را به درستی نمایش نمی‌دهد.



Ⓐ **۲۰- گزینه‌ی ۳** امتداد عقربه‌ی مغناطیسی و آهن‌ربای میله‌ای آویزان با راستای جنوب - شمال جغرافیایی زاویه می‌سازد که به آن میل مغناطیسی گویند، بنابراین گزینه‌ی (۲) نادرست است.

آهن‌ربای میله‌ای که از وسط آن را آویزان کرده‌ایم در بیش‌تر نقاط زمین به‌طور افقی قرار نمی‌گیرد و امتداد آن با سطح افق، زاویه می‌سازد که به این زاویه، شیب مغناطیسی گفته می‌شود. بنابراین گزینه‌های (۱) و (۴) نادرست و گزینه‌ی (۳) درست است.

Ⓐ **۲۱- گزینه‌ی ۴** با توجه به شکل از حالت A تا B عقربه 180° و از B تا C نیز 180° و از C تا D مجدداً 180° و سرانجام از D تا A نیز 180° می‌چرخد. بنابراین عقربه $4\times180=720^\circ$ خواهد چرخید.



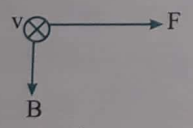
Ⓐ **۲۲- گزینه‌ی ۱** ابتدا نیرویی که توسط میدان مغناطیسی بر ذره وارد می‌شود را به دست می‌آوریم:

$$F=qvB\sin\alpha \Rightarrow F=50\times10^{-6}\times10^{3}\times4\times10^{-3}\times1=2\times10^{-4}\,N$$

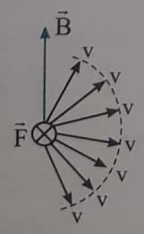
اکنون شتاب را حساب می‌کنیم:

$$F=ma \Rightarrow 2\times10^{-4}=500\times10^{-6}a \Rightarrow a=0/4\,\frac{m}{s^2}$$

Ⓐ **۲۳- گزینه‌ی ۳** با استفاده از قاعده دست راست، جهت میدان را به‌دست می‌آوریم. باید توجه کنیم که بعد از به دست آوردن، جهت میدان را برعکس کنیم زیرا بار منفی است.

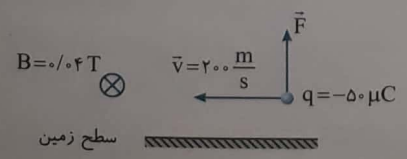


Ⓑ **۲۴- گزینه‌ی ۴** دقت کنید که نیروی F وارد بر بار الکتریکی بر راستای بردار سرعت و میدان مغناطیسی عمود است، از این‌رو با توجه به قاعده‌ی دست راست و این‌که بار منفی است تمام بردارهای سرعت که در نیم‌صفحه‌ی سمت راست B هستند می‌توانند بردار سرعت الکترون باشند.

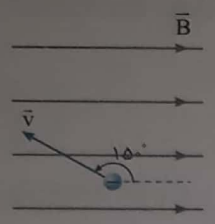


Ⓑ **۲۵- گزینه‌ی ۳** جهت رو به شمال را درونسو درنظر می‌گیریم. مطابق شکل و با استفاده از قاعده دست راست و برای بار منفی، جهت نیرو به سمت بالاست.

$$F=qvB\sin\theta=50\times10^{-6}\times200\times0/04\times\sin90^\circ=4\times10^{-4}\,N$$



Scanned by CamScanner



Ⓐ **۲۶- گزینه‌ی ۲** با توجه به قاعده‌ی دست راست (برای بار منفی) نیروی وارد بر ذره درون شکل، برونسو است و اندازه‌ی آن برابر است با:

$$F=|q|vB\sin\alpha=۶\times۱۰^{-۶}\times۳۲\times۱۰\times۱۰^{-۴}\times\sin ۱۵۰^\circ$$

$$F=۶\times۳۲\times۱۰^{-۹}\times\sin(۱۸۰^\circ-۳۰^\circ)=۶\times۳۲\times۱۰^{-۹}\times\sin ۳۰^\circ$$

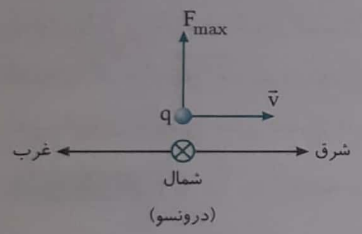
$$F=۹۶\times۱۰^{-۹}=۹/۶\times۱۰^{-۸}N$$

Ⓑ **۲۷- گزینه‌ی ۴** در کتاب دهم خوانده‌اید که کار نیروهای عمود بر مسیر حرکت صفر است. نیروی میدان مغناطیسی وارد بر ذره‌ی باردار متحرک همواره بر مسیر حرکت ذره عمود است و کار آن صفر است، از این‌رو بنا به قضیه‌ی کار و انرژی تغییر انرژی جنبشی ذره صفر شده و تغییر تندی صفر و به عبارت دیگر تندی آن ثابت است.

Ⓐ **۲۸- گزینه‌ی ۴** الکترون دارای بار منفی است. چهار انگشت دست چپ را به سوی خودتان قرار دهید به گونه‌ای که انگشت شست که جهت نیروی وارد بر باریکه‌ی الکترون را نشان می‌دهد به سوی دست راست شما (یعنی جهت انحراف باریکه) قرار گیرد. در این حالت کف دست چپ شما به سمت بالا قرار دارد که نشان می‌دهد میدان مغناطیسی از پایین به بالا است.

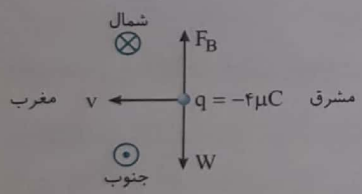
Ⓐ **۲۹- گزینه‌ی ۱** بنا بر قاعده‌ی دست راست برای نیروی وارد بر بار متحرک در میدان مغناطیسی چهار انگشت دست راست خود را رو به زمین بگیرید به گونه‌ای که کف دست شما رو به جلو باشد (میدان مغناطیسی زمین از جنوب به شمال است). در این حالت انگشت شست شما سمت راست یعنی مشرق را نشان می‌دهد که این جهت، همان جهت نیروی وارد بر پرتو است.

Ⓐ **۳۰- گزینه‌ی ۱** نیروی وارد بر ذره‌ی باردار متحرک در میدان مغناطیسی بر راستای حرکت ذره عمود است و تنها سبب تغییر جهت حرکت ذره می‌شود و تندی ذره تغییر نمی‌کند، بنابراین $\frac{v'}{v}=۱$ خواهد بود.



Ⓐ **۳۱- گزینه‌ی ۴** با توجه به قاعده‌ی دست راست ابتدا انگشت شست را در جهت نیرو رو به بالا قرار می‌دهیم و چهار انگشت دیگر را در سوی شرق می‌گیریم در این صورت مطابق شکل میدان مغناطیسی درونسو یعنی در جهت شمال می‌باشد. وقتی نیرویی بیشینه است که بردار سرعت بر بردار میدان عمود باشد $(\theta=۹۰^\circ)$:

$$F=|q|vB\Rightarrow ۰/۱۵=۳\times۱۰^{-۳}\times۱۰^{۳}\times B\Rightarrow B=۰/۰۵T$$

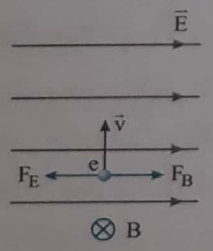


Ⓑ **۳۲- گزینه‌ی ۱** نیرویی که از طرف میدان بر ذره وارد می‌شود، باید نیروی وزن را خنثی کند یعنی باید مطابق شکل رو به بالا باشد. در این صورت بنا به قاعده‌ی دست راست و برای بار منفی باید میدان مغناطیسی رو به شمال باشد.

$$F_T=۰\Rightarrow F_B=W\Rightarrow qvB=mg\Rightarrow ۴\times۱۰^{-۶}\times۲۰۰\times B=۲\times۱۰^{-۴}$$

$$B=\frac{۱}{۴}=۰/۲۵T$$

بنابراین میدان $۰/۲۵T$ و رو به شمال است.



Ⓑ **۳۳- گزینه‌ی ۴** به بار منفی در میدان الکتریکی نیرویی در خلاف جهت میدان وارد می‌شود. نیرویی که میدان الکتریکی به الکترون وارد می‌کند به سمت چپ است، بنابراین نیرویی که میدان مغناطیسی به الکترون وارد می‌کند باید رو به راست باشد.
چهار انگشت دست چپ خود را در جهت v بگیرید به گونه‌ای که انگشت شست دست چپ شما به سمت راست باشد در این صورت کف دست شما رو به جلو خواهد بود، یعنی میدان مغناطیسی باید درونسو باشد.

Ⓐ **۳۴- گزینه‌ی ۳** نیروی وارد بر هر بار را که توسط میدان مغناطیسی بر آن‌ها وارد می‌شود، به دست می‌آوریم:

$$\begin{matrix}F_۱=q_۱v_۱B\\F_۲=q_۲v_۲B\end{matrix}\xrightarrow{F=ma}\begin{matrix}m_۱a_۱=q_۱v_۱B\\m_۲a_۲=q_۲v_۲B\end{matrix}\Rightarrow\frac{a_۱}{a_۲}=\frac{q_۱}{q_۲}\times\frac{v_۱}{v_۲}\times\frac{m_۲}{m_۱}$$

داده‌های مسأله را جای‌گذاری می‌کنیم:

$$\frac{a_۱}{a_۲}=\frac{q_۱}{۲q_۱}\times\frac{v_۱}{۲v_۱}\times\frac{۲m_۱}{m_۱}=\frac{۱}{۲}$$

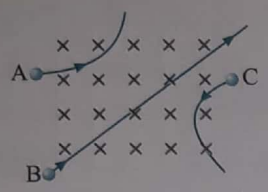
Scanned by CamScanner

Ⓐ **۳۵- گزینه‌ی ۲** نیروی وارد بر ذره را در دو حالت نوشته و بر هم تقسیم می‌کنیم:

$$F' = qvB\sin 60^\circ \qquad F = qvB\sin 45^\circ \quad \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{\sqrt{2}}{2}} = \sqrt{\frac{3}{2}}$$

Ⓐ **۳۶- گزینه‌ی ۴** بار در راستای خط‌های میدان در حرکت است، از این‌رو بر آن نیرویی وارد نمی‌شود و از مسیرش منحرف نمی‌شود.

Ⓐ **۳۷- گزینه‌ی ۱** انحراف ذره‌های A و C با قاعده‌ی دست راست انطباق دارد. بنابراین A و C دارای بار مثبت هستند. ذره‌ی B در راستای عمود بر خطوط میدان ولی بدون انحراف از میدان مغناطیسی عبور کرده است، پس خنثی است.

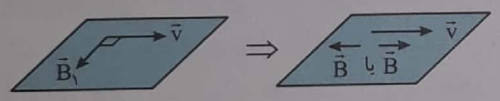


Ⓐ **۳۸- گزینه‌ی ۲** نوترون از راستای خود منحرف نمی‌شود، زیرا خنثی است. پروتون دارای بار مثبت است. چهار انگشت دست راست خود را در جهت حرکت پروتون رو به راست بگیرید به گونه‌ای کف دست شما رو به کاغذ و در جهت B باشد انگشت شست دست شما جهت انحراف را نشان می‌دهد که رو به بالا است. با همین روش اما با دست چپ همین عمل را برای الکترون تکرار کنید، انحراف الکترون رو به پایین خواهد بود.

Ⓐ **۳۹- گزینه‌ی ۲** نیرویی که میدان مغناطیسی بر بار وارد می‌کند، بر سرعت بار عمود است، بنابراین اندازه‌ی سرعت و در نتیجه انرژی جنبشی جسم تغییر نمی‌کند اما این نیرو سبب تغییر مسیر حرکت بار، یعنی تغییر در بردار سرعت آن می‌شود. به استدلال زیر دقت کنید: نیروی وارد بر بار متحرک بر مسیر حرکت بار عمود است، بنابراین کار نیروی مغناطیسی وارد بر بار صفر است. از طرفی بنابر قضیه‌ی کار و انرژی، کار نیروی وارد بر جسم برابر تغییر انرژی جنبشی جسم است. کار نیروی میدان مغناطیسی صفر است، پس تغییر انرژی جنبشی جسم صفر و تغییر اندازه‌ی سرعت نیز صفر است.

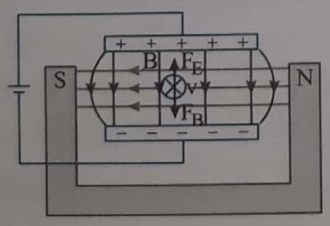
Ⓑ **۴۰- گزینه‌ی ۳** در ابتدا بار به صورت عمود بر میدان حرکت می‌کند.

$$F_1 = qvB\sin 90^\circ = qvB$$

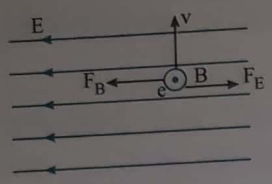


وقتی جهت میدان در همان صفحه‌ی میدان و سرعت، $\frac{\pi}{2}$ تغییر کند، میدان در امتداد سرعت خواهد بود و زاویه‌ی بین v و B، صفر یا ۱۸۰ درجه خواهد شد، بنابراین $F_2 = qvB\times 0 = 0$، پس اندازه‌ی نیرو به اندازه‌ی qvB تغییر کرده است.

Ⓑ **۴۱- گزینه‌ی ۲** با توجه به پایانه‌های باتری صفحه‌ی بالایی خازن دارای بار مثبت و صفحه‌ی پایینی خازن دارای بار منفی است. به الکترون توسط میدان الکتریکی خلاف جهت میدان نیرویی رو به بالا وارد می‌شود. برای آن‌که الکترون از مسیرش منحرف نشود باید توسط میدان مغناطیسی آهن‌ربا مطابق شکل نیروی F_B رو به پایین وارد شود. در این صورت بنا بر قاعده‌ی دست راست و برای بار منفی انگشت شست دست چپ خود را به سمت پایین و چهار انگشت دست چپ را در راستای سرعت الکترون رو به صفحه‌ی کاغذ بگیرید کف دست شما به سمت چپ خواهد بود و میدان مغناطیسی در خارج آهن‌ربا از N به S بوده و بنابراین قطب N آهن‌ربا در سمت راست خازن قرار خواهد داشت.



Scanned by CamScanner

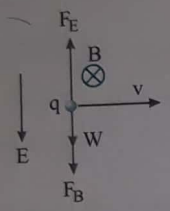


Ⓑ **۴۲- گزینه‌ی ۱** بایـد نیروهای وارد بر الکترون توسـط میـدان الکتریکی و میدان مغناطیسـی هم‌اندازه و در خلاف جهت هم باشند:

$$F_B = F_E \Rightarrow qvB\sin\theta = qE \xrightarrow{\theta=۹۰^\circ} vB = E \Rightarrow v = \frac{E}{B}$$

Ⓒ **۴۳- گزینه‌ی ۲** نیروی وزن و نیرویی که میدان مغناطیسی بر ذره وارد می‌کند را حساب می‌کنیم.

$$W = mg \Rightarrow W = ۵۰\times۱۰^{-۳}\times۱۰ \Rightarrow W = ۰/۵N$$



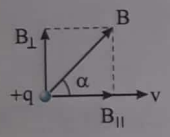
$$F_B = qvB\sin\theta \Rightarrow F_B = ۱۰\times۱۰^{-۶}\times۱۰^{۵}\times۰/۵\times\sin ۹۰^\circ = ۰/۵N$$

با توجه به قاعده دست چپ برای بار منفی نیرویی که میدان مغناطیسی بر بار وارد می‌کند، رو به پایین است و با نیروی وزن جمع می‌شود.

نیروی میدان الکتریکی باید رو به بالا باشد تا برآیند نیروی وزن و نیروی مغناطیسی را خنثی کند. نیرویی که میدان الکتریکی بر بار منفی وارد می‌کند در خلاف جهت میدان است، از این رو میدان الکتریکی باید رو به پایین باشد.

$$F_E = F_B + W \Rightarrow qE = F_B + W \Rightarrow ۱۰\times۱۰^{-۶}\times E = ۰/۵ + ۰/۵ \Rightarrow E = ۱۰^{۵}\ \frac{N}{C}$$

Ⓑ **۴۴- گزینه‌ی ۲** به شکل رو به‌رو دقت کنید:



مؤلفه‌ای از میدان که موازی بردار سـرعت بار اسـت، بر بار نیرویی وارد نمی‌کند. نیرویی که بر بار وارد می‌شـود توسط مولفه‌ی عمودی میدان بر راسـتای سرعت اعمال می‌شود، یعنی مولفه‌ی $B_\perp$ میدان. در این مسأله بر بار که در جهت محور x ها حرکت می‌کند، نیرویی ناشی از مولفه‌ی $B_\perp$ وارد می‌شود. در این صورت:

$$F_B = qv\underbrace{B\sin\alpha}_{B_\perp} = qvB_\perp$$

$$F = ۲\times۱۰^{-۶}\times۳\times۱۰^{۵}\times۰/۳ \Rightarrow F = ۰/۱۸N$$

Ⓑ **۴۵- گزینه‌ی ۲** میدان الکتریکی در جهت مثبت محور y ها بر این ذره نیرو وارد می‌کند:

$$F_E = qE \Rightarrow F_E = ۵\times۱۰^{-۶}\times۱۰^{۵} \Rightarrow F_E = ۰/۵N$$

بار الکتریکی در جهت محور y ها در حرکت است، میدان مغناطیسی در جهت محور x ها است. نیروی میدان مغناطیسی بر سرعت و میدان عمود است. بنابراین نیروی میدان مغناطیسی بر نیروی الکتریکی F_E که در امتداد محور y ها است نیز عمود می‌باشد.

$$F_B = qvB \Rightarrow F_B = ۵\times۱۰^{-۶}\times۱۰^{۶}\times۰/۱ \Rightarrow F_B = ۰/۵N$$

نیروی الکترومغناطیسی وارد بر ذره خواهد شد با:

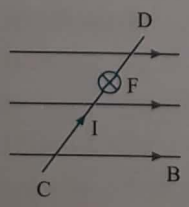
$$F = \sqrt{F_B^۲ + F_E^۲} = \sqrt{(۰/۵)^۲ + (۰/۵)^۲} = \frac{\sqrt{۲}}{۲}N$$

Ⓐ **۴۶- گزینه‌ی ۱** نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی برابر است با:

$$F = IlB\sin\theta \Rightarrow \frac{F_۲}{F_۱} = \frac{IlB\sin ۶۰^\circ}{IlB\sin ۳۰^\circ} \Rightarrow \frac{F_۲}{F_۱} = \sqrt{۳}$$

Ⓑ **۴۷- گزینه‌ی ۲** هرگاه یک سـیم حامل جریان در یک میدان مغناطیسی قرار گیرد، بر آن نیروی $F = IlB\sin\theta$ وارد می‌شود. با توجه به این رابطه می‌توان نوشت:

$$B = \frac{F}{Il\sin\theta} \Rightarrow T = \frac{N}{A.m}$$



Ⓐ **۴۸- گزینه‌ی ۴** با توجه به قاعده دست راست برای نیروی وارد برسیم حامل جریان در میدان مغناطیسی، نیروی وارد برسیم CD درونسو است.

Scanned by CamScanner

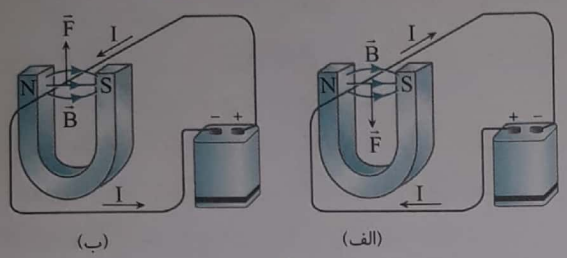
Ⓐ **۴۹- گزینه‌ی ۲** با توجه به قاعده دست راست برای نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی، نیروی وارد بر سیم درونسو (قائم روپایین) است و بزرگی نیروی آن برابر است با:

$$F = IlB\sin\alpha \Rightarrow F = ۲۵\times ۰/۸\times ۵۰۰\times ۱۰^{-۴}\times ۰/۶ \Rightarrow F = ۰/۶N$$

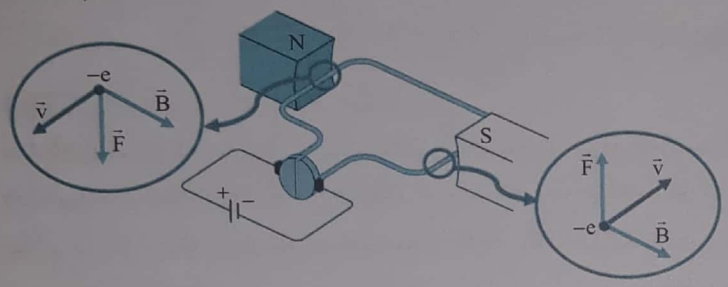
Ⓐ **۵۰- گزینه‌ی ۳** چهار انگشت را در جهت جریان سیم از A به B می‌گیریم به گونه‌ای که خطوط میدان از کف دست خارج (میدان از N به S و رو به پایین است) شوند، در این صورت انگشت شست سوی نیروی وارد بر سیم را نشان می‌دهد که به سمت راست است.

Ⓐ **۵۱- گزینه‌ی ۴** با توجه به قطب مثبت یا منفی باتری جهت جریان و نیرو مانند شکل (الف) یا (ب) خواهد بود.

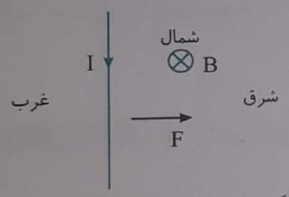
بنابراین نیروی وارد بر سیم هم می‌تواند به سمت بالا باشد و هم به سمت پایین.



Ⓐ **۵۲- گزینه‌ی ۲** باتوجه به جهت نیروی وارده بر حلقه، حلقه به صورت پادساعتگرد شروع به چرخیدن می‌کند.



Ⓐ **۵۳- گزینه‌ی ۳** جهت رو به شمال را درونسو در نظر می‌گیریم. میدان مغناطیسی زمین از جنوب به شمال و در شکل مقابل درونسو است. بنابراین با توجه به قاعده‌ی دست راست نیروی وارد بر سیم به سمت شرق است.

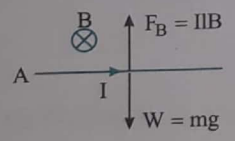


Ⓑ **۵۴- گزینه‌ی ۴** بنا به قاعده دست راست چهار انگشت دست راست را در جهت جریان قرار می‌دهیم به گونه‌ای که میدان از کف دست خارج شود، در این صورت انگشت شست جهت نیروی F را مشخص می‌کند که برای سه حالت $B_۱$، $B_۲$ و $B_۳$ جهت نیرو برونسو است.

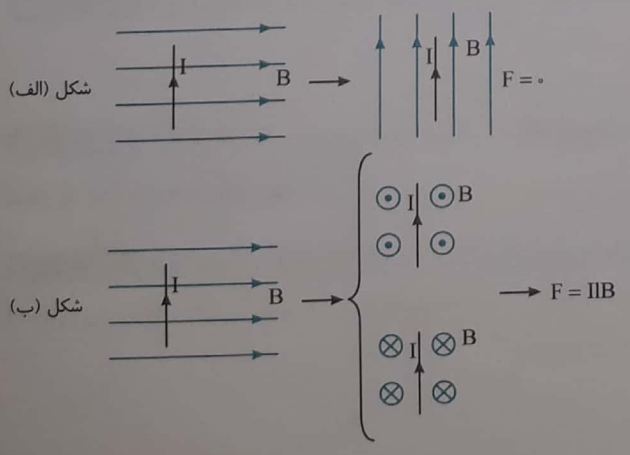
Ⓑ **۵۵- گزینه‌ی ۳** برای آن‌که ریسمان‌ها کشیدگی پیدا نکنند، باید نیروی وزن سیم با نیرویی که میدان مغناطیسی بر سیم وارد می‌کند، خنثی شود، بنابراین نیروی مغناطیسی باید رو به بالا و هم‌اندازه با نیروی وزن باشد:

$$F_B = W \Rightarrow IlB = mg \Rightarrow ۲\times ۰/۲۵\times B = ۰/۰۴\times ۱۰ \Rightarrow B = ۰/۸T$$

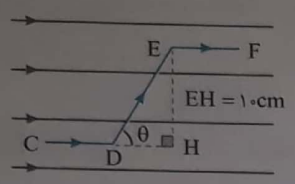
با توجه به قاعده‌ی دست راست باید میدان مغناطیسی رو به شمال باشد.



Ⓑ **۵۶- گزینه‌ی ۴** در ابتدا نیروی وارد بر سیم CD برابر $F = IlB$ است، اگر میدان °۹۰ در صفحه‌ی میدان تغییر جهت دهد، در راستای سیم قرار می‌گیرد (شکل الف) و نیروی وارد بر سیم صفر می‌شود. یعنی تغییر نیرو برابر IlB خواهد بود و گزینه‌ی (۲) درست است. اما اگر میدان °۹۰ بچرخد و بر سیم CD هم چنان عمود باشد (شکل ب) نیروی وارد بر سیم تغییر نمی‌کند و گزینه‌ی (۱) درست است. بنابراین گزینه (۱) و (۲) درست بوده و جواب گزینه (۴) است.



Scanned by CamScanner

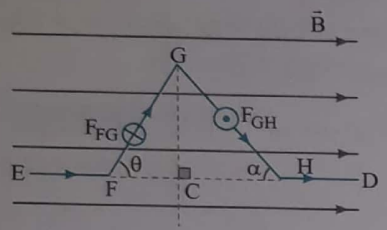


B **۵۷- گزینه‌ی ۲** بر سیم‌های CD و EF نیرویی وارد نمی‌شود، زیرا در راستای میدان مغناطیسی قرار دارند. نیروی وارد بر سیم DE برابر است با:

$$F_{DE} = I(DE)B\sin\theta = IB(DE)\sin\theta$$

با توجه به شکل $DE\sin\theta$ برابر EH است. در واقع نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان برابر $F = I(EH)B$ است که در آن EH مولفه‌ی سیم بر امتداد عمود بر میدان است. هم‌چنین با استفاده از قاعده‌ی دست راست نیرو در جهت عمود بر صفحه‌ی کاغذ (درونسو) می‌باشد.

$$F_{DE} = ۳\times ۰/۸\times ۰/۱ = ۰/۲۴N$$



A **۵۸- گزینه‌ی ۴** بر سیم‌های EF و HD که در راستای میدان قرار دارند، نیرویی وارد نمی‌شود. نیروی وارد بر سیم FG درونسو و نیروی وارد بر سیم GH برونسو است.

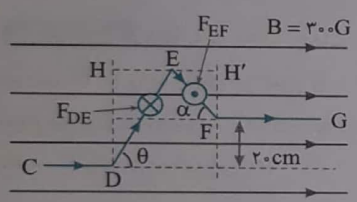
با توجه به شکل در مثلث قائم‌الزاویه‌ی GFC خواهیم داشت:

$$\begin{cases}(FG)\sin\theta = GC \\ F_{FG} = IB(FG)\sin\theta\end{cases} \Rightarrow F_{FG} = IB(CG) \text{ درونسو}$$

در مثلث GCH نیز داریم:

$$\begin{cases}\sin\alpha = \dfrac{CG}{GH} \Rightarrow (GH)\sin\alpha = CG \\ F_{GH} = IB(GH)\sin\alpha\end{cases} \Rightarrow F_{GH} = IB(CG) \text{ برونسو}$$

بنابراین نیروی وارد بر سیم‌های GH و FG برابر و در خلاف جهت هم هستند و یکدیگر را خنثی می‌کنند.



A **۵۹- گزینه‌ی ۲** نیروی وارد بر سیم‌های CD و FG که در راستای میدان مغناطیسی قرار دارند، صفر است. نیروی وارد بر سیم DE برابر است با:

$$F_{DE} = IB(DE)\sin\theta = IB(DH) \text{ درونسو}$$

$$F_{EF} = IB(EF)\sin\alpha = IB(FH') \text{ برونسو}$$

نیروی برآیند برابر است با:

$$F_T = F_{DE} - F_{EF} = IB\underbrace{(DH - FH')}_{۰/۲۰} \Rightarrow F_T = ۲\times ۰/۰۳\times ۰/۲ = ۰/۰۱۲N$$

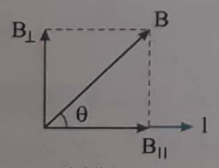
با توجه به این‌که نیروی وارد بر سیم DE بزرگ‌تر از نیروی وارد بر سیم EF است، نتیجه می‌گیریم نیروی خالص وارد بر کل سیم درونسو است.

A **۶۰- گزینه‌ی ۴** ابتدا بزرگی میدان مغناطیسی را به دست می‌آوریم:

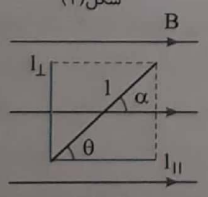
$$B = \sqrt{B_x^۲ + B_y^۲} \Rightarrow B = \sqrt{(۱۲\times ۱۰^{-۳})^۲ + (۵\times ۱۰^{-۳})^۲} = ۱۳\times ۱۰^{-۳}T$$

نیروی وارد بر هر متر از سیم برابر است با:

$$F = IlB\sin\theta \Rightarrow F = ۳\times ۱\times ۱۳\times ۱۰^{-۳}\sin ۹۰^\circ \Rightarrow F = ۳/۹\times ۱۰^{-۲}N$$



شکل(۱)



شکل(۲)

B **۶۱- گزینه‌ی ۳** به شکل‌های مقابل دقت کنید. نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان برابر است با:

شکل (۱): $F = IlB\sin\theta \Rightarrow F = IlB_\perp$ ، شکل (۲): $F = IBl\sin\theta \Rightarrow F = IBl_\perp$

در واقع مؤلفه‌ای از میدان که در امتداد سیم است، بر سیم نیرویی وارد نمی‌کند و نیروی وارد بر سیم ناشی از $B_\perp$ یعنی مؤلفه‌ی میدان عمود بر سیم است.

هم چنین با توجه به شکل (۲) نیروی وارد بر سیم نیرویی است که توسط میدان بر مولفه‌ای از سیم که عمود بر میدان است، وارد می‌شود.

Scanned by CamScanner

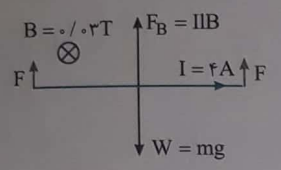
نتیجه: مؤلفه‌های عمود بر هم میدان و سیم، نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان را تعیین می‌کنند.
بنابراین سیم در امتداد محور x ها بوده و مولفه‌ی B_y بر آن نیرو وارد می‌کند و مؤلفه‌ی B_x بر آن نیرویی وارد نمی‌کند. در این صورت در این مسأله:

$$F=IlB_y \Rightarrow F=۲\times۰/۴\times۰/۶=۰/۴۸N$$

Ⓑ **۶۲- گزینه‌ی ۱** میدان بر مؤلفه‌ی y سیم نیرو وارد می‌کند:

$$F=Il_yB_x \Rightarrow F=۳\times۳\times۰/۰۲ \Rightarrow F=۰/۱۸N$$

Ⓒ **۶۳- گزینه‌ی ۴** نیروی وزن رو به پایین و نیروی میدان مغناطیسی رو به بالا است.

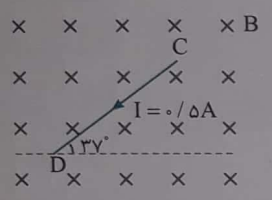


$$W=mg=۰/۰۰۲\times۱۰=۰/۰۲N \quad , \quad F_B=IlB=۴\times۰/۵\times۰/۰۳=۰/۰۶N$$

چون نیروی میدان رو به بالا بزرگ‌تر است، بنابراین برای آن‌که سیم بالا نرود و ساکن بماند باید هر فنر نیرویی رو به پایین بر سیم وارد کند که این نیرو برابر است با:

$$۲F=F_B-W \Rightarrow ۲F=۰/۰۶-۰/۰۲ \Rightarrow F=۰/۰۲N \quad \text{(رو به پایین)}$$

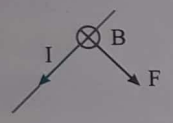
Ⓑ **۶۴- گزینه‌ی ۳** دقت کنید سیم بر راستای میدان عمود است و زاویه‌ی ۳۷° در این مسأله مهم نیست.



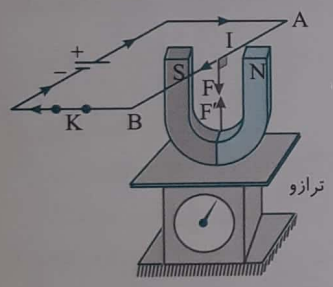
$$F=IlB\sin\theta \Rightarrow F=۰/۵\times۰/۳\times۵\times۱۰^{-۲}\times۱$$

$$F=۷۵\times۱۰^{-۴}N$$

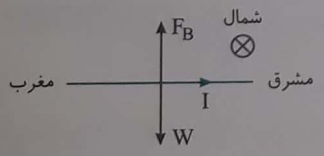
با توجه به قاعده‌ی دست راست جهت نیروی F به صورت رو به رو است:



Ⓑ **۶۵- گزینه‌ی ۱** با توجه به جهت جریان (از A به B) و قاعده‌ی دست راست، آهن‌ربا نیروی F را روبه پایین بر سیم وارد می‌کند. بنابراین در حالتی‌که کلید بسته است، طبق قانون سوم نیوتون سیم نیز بر آهن‌ربا نیروی F' رو به بالا وارد می‌کند. بنابراین با بستن کلید، ترازو عدد کمتری را نشان می‌دهد.



Ⓒ **۶۶- گزینه‌ی ۱** جهت میدان مغناطیسی کره‌ی زمین از جنوب به شمال است، پس باید جهت جریان سیم به سوی شرق باشد تا بنا بر قاعده‌ی دست راست جهت نیروی مغناطیسی رو به بالا بوده و وزن را خنثی کند.

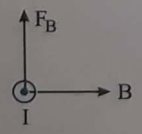


$$F_B=W \Rightarrow IlB\sin\theta=mg \xrightarrow{m=\rho V} I\times l\times B\sin ۹۰^\circ=\rho Vg \xrightarrow{V=Al}$$

$$IlB=\rho(Al)g \Rightarrow IB=\rho Ag \Rightarrow IB=\rho(\pi R^۲)g \Rightarrow$$

$$I\times۵\times۱۰^{-۵}=۴۰۰۰\times۳\times(۱۰^{-۴})^۲\times۱۰ \Rightarrow I=\frac{۱۲۰}{۵}=۲۴A$$

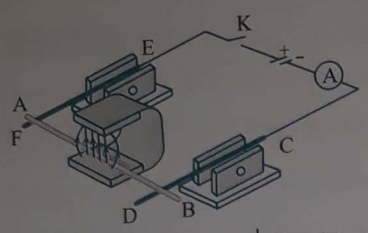
Ⓑ **۶۷- گزینه‌ی ۲** قبل از برقراری جریان نیرویی که فنر برای نگه داشتن آهن‌ربا بر آن وارد می‌کند با وزن آهن‌ربا برابر است: $F_۱=mg \Rightarrow F_۱=۲N$



پس از برقراری جریان نیرویی که فنر باید تحمل کند تا آهن‌ربا را نگه دارد ۲/۲N شده است. افزایش نیروی فنر بیانگر این است که سیم بر آهن‌ربا نیروی $F_B=۲/۲-۲=۰/۲N$ رو به پایین وارد می‌کند. بنا بر قانون سوم نیوتون آهن‌ربا بر سیم نیروی ۰/۲N رو به بالا وارد می‌کند. در این صورت: $F_B=IlB\sin\theta \Rightarrow ۰/۲=I\times۰/۲\times۰/۱\times۱ \Rightarrow I=۱۰A$

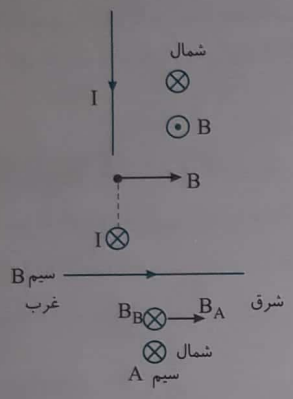
سوی جریان نیز با قاعده دست راست باید برونسو باشد.

Scanned by CamScanner



۶۸- گزینه‌ی ۱ جریان در سیم AB با توجه به مولد از A به B است. بنابر قاعده‌ی دست راست جهت نیروی وارد بر سیم AB توسط میدان مغناطیسی آهن‌ربا به سمت بیرون آهن‌ربا بوده و میله به سمت بیرون آهن‌ربا می‌لغزد.

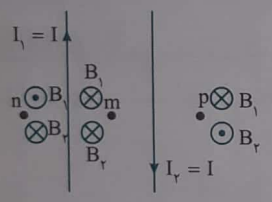
۶۹- گزینه‌ی ۴ باتوجه به قاعده‌ی دست راست، انگشت شست را در جهت جریان قرار می‌دهیم، در این صورت جهت بسته شدن چهار انگشت دیگر دست راست جهت میدان را نشان می‌دهد بنابراین گزینه‌ی (۳) یا (۴) درست است، امّا دقت کنید که با دور شدن از سیم، میدان ضعیف شده و تراکم خطوط میدان کم می‌شود، پس فاصله‌ی بین خطوط میدان بیش‌تر می‌شود و گزینه‌ی (۴) درست است.



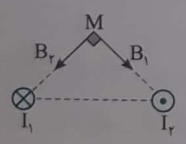
۷۰- گزینه‌ی ۲ جهت رو به شمال را درونسو در نظر می‌گیریم. به کمک قاعده‌ی دست راست جهت میدان را در سمت راست سیم به‌دست می‌آوریم. مطابق شکل جهت B رو به جنوب است.

۷۱- گزینه‌ی ۱ جریان رو به شمال بوده، آن را درونسو می‌گیریم در نقطه‌ای بالای سیم مطابق شکل بنابر قاعده‌ی دست راست میدان به سمت مشرق است.

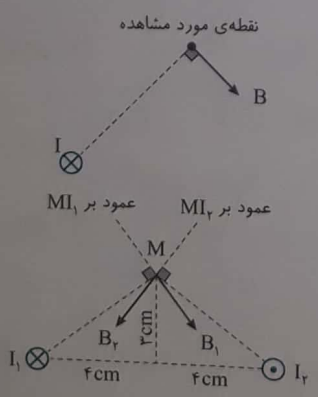
۷۲- گزینه‌ی ۳ مطابق شکل جهت رو به شمال را درونسو می‌گیریم. جریان سیم A درونسو بوده و میدان در نقطه‌ای بالای آن به سمت شرق است. جریان سیم B رو به شرق بوده و میدان ناشی از آن مطابق شکل درونسو و رو به شمال است، میدان مغناطیسی خالص در جهت شمال‌شرقی خواهد بود.



۷۳- گزینه‌ی ۲ طبق قاعده‌ی دست راست در نقطه‌ی n میدان سیم I_1 برونسو و میدان سیم I_2 درونسو است اما میدان سیم I_1 از میدان سیم I_2 قوی‌تر است. بنابراین جهت میدان برآیند در نقطه‌ی n برونسو است. در نقطه m میدان مغناطیسی سیم‌های I_1 و I_2 هر دو درونسو است. بنابراین میدان مغناطیسی برآیند (خالص) در نقطه‌ی m درونسو است. در نقطه‌ی p که به سیم I_2 نزدیک‌تر است، میدان مغناطیسی سیم I_2 بزرگ‌تر از میدان مغناطیسی سیم I_1 است. جهت میدان B_1 درونسو و میدان B_2 برونسو بوده و جهت میدان مغناطیسی در نقطه‌ی P برونسو خواهد بود.



۷۴- گزینه‌ی ۱ بردار میدان مغناطیسی سیم راست در هر نقطه بر خط واصل بین آن نقطه و سیم عمود است. یعنی میدان سیم I_1 باید بر خط واصل بین M و سیم I_1 عمود باشد، همچنین میدان سیم I_2 باید بر خط واصل بین M و سیم I_2 عمود باشد. بنا بر قاعده‌ی دست راست جهت بردارهای B_1 و B_2 مطابق گزینه‌ی (۱) است.

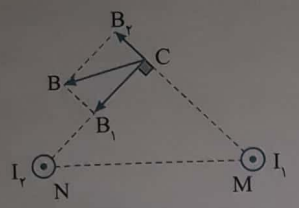


۷۵- گزینه‌ی ۱ میدان مغناطیسی یک سیم راست طویل حامل جریان بر خط واصل بین سیم و نقطه‌ی مشاهده عمود است.

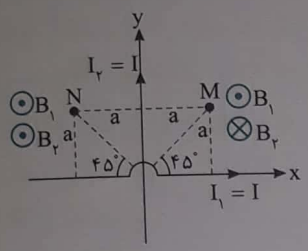
اکنون به حل مسأله می‌پردازیم:

خط عمود بر خط واصل M با سیم I_1 و خط عمود بر خط واصل M با سیم I_2 را رسم می‌کنیم. در واقع میدان B_1 ناشی از سیم I_1 بر خط عمود بر MI_1 منطبق و میدان B_2 ناشی از سیم I_2 بر خط عمود بر MI_2 منطبق است و گزینه‌ی (۱) پاسخ درست است. البته می‌توان با قاعده‌ی دست راست جهت B_1 و B_2 را نیز مشخص کرد که با توجه به گزینه‌ها لازم نیست.

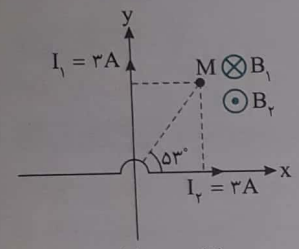
Scanned by CamScanner



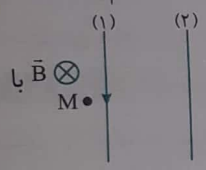
B **۷۶- گزینه‌ی ۱** میدان ناشی از هر سیم راست حامل جریان در یک نقطه بر خطی که سیم را به نقطه‌ی مورد نظر وصل می‌کند عمود است. از این رو ابتدا میدان B را در امتداد خط‌های MC و NC تجزیه می‌کنیم و مشخص می‌شود که میدان حاصل از I_1 (B_1) بزرگ‌تر از میدان حاصل از سیم I_2 (B_2) است. چون فاصله‌ها یکی است پس باید جریان I_1 بزرگ‌تر از جریان I_2 باشد. از طرفی با توجه به جهت میدان‌های B_1 و B_2 باید I_1 برونسو و I_2 نیز برونسو باشد.



B **۷۷- گزینه‌ی ۳** جریان‌ها یکسان و فاصله‌ها یکسان در نتیجه میدان مغناطیسی دو سیم یکسان است. میدان سیم I_1 در محل M برونسو و میدان سیم I_2 در محل M درونسو بوده و میدان مغناطیسی خالص (برآیند) صفر است. در محل N هر دو میدان برونسو و با هم جمع می‌شوند. بنابراین میدان مغناطیسی برآیند (خالص) در محل N برونسو است.

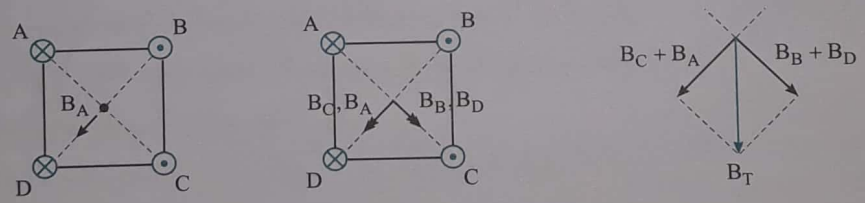


B **۷۸- گزینه‌ی ۲** با توجه به شکل فاصله‌ی نقطه M از سیم I_2 بیش‌تر از فاصله‌ی نقطه‌ی M از سیم I_1 است. بنابراین میدان مغناطیسی سیم I_2 از میدان مغناطیسی سیم I_1 کوچک‌تر است. با توجه به قاعده دست راست میدان مغناطیسی سیم I_1، درونسو و میدان مغناطیسی سیم I_2، برونسو است. بنابراین میدان مغناطیسی برآیند درونسو خواهد بود.



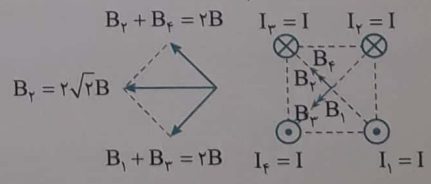
A **۷۹- گزینه‌ی ۱** جریان‌ها یکسان هستند. بنابراین میدان مغناطیسی سیم (۲) در محل M از میدان مغناطیسی سیم (۱) در این محل کوچک‌تر است و جهت میدان مغناطیسی کل، هم‌جهت میدان مغناطیسی سیم (۱) است. بنابراین جریان سیم (۱) الزاماً رو به پایین است.

B **۸۰- گزینه‌ی ۲** با استفاده از قاعده‌ی دست راست، میدان حاصل از هر سیم را در مرکز مربع بیابید. سپس به شکل‌های زیر نگاه کنید تا نحوه‌ی به‌دست آوردن میدان مغناطیسی خالص برای شما مشخص شود. (اندازه‌ی هر چهار میدان با هم برابر است.)

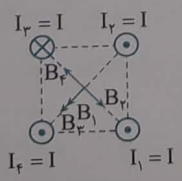


B **۸۱- گزینه‌ی ۱** با قاعده‌ی دست راست جهت میدان هر سیم را در مرکز مربع برای هر گزینه مشخص کرده، سپس بیشینه‌ی مقدار میدان را مشخص می‌کنیم.

گزینه‌ی (۱):

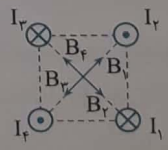


گزینه‌ی (۲):



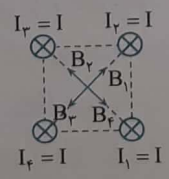
$B_T = 2B\,,\ B_4 + B_2 = 0$

گزینه‌ی (۳):



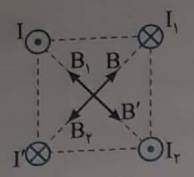
برآیند میدان در مرکز مربع صفر است.

گزینه‌ی (۴):

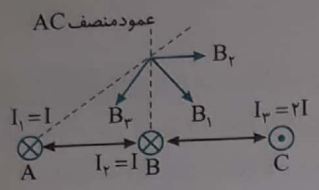


برآیند میدان در مرکز مربع صفر است.

Scanned by CamScanner

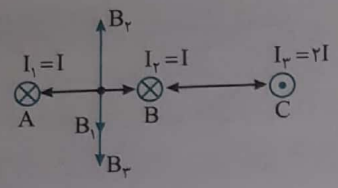


۸۲- گزینه‌ی ۲ (B) بردار میدان مغناطیسی جریان I' و I' را روی شکل مشخص می‌کنیم سوی جریان I_1 و I_2 باید به‌گونه‌ای باشند که میدان‌های حاصل از آن‌ها به‌ترتیب میدان مغناطیسی حاصل از I' و I را خنثی کند از این‌رو I_1 باید درونسو و I_2 باید برونسو باشد.

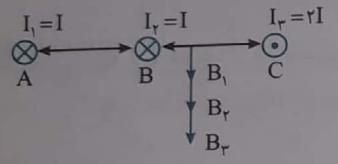


۸۳- گزینه‌ی ۲ (B) به بررسی گزینه‌ها می‌پردازیم:

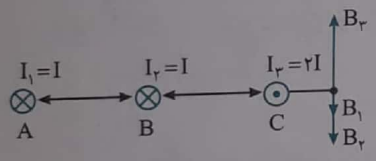
گزینه‌ی (۱): با توجه به قاعده‌ی دست راست، بردارهای میدان مغناطیسی سیم‌های A، B و C را روی عمودمنصف AC رسم می‌کنیم. به سه بردار دقت کنید. سه بردار در یک نیم‌صفحه قرار دارند و برآیند آن‌ها قطعاً صفر نیست و گزینه‌ی (۱) نادرست است.



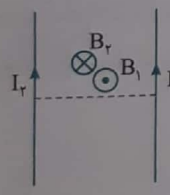
گزینه‌ی (۲): در فاصله‌ی AB بردارهای میدان B_1 و B_3 هم‌جهت و بردار B_2 در خلاف جهت آن‌ها است، بنابراین در نزدیکی سیم I_2 و در سمت چپ آن میدان می‌تواند صفر شود و گزینه‌ی (۲) درست است.



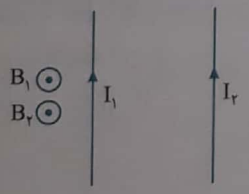
گزینه‌ی (۳): در فاصله‌ی BC میدان‌ها هم‌جهت هستند و برآیند آن‌ها صفر نمی‌شود و گزینه‌ی (۳) نادرست است.



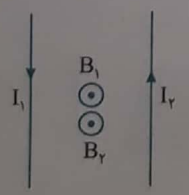
گزینه‌ی (۴): در خارج از AC میدان‌های B_1 و B_2 خلاف جهت میدان B_3 هستند. در این نقطه به‌دلیل بزرگ‌تر بودن جریان I_3 و نزدیک‌تر بودن این نقطه به سیم C، نسبت به سیم‌های A و B، میدان B_3 همواره از برآیند B_1 و B_2 بیش‌تر است و میدان خالص صفر نمی‌شود و گزینه‌ی (۴) نادرست است.



۸۴- گزینه‌ی ۴ (A) جریان‌ها همسو بوده و میدان مغناطیسی حاصل از آن‌ها بین دو سیم خلاف جهت هم بوده و در نقطه‌ای بین دو سیم و نزدیک سیم با جریان کم‌تر میدان می‌تواند صفر شود بنابراین از کنار هر سیم شروع به حرکت شود، ابتدا به نقطه‌ای می‌رسیم که میدان کل صفر است، پس ابتدا میدان کاهش می‌یابد و از آن نقطه به بعد افزایش می‌یابد.

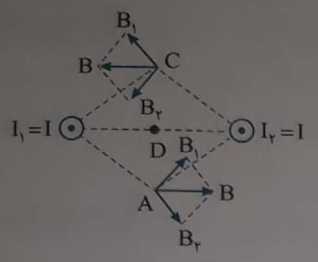


۸۵- گزینه‌ی ۱ (A) فرض کنیم جریان هر دو سیم رو به بالا باشد. میدان هر دو سیم در سمت چپ سیم I_1 برونسو خواهد بود. در نزدیکی سیم I_1 که R بسیار کوچک است، میدان مغناطیسی سیم I_1 بزرگ است. با دور شدن از سیم I_1 به سمت چپ میدان‌های B_1 و B_2 و درنتیجه میدان مغناطیسی خالص کاهش می‌یابد.

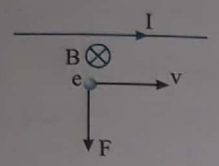


۸۶- گزینه‌ی ۲ (B) جریان‌ها ناهمسو است (فرض کنید I_1 رو به پایین و I_2 رو به بالا باشد)، بنابراین میدان‌های دو سیم بین دو سیم هم‌جهت هستند. در نزدیکی هر سیم میدان مغناطیسی بزرگ است. هرچه از سیم I_1 به سمت سیم I_2 برویم این میدان بزرگ کاهش می‌یابد، اما با نزدیک شدن به سیم I_2 مجدداً میدان در نزدیکی سیم I_2 بزرگ می‌شود. بنابراین میدان مغناطیسی ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

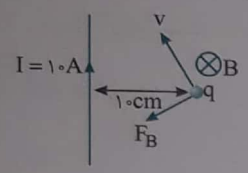
Scanned by CamScanner



Ⓑ **۸۷- گزینه‌ی ۱** بین دو سیم در نقطه‌ی D میدان دو سیم در خلاف جهت هم می‌باشد و بزرگی آن‌ها برابر بوده، پس میدان صفر است. در این صورت از A تا D میدان کاهش و سپس از D تا C افزایش می‌یابد و با توجه به شکل جهت میدان تغییر می‌کند.



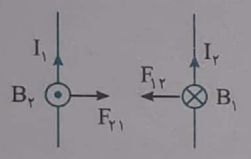
Ⓐ **۸۸- گزینه‌ی ۳** با توجه به قاعده‌ی دست راست برای میدان مغناطیسی سیم حامل جریان میدان مغناطیسی سیم در محل گذر الکترون درونسو است.
طبق قاعده‌ی دست چپ برای بار منفی، نیروی وارد بر الکترون رو به پایین است.



Ⓑ **۸۹- گزینه‌ی ۱** میدان مغناطیسی سیم حامل جریان در محل بار درونسو است. بنا به قاعده‌ی دست راست چهار انگشت دست راست خود را در جهت v قرار دهید به‌گونه‌ای که کف دست شما به سوی صفحه‌ی کاغذ (میدان مغناطیسی) باشد. انگشت شست دست شما جهت نیروی F_B را نشان می‌دهد. نیروی وارد بر بار متحرک برابر خواهد شد با:

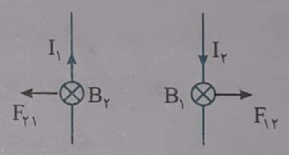
$$F=qvB\sin\theta \Rightarrow F=۱۰\times۱۰^{-۶}\times۱۰^{۵}\times۲\times۱۰^{-۵}\times\sin ۹۰^\circ \Rightarrow F=۲\times۱۰^{-۵}\,N$$

Ⓐ **۹۰- گزینه‌ی ۲** هرگاه از دو سیم راست و موازی جریانی بگذرد، آن دو سیم بر هم نیرو وارد می‌کنند. در شکل‌های (a) و (b) که در زیر رسم شده نیرویی که توسط میدان مغناطیسی هر سیم بر دیگری وارد می‌شود نشان داده شده است.



(شکل b)

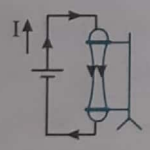
هرگاه جریان‌ها همسو باشد نیرویی که دو سیم بر هم وارد می‌کنند مغناطیسی و ربایشی است.



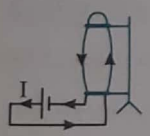
(شکل a)

هرگاه جریان‌ها ناهمسو باشد نیرویی که دو سیم بر هم وارد می‌کنند مغناطیسی و رانشی است.

با توجه به گفته‌های بالا در شکل (ب) جریان‌ها همسو و نیرو ربایشی و در شکل (پ) جریان‌ها ناهمسو و نیرو رانشی و گزینه‌ی (۲) درست است.

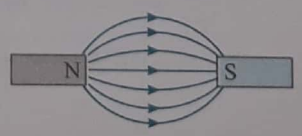


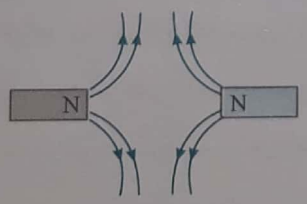
شکل (ب)



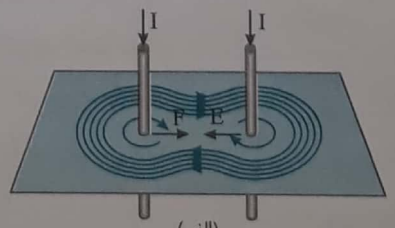
شکل (پ)

Ⓐ **۹۱- گزینه‌ی ۴** با توجه به شکل خط‌های میدان شکل الف و ب شاید به توان با ساده‌نگری آن‌ها را با خط‌های میدان شکل‌های روبه‌رو مقایسه کرد

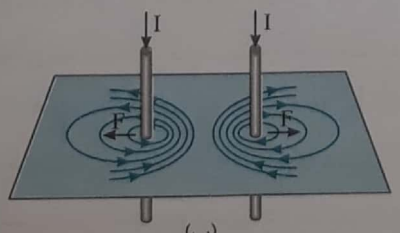




در این صورت با توجه به شکل‌های زیر گزینه‌ی ۴ درست است.



(الف)

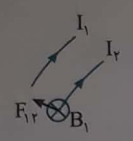


(ب)

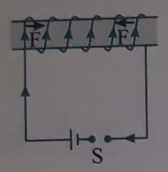
Scanned by CamScanner

Ⓐ **۹۲- گزینه‌ی ۳** اندازه‌ی نیرویی که سیم (۱) بر سیم (۲) وارد می‌کند بنا به قانون سوم نیوتون با نیرویی که سیم (۲) بر سیم (۱) وارد می‌کند برابر است.

Ⓐ **۹۳- گزینه‌ی ۲** اگر مطابق شکل یک جزء کوچک از هر حلقه را یک سیم راست فرض کنیم، بر هم نیروی ربایشی وارد می‌کنند. یعنی میدان مغناطیسی هر حلقه بر جریان حلقه‌ی دیگر یک نیروی ربایشی وارد می‌کند. بنابراین گزینه‌ی (۲) درست است.

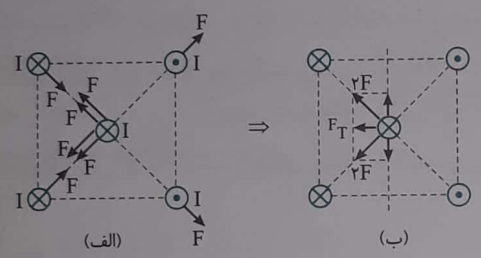


Ⓐ **۹۴- گزینه‌ی ۳** با بستن کلید S و عبور جریان از سیملوله، حلقه‌های آن دارای جریان‌های همسو شده بر هم نیروی مغناطیسی ربایشی وارد می‌کنند. بنابراین فنر جمع می‌شود و طول آن کاهش می‌یابد.



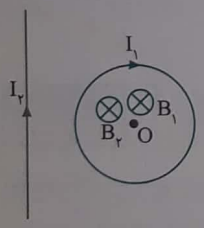
Ⓑ **۹۵- گزینه‌ی ۲** با بستن کلید S جریان گذرنده از حلقه‌های فنر همسو بوده و حلقه‌ها بر هم نیروی ربایشی وارد کرده، طول فنر کاهش یافته و ارتباط آن با جیوه قطع می‌شود. سپس دوباره جریان مدار و نیروی ربایشی بین حلقه‌ها صفر شده، فنر به حالت اول برمی‌گردد و مجدداً با جیوه تماس می‌یابد و جریان در آن برقرار می‌شود و طول فنر به دلیل نیروی ربایشی بین حلقه‌های دارای جریان همسو کاهش می‌یابد و این عمل تکرار می‌شود و فنر نوسان می‌کند.

Ⓐ **۹۶- گزینه‌ی ۲** دو سیم موازی با جریان‌های هم‌جهت، یک‌دیگر را می‌ربایند و دو سیم موازی با جریان‌های خلاف جهت، یک‌دیگر را می‌رانند. در شکل کاملاً مشخص است که مؤلفه‌های قائم یکدیگر را خنثی می‌کنند و مؤلفه‌های افقی با هم جمع شده و میدان به سمت چپ خواهد بود.

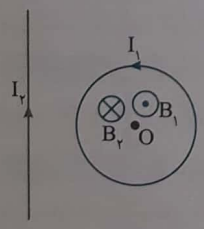


Ⓐ **۹۷- گزینه‌ی ۳** در مرکز یک پیچه میدان از بقیه‌ی نقاط فضا قوی‌تر است.

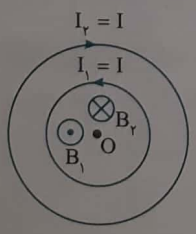
Ⓐ **۹۸- گزینه‌ی ۱** با توجه به قاعده‌ی دست راست جهت میدان‌های B_1 و B_2 ناشی از جریان‌های I_1 و I_2 در نقطه‌ی O درونسو بوده و با هم جمع می‌شود. بنابراین میدان مغناطیسی برآیند (خالص) درونسو است.



Ⓐ **۹۹- گزینه‌ی ۴** با توجه به قاعده‌ی دست راست میدان مغناطیسی ناشی از جریان I_1 برونسو و میدان مغناطیسی ناشی از جریان I_2 درونسو است. اما بزرگی این میدان‌ها را نمی‌توان با هم مقایسه کرد زیرا اندازه‌ی جریان‌ها مشخص نیست. بنابراین گزینه‌ی (۴) درست است.

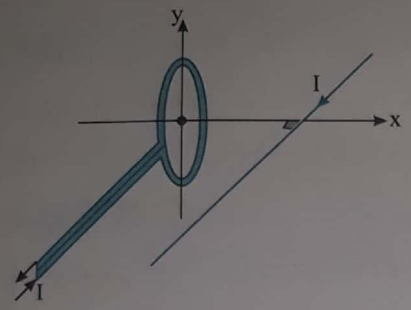


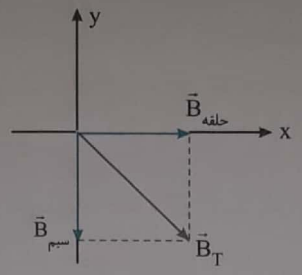
Ⓐ **۱۰۰- گزینه‌ی ۳** در نقطه‌ی O، میدان مغناطیسی I_1 برونسو و میدان مغناطیسی I_2 درونسو است. فاصله‌ی نقطه‌ی O تا I_1 کم‌تر است، پس میدان مغناطیسی B_1 از میدان مغناطیسی B_2 بیش‌تر است. به همین دلیل میدان مغناطیسی برآیند برونسو خواهد بود.



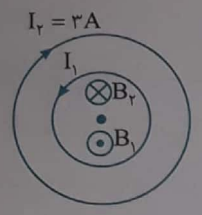
Scanned by CamScanner

Ⓑ **۱۰۱- گزینه‌ی ۴** با توجه به قاعده دست راست: در مرکز حلقه، میدان مغناطیسی سیم راست در خلاف جهت محور yها و میدان حلقه در جهت (مثبت) محور xها است. بنابراین بردار میدان برآیند در ربع چهارم است.





Ⓐ **۱۰۲- گزینه‌ی ۲** با توجه به قاعده‌ی دست راست میدان مغناطیسی ناشی از سیم I_2 در مرکز حلقه‌ها درونسو است. بنابراین میدان مغناطیسی سیم I_1 باید برونسو و هم‌اندازه‌ی میدان مغناطیسی B_2 باشد تا برآیند میدان‌ها صفر شود. در این‌صورت جریان I_1 باید پادساعتگرد و با توجه به نزدیک‌تر بودن جریان I_1 به مرکز، باید $I_1 < I_2$ باشد.



Ⓐ **۱۰۳- گزینه‌ی ۴** میدان مغناطیسی در مرکز حلقه در امتداد محور عمود بر حلقه است از این‌رو در راستای سیم حامل جریان است. هرگاه سیم حامل جریان در امتداد میدان مغناطیسی باشد، نیرویی بر سیم وارد نمی‌شود و گزینه‌ی ۴ درست است.

Ⓐ **۱۰۴- گزینه‌ی ۴** میدان مغناطیسی در مرکز حلقه در امتداد محور عمود بر حلقه بوده و باریکه‌ی الکترون در راستای خط میدان در حرکت است و بر آن نیرویی وارد نشده و از مسیر خود منحرف نمی‌شود.

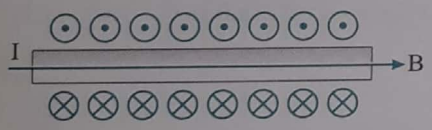
Ⓐ **۱۰۵- گزینه‌ی ۲** به کمک رابطه‌ی میدان مغناطیسی برای سیملوله، تعداد حلقه‌ها در هر سانتی‌متر را به‌دست می‌آوریم:

$$B=\mu_0 nI \Rightarrow 0/012=12\times10^{-7}\times n\times 2 \Rightarrow n=5000\ \frac{\text{دور}}{\text{متر}}$$

در هر متر از سیملوله ۵۰۰۰ دور وجود دارد. در این صورت در هر سانتی‌متر آن تعداد دورها برابر است با:

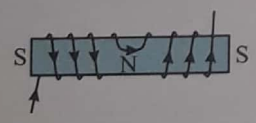
$$n=\frac{N}{l} \Rightarrow 5000=\frac{N}{0/01} \Rightarrow N=50\ \frac{\text{دور}}{\text{سانتی‌متر}}$$

Ⓐ **۱۰۶- گزینه‌ی ۳** با توجه به جهت جریان و قاعده‌ی دست راست در سیملوله جهت میدان به سمت راست می‌باشد و سمت راست هسته‌ی آهنی قطب N می‌باشد پس دو گزاره‌ی اول درست است.



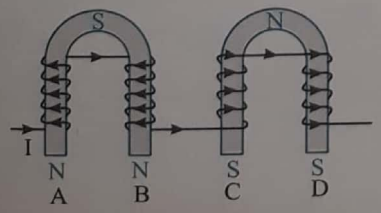
در پیچه نیز با توجه به جهت میدان و قاعده‌ی دست راست جهت جریان پادساعتگرد می‌باشد. بنابراین گزاره‌ی پ نادرست است.

Ⓐ **۱۰۷- گزینه‌ی ۴** با توجه به قاعده‌ی دست راست، برای میدان مغناطیسی سیملوله قطب N و S را برای هر قسمت سیملوله به‌دست می‌آوریم:



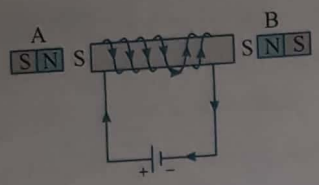
Ⓐ **۱۰۸- گزینه‌ی ۲** برای ایجاد میدان مغناطیسی یکنواخت در ناحیه‌ای از فضا از یک سیملوله با جریان ثابت استفاده می‌شود، سیملوله‌ای که قطر دهانه‌ی آن نسبت به طولش کوچک باشد. در این‌صورت میدان مغناطیسی درون سیملوله و به دور از لبه‌های آن، یکنواخت و خطوط میدان سیملوله به موازات محور سیملوله خواهد بود.

Ⓐ **۱۰۹- گزینه‌ی ۳** با توجه به قاعده‌ی دست راست برای میدان مغناطیسی سیم حامل جریان، نقاط A، B، C و D به ترتیب N، N، S و S هستند.

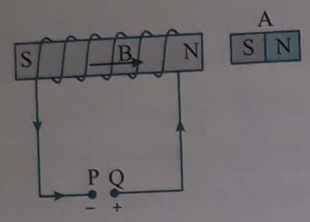


Scanned by CamScanner

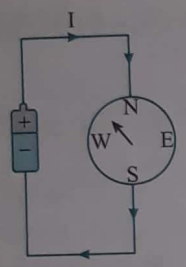
۱۱۰- گزینه‌ی ۳ به کمک قاعده‌ی دست راست مشخص می‌شود که دو سر سیملوله قطب S بوده و آهن‌رباهای A و B را می‌رباید.



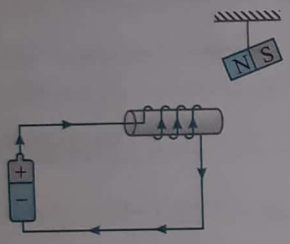
۱۱۱- گزینه‌ی ۲ با وصل کلید، ربایش صورت گرفته است. بنابراین سمت راست سیملوله قطب N است و میدان درون سیملوله به سمت راست است و پایانه‌ی Q مثبت است.



۱۱۲- گزینه‌ی ۱ با توجه به قاعده‌ی دست راست و چرخش عقربه‌ی مغناطیسی در سوی خط‌های میدان باید در مدار (۱) جریان مطابق شکل روبه‌رو بوده پس باطری A را باید در مدار قرار داد.



در مدار (۲) وقتی N به پایین کشیده می‌شود یعنی سمتی از سیملوله که نزدیک آهن‌ربا است در اثر عبور جریان قطب S شده است و با توجه به قاعده دست راست جهت جریان در مدار به گونه‌ای است که باید باتری A را در مدار قرار داد.



۱۱۳- گزینه‌ی ۲ میدان مغناطیسی درون سیملوله برابر است با:

$$B=\mu_0\times\frac{N}{l}\times I\Rightarrow ۴/۸\times۱۰^{-۲}=۴\pi\times۱۰^{-۷}\,\frac{N}{۰/۲}\times۵\Rightarrow N=\frac{۴۸۰۰}{\pi}$$

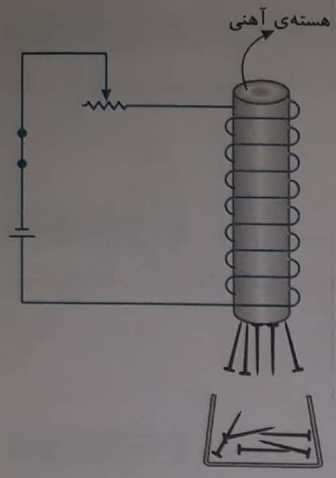
طول سیم برابر است با تعداد دورهای سیملوله ضربدر محیط هر حلقه، از این‌رو:

$$l=N(۲\pi r)\Rightarrow l=\frac{۴۸۰۰}{\pi}(۲\pi\times۴\times۱۰^{-۲})\Rightarrow l=۳۸۴\ m$$

۱۱۴- گزینه‌ی ۴ اگر هسته آهنی باشد، با قرار دادن هسته درون سیملوله، میدان مغناطیسی درون سیملوله افزایش می‌یابد. اگر هسته مثلاً از جنس چوب، کاغذ و ... باشد، تغییری در میدان مغناطیسی حاصل نمی‌شود. بنابراین اظهار نظر قطعی ممکن نیست مگر آن‌که جنس هسته مشخص باشد.

۱۱۵- گزینه‌ی ۲ باتوجه به جهت جریان عبوری از سیم‌لوله میدان درون سیملوله در جهتی است که نشان داده شده است و از آن جایی که خاصیت القای مغناطیسی تنها ربایشی می‌باشد پس قطب‌های القا شده در میخ‌ها به‌صورت روبه‌رو خواهد بود و نقطه‌ی A قطب S می‌شود.

Scanned by CamScanner



Ⓑ **۱۱۶- گزینه‌ی ۲** با حرکت لغزنده رئوستا به سمت چپ مقاومت رئوستا افزایش یافته و جریان مدار کم می‌شود در این صورت خاصیت مغناطیسی سیملوله کاهش می‌یابد و تعداد میخ‌ها جذب شده به سیملوله کاهش می‌یابد. و گزینه‌ی (۱) نادرست است.

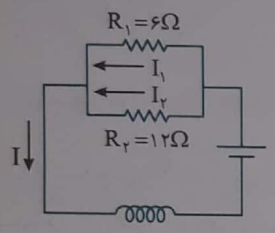
با توجه به رابطه‌ی میدان مغناطیسی سیملوله $B=\mu_0 \frac{N}{l} I$ با ثابت بودن طول و افزایش تعداد دورها، خاصیت مغناطیسی افزایش می‌یابد و ربایش میخ‌ها بیش‌تر می‌شود و گزینه‌ی (۲) درست است.

با ثابت بودن تعداد حلقه‌ها (N) و افزایش طول سیملوله (l) میدان ضعیف شده و تعداد میخ‌ها جذب شده کاهش می‌یابد و گزینه‌ی (۳) نادرست است.

با خارج کردن هسته‌ی آهنی خاصیت مغناطیسی سیملوله کاهش می‌یابد و تعداد میخ‌های جذب شده کاهش می‌یابد و گزینه‌ی (۴) نادرست است.

Ⓐ **۱۱۷- گزینه‌ی ۱** جریان مقاومت R_1 را به‌دست می‌آوریم:

$$P_1=I_1^2R_1 \Rightarrow ۲۴=I_1^2\times ۶ \Rightarrow I_1=۲A$$



مقاومت‌های R_1 و R_2 موازیند و در مقاومت‌های موازی جریان به نسبت وارون مقاومت‌ها تقسیم می‌شود.

$$\frac{I_2}{I_1}=\frac{R_1}{R_2} \Rightarrow \frac{I_2}{۲}=\frac{۶}{۱۲} \Rightarrow I_2=۱A$$

با توجه به قانون جریان‌های کیرشهوف، جریان مدار برابر است با: $I=I_1+I_2 \Rightarrow I=۲+۱=۳A$

اکنون می‌توان میدان مغناطیسی درون سیملوله را به‌دست آورد:

$$B=\mu_0 nI \Rightarrow B=۴\pi\times۱۰^{-۷}\times۱۰۰۰\times۳ \Rightarrow B=۱/۲\pi\times۱۰^{-۳}T$$

Ⓐ **۱۱۸- گزینه‌ی ۲** وقتی دو سیملوله را به هم وصل کرده و سیملوله‌ی بزرگی می‌سازیم، طول و تعداد دورهای سیملوله‌ی جدید ۲ برابر طول و تعداد حلقه‌های یکی از سیملوله‌های اولیه است. از این رو:

$$B_1=\mu_0\frac{N_1}{l_1}I \xrightarrow{N_2=۲N_1,\ l_2=۲l_1} B_2=B_1=۴۰۰G$$

Ⓐ **۱۱۹- گزینه‌ی ۲** رابطه‌ی میدان مغناطیسی درون سیملوله و میدان مغناطیسی در مرکز پیچه را نوشته و بر هم تقسیم می‌کنیم:

$$\frac{B'}{B}=\frac{\mu_0\frac{N}{l}I}{\frac{\mu_0}{۲}\frac{NI}{R}}=۲\frac{R}{l}=۲\times\frac{۰/۳}{۰/۳}=۲$$

Ⓐ **۱۲۰- گزینه‌ی ۳** از تقسیم طول سیم بر محیط هر حلقه تعداد حلقه‌ها را به‌دست می‌آوریم:

$$N=\frac{L}{۲\pi r}\Rightarrow N=\frac{۷۲}{۲\times۳\times۰/۰۲}\Rightarrow N=۶۰۰\ \text{دور}$$

جریان مدار را حساب می‌کنیم:

$$I=\frac{\varepsilon}{R+r}\Rightarrow I=\frac{۱۲}{۳+۱}\Rightarrow I=۳A$$

میدان درون سیملوله برابر خواهد شد با:

$$B=\frac{\mu_0 NI}{L}\Rightarrow B=\frac{۱۲\times۱۰^{-۷}\times۶۰۰\times۳}{۰/۶}\Rightarrow B=۳/۶\times۱۰^{-۳}T\Rightarrow B=۳/۶mT$$

Ⓐ **۱۲۱- گزینه‌ی ۴** میدان درون سیملوله در راستای محور سیملوله است و بار الکتریکی متحرک q نیز در همین راستا در حال حرکت است. هرگاه بار الکتریکی در راستای میدان مغناطیسی در حرکت باشد بر آن نیرویی وارد نمی‌شود، بنابراین بار منحرف نمی‌شود.

Ⓐ **۱۲۲- گزینه‌ی ۳** میدان مغناطیسی درون سیملوله را حساب می‌کنیم:

$$F=qvB\sin\alpha\Rightarrow ۱/۶\times۱۰^{-۱۶}=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\times\frac{۵}{\pi}\times۱۰^{۵}\times B\times\sin۹۰\Rightarrow B=\frac{\pi}{۵۰۰}T$$

به کمک رابطه‌ی میدان درون سیملوله تعداد حلقه‌ها در واحد طول سیملوله را حساب می‌کنیم:

$$B=\mu_0 nI\Rightarrow\frac{\pi}{۵۰۰}=۴\pi\times۱۰^{-۷}\times n\times۵\Rightarrow n=۱۰۰۰\frac{\text{دور}}{\text{متر}}$$

بنابراین درهر سانتی‌متر از سیملوله ۱۰ دور وجود دارد.

Scanned by CamScanner

Ⓐ **۱۲۳- گزینه‌ی ۱** جریان سیم در امتداد محور سیملوله است و نیروی وارد بر سیم صفر است.

Ⓑ **۱۲۴- گزینه‌ی ۴** تعداد حلقه‌ها برابر طول سیم تقسیم بر محیط هر حلقه می‌باشد. طول سیم در حالت اول و دوم یکی است، از این‌رو:

$$\begin{matrix} N_2 = \dfrac{l}{2\pi r_2} \\ N_1 = \dfrac{l}{2\pi r_1} \end{matrix} \Rightarrow \frac{N_2}{N_1} = \frac{r_1}{r_2} \Rightarrow \frac{N_2}{N_1} = \frac{r_1}{\frac{r_1}{2}} \Rightarrow N_2 = 2N_1$$

از طرفی وقتی که حلقه‌ها کنار هم ردیف می‌شوند، چون تعداد حلقه‌ها دو برابر شده و طول سیملوله نیز دو برابر می‌شود. از این‌رو:

$$\frac{B_2}{B_1} = \frac{\mu_0 \times \frac{N_2}{l_2} \times I}{\mu_0 \times \frac{N_1}{l_1} \times I} \Rightarrow \frac{B_2}{B_1} = \frac{N_2}{N_1} \times \frac{l_1}{l_2} = 2 \times \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{B_2}{B_1} = 1$$

Ⓐ **۱۲۵- گزینه‌ی ۲** اجسام دیامغناطیسی به طور ذاتی دو قطبی مغناطیسی ندارند. پس A دیامغناطیسی است.
اتم‌های مواد پارامغناطیسی و فرومغناطیسی دارای دو قطبی مغناطیسی هستند البته اجسام فرومغناطیسی به دو دسته سخت و نرم تقسیم می‌شوند بنابراین B فرومغناطیسی و C پارامغناطیسی است.

Ⓐ **۱۲۶- گزینه‌ی ۴** نیکل، کبالت، آهن و آلیاژهای آن‌ها فرومغناطیسی هستند. اکسیژن، سدیم، پلاتین، اورانیوم و ... پارامغناطیسی هستند.

Ⓐ **۱۲۷- گزینه‌ی ۳** دوقطبی‌های مواد پارامغناطیسی در میدان مغناطیسی قوی در راستای خطوط میدان منظم می‌شوند و ماده دارای خاصیت مغناطیسی می‌شود و با حذف میدان، دوقطبی‌های مغناطیسی دوباره و به سرعت به وضعیت کاتوره‌ای در غیاب میدان باز می‌گردند و خاصیت مغناطیسی را از دست می‌دهند.

۱۲۸- گزینه‌ی ۲ اتم‌های مواد دیامغناطیسی، نظیر مس، نقره، سرب و بیسموت به طور ذاتی فاقد خاصیت مغناطیسی‌اند و هیچ‌یک از اتم‌های این مواد، دارای دو قطبی مغناطیسی خالص نیستند. اما در حضور یک میدان مغناطیسی خارجی، می‌توانند در اثر القا دارای دو قطبی مغناطیسی در خلاف جهت میدان خارجی شوند. بنابراین گزینه‌ی (۲) درست است.

Ⓐ **۱۲۹- گزینه‌ی ۱** مواد فرومغناطیسی نرم مانند کبالت، نیکل و آهن در صورتی که خالص باشند، وقتی در میدان مغناطیسی قرار می‌گیرند، حجم حوزه‌های مغناطیسی آن‌ها به سهولت تغییر می‌کند و در نتیجه با این روش به آسانی آهن‌ربا می‌شوند و خاصیت آهن‌ربایی خود را نیز به راحتی از دست می‌دهند. به دلیل همین خاصیت، آن‌ها برای ساختن آهن‌رباهای الکتریکی مناسب هستند.

Ⓐ **۱۳۰- گزینه‌ی ۲** آهن فرومغناطیسی نرم و فولاد فرومغناطیسی سخت است، از این رو گزینه‌ی (۲) درست است.

Ⓐ **۱۳۱- گزینه‌ی ۳** پلاتین فرومغناطیسی نیست، بلکه پارامغناطیسی است و در میدان مغناطیسی دارای اندکی خاصیت مغناطیسی شده و سبب می‌شود میدان مغناطیسی اندکی افزایش یابد.

Ⓐ **۱۳۲- گزینه‌ی ۴** پلاتین پارامغناطیسی و آهن فرومغناطیسی است، بنابراین همه‌ی فلزات فرومغناطیسی نیستند و گزینه‌ی (۱) نادرست است. مواد پارامغناطیسی در میدان‌های قوی خاصیت مغناطیسی موقتی خواهند داشت و گزینه‌ی (۲) نادرست است. مواد فرومغناطیسی دارای حوزه‌های مغناطیسی هستند، اما مواد پارامغناطیسی حوزه‌های مغناطیسی ندارند و گزینه‌ی (۳) نادرست است. در هر حوزه‌ی مغناطیسی در مواد فرومغناطیس، دوقطبی‌های مغناطیسی هم‌جهت هستند، اما در حوزه‌های مختلف، جهت‌گیری‌ها کاتوره‌ای است و گزینه‌ی (۴) درست است.

Ⓐ **۱۳۳- گزینه‌ی ۳** خاصیت مغناطیسی در مواد در اثر حرکت الکترون به دور هسته و همچنین به دور خودش است، بنابراین گزینه‌ی (۳) نادرست است.

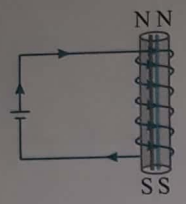
Ⓐ **۱۳۴- گزینه‌ی ۳** در مواد پارامغناطیسی اصولاً حوزه‌ی مغناطیسی وجود ندارد، بنابراین گزینه‌ی (۳) نادرست است.

Ⓐ **۱۳۵- گزینه‌ی ۳** گزاره‌ی الف: خاصیت مغناطیسی ناشی از حرکت الکترون به دور خودش نیز است بنابراین این گزاره نادرست است.
گزاره‌ی ب: اتم‌های مواد پارامغناطیسی به طور ذاتی دارای خاصیت مغناطیسی هستند و این گزاره کاملاً درست است.
گزاره‌ی پ: در مواد فرومغناطیسی ناحیه‌هایی به نام حوزه‌هایی مغناطیسی وجود دارد که درون هر حوزه دو قطبی‌های مغناطیسی هم‌جهت‌اند بنابراین این گزاره درست است.
گزاره‌ی ت: برای القای مغناطیسی در مواد پارامغناطیسی نسبت به مواد فرومغناطیسی میدان قوی‌تری باید اعمال شود، بنابراین این گزاره درست است.

Scanned by CamScanner

Ⓐ **۱۳۶- گزینه‌ی ۳** دوقطبی‌های مغناطیسی میله‌ی آهنی، تحت تأثیر میدان آهن‌ربا منظم شده و حوزه‌های مغناطیسی در جهت میدان جهت‌گیری می‌کنند. القای مغناطیسی باعث القای قطب S (قطب مخالف) در انتهای A می‌شود.

Ⓐ **۱۳۷- گزینه‌ی ۲** با بستن کلید، درون سیملوله در اثر عبور جریان میدان مغناطیسی به وجود می‌آید. میله‌ها دارای خاصیت مغناطیسی شده، قطب‌های هم‌نام میله‌ها در مجاورت هم بوده و یک‌دیگر را می‌رانند و میله‌ها به همین علت از هم دور می‌شوند. با باز کردن کلید، میله‌ها خاصیت خود را از دست داده‌اند، زیرا به محل اولیه‌ی خود باز گشته‌اند. از این رو میله‌ها باید فرومغناطیسی نرم باشند که خاصیت مغناطیسی شدید را نشان داده، یک‌دیگر را دفع کرده و پس از قطع جریان بلافاصله خاصیت خود را از دست داده باشند.



Ⓐ **۱۳۸- گزینه‌ی ۲** بنا به تعریف شار مغناطیسی برای میدان مغناطیسی یکنواخت داریم: $\Phi = BA\cos\theta$

θ زاویه‌ی بین نیم‌خط عمود بر سطح حلقه با بردار میدان است. با توجه به صورت سؤال، این زاویه $90^\circ - 37^\circ = 53^\circ$ می‌باشد:

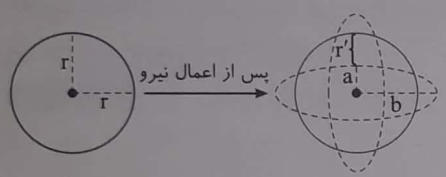
$$\Phi = (B)\pi R^2 \cos\theta \Rightarrow \Phi = (5\times10^{-2})\pi(0/01)\cos 53^\circ \Rightarrow \Phi = \pi(5\times10^{-4})(0/6) \Rightarrow \Phi = 3\pi\times10^{-4}\ Wb$$

Ⓐ **۱۳۹- گزینه‌ی ۴** بیشینه‌ی شار گذرنده از حلقه وقتی است که حلقه بر خطوط میدان عمود باشد $(\theta = 0)$، بنابراین:

$$\Phi_{max} = BA \Rightarrow 4\times10^{-3} = (0/2)A \Rightarrow A = 2\times10^{-2}\,m^2 = 200\,cm^2$$

Ⓐ **۱۴۰- گزینه‌ی ۲** در شکل «ب» تعداد دورهای پیچه بیش‌تر و جریان القایی بزرگ‌تر است.

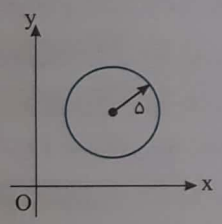
Ⓐ **۱۴۱- گزینه‌ی ۴** با کشیده شدن یا فشرده شدن پیچه مساحت سطح پیچه کاهش می‌یابد، در نتیجه شار عبوری از هر دو پیچه کاهش می‌یابد.



Ⓐ **۱۴۲- گزینه‌ی ۲** شار مغناطیسی گذرنده از حلقه نصف شار مغناطیسی بیشینه است. از این رو:

$$\Phi = BA\cos\theta \xrightarrow{\Phi = \frac{1}{2}BA} \cos\theta = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta = 60^\circ$$

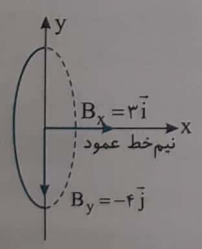
Ⓐ **۱۴۳- گزینه‌ی ۳** میدان در جهت محور xها است و با خط عمود بر سطح حلقه زاویه‌ی 90° می‌سازد، بنابراین شار گذرنده از حلقه صفر است.



Ⓐ **۱۴۴- گزینه‌ی ۴** شار عبوری از حلقه به صورت $\Phi = BA\cos\theta$ است که θ زاویه بین نیم‌خط عمود بر سطح و بردار میدان مغناطیسی می‌باشد.

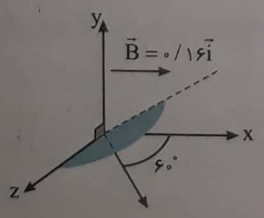
سطح پیچه بر محور xها عمود است، از این‌رو نیم‌خط عمود بر سطح در جهت محور xها است، بنابراین زاویه بین B_y و نیم‌خط عمود بر سطح پیچه 90° می‌باشد و شار عبوری از سطح مربوط به مؤلفه B_y صفر است. $\Phi = B_y A\cos 90^\circ = 0$ زاویه بین B_x و نیم‌خط عمود بر سطح پیچه صفر درجه می‌باشد در نتیجه شار گذرنده از پیچه خواهد شد:

$$\Phi = B_x A\cos 0^\circ = 3\times\pi\times2^2 = 12\pi$$



Ⓑ **۱۴۵- گزینه‌ی ۱** زاویه‌ای که سطح ربع دایره با خط‌های میدان می‌سازد، 30° است. بنابراین زاویه‌ای که نیم‌خط عمود بر سطح با خط‌های میدان می‌سازد برابر است با:

$$\theta = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ \Rightarrow \Phi = BA\cos\theta = 0/16\times10\times10^{-4}\times\frac{1}{2} \Rightarrow \Phi = 0/8\times10^{-4}\ Wb$$



Scanned by CamScanner

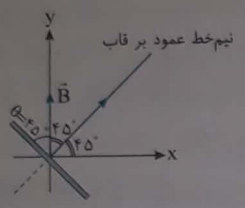
Ⓑ **۱۴۶- گزینه‌ی ۴** بزرگی میدان مغناطیسی برابر است با:

$$|\vec{B}|=\sqrt{B_x^2+B_y^2}=\sqrt{(0/3)^2+(0/4)^2}=0/5T$$

شار مغناطیسی گذرنده از سطح برابر است با:

$$\Phi=BA\cos\theta=\underbrace{B\cos\theta}_{B_y}A=B_yA=0/4\times2\times10^{-2}=8\times10^{-3}\,Wb$$

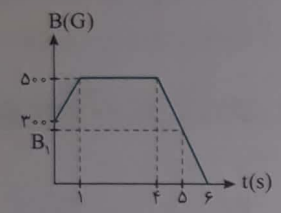
Ⓑ **۱۴۷- گزینه‌ی ۱** معادله نیم‌خط عمود بر سطح قاب به صورت $2y=2x\Rightarrow y=x$ است که خط $y=x$ نیمساز ربع اول و سوم می‌باشد. بنابراین با توجه به شکل زاویه بین نیم‌خط عمود بر سطح قاب و میدان 45° می‌باشد.



$$\Phi=BA\cos\theta=5\times10^{-2}\times20\times30\times10^{-4}\times\cos45^\circ$$

$$=15\sqrt{2}\times10^{-4}\,Wb=1/5\sqrt{2}\times10^{-3}\,Wb$$

Ⓑ **۱۴۸- گزینه‌ی ۱** در لحظه‌ی $t=5s$ میدان مغناطیسی را به کمک تشابه مثلث به‌دست می‌آوریم:



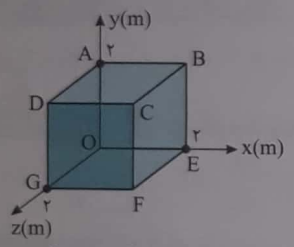
$$\frac{500}{B_1}=\frac{2}{1}\Rightarrow B_1=250\,G$$

بیشینه‌ی شار برابر است با:

$$\Phi_{max}=BA\Rightarrow\Phi_{max}=(250\times10^{-4})(\pi\times10^{-2})$$

$$\Rightarrow\Phi_{max}=2/5\pi\times10^{-4}\,Wb\Rightarrow\Phi_{max}=\frac{\pi}{4}\,mWb$$

Ⓐ **۱۴۹- گزینه‌ی ۴** میدان در امتداد محور yها است و وجه DGFC نیز در همین امتداد بوده و زاویه‌ی بین نیم‌خط عمود بر وجه DGFC و میدان B، 90° است، بنابراین شار گذرنده از این وجه صفر است.



Ⓑ **۱۵۰- گزینه‌ی ۳** زاویه‌ی بین نیم‌خط عمود بر سطح قاب و خط‌های میدان در حالت اول $\theta_1=90^\circ-30^\circ=60^\circ$ و در حالت دوم $\theta_2=90^\circ-(30^\circ+30^\circ)=30^\circ$ است. بنابراین تغییر شار برابر است با:

$$\Phi_2-\Phi_1=BA\cos\theta_2-BA\cos\theta_1\Rightarrow\Delta\Phi=BA(\cos\theta_2-\cos\theta_1)\Rightarrow\Delta\Phi=0/2\times0/15\times(\frac{\sqrt{3}}{2}-\frac{1}{2})$$

$$\Rightarrow\Delta\Phi=0/015\times(1/7-1)\Rightarrow\Delta\Phi=0/0105\,Wb$$

Ⓐ **۱۵۱- گزینه‌ی ۲** خطوط میدان بر سطح حلقه عمود است، بنابراین $\theta=0$ و $\cos\theta=1$ است، از این رو:

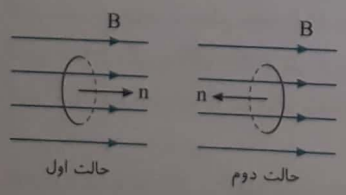
$$\Phi_2-\Phi_1=B_2A-B_1A\Rightarrow\Delta\Phi=(B_2-B_1)A\Rightarrow\Delta\Phi=400\times10^{-4}\times40\times10^{-4}\Rightarrow\Delta\Phi=1/6\times10^{-4}\,Wb$$

Ⓑ **۱۵۲- گزینه‌ی ۳** بنا بر تعریف شار مغناطیسی داریم:

$$\theta_1=0\Rightarrow\Phi_1=BA\cos0=BA$$

صفحه را دوران می‌دهیم $\Rightarrow\theta_2=180^\circ\Rightarrow\Phi_2=BA\cos180^\circ=-BA\Rightarrow|\Delta\Phi|=2BA$

نکته: هرگاه برای سطحی نیم‌خط عمود بر سطح مشخص گردد، با چرخش سطح، نیم‌خط نیز به همراه آن می‌چرخد. به همین علت در حالت اول $\theta=0$ و پس از چرخش $\theta=180^\circ$ شده است.



Ⓐ **۱۵۳- گزینه‌ی ۳** با چرخش 180° حلقه، نیم‌خط عمود بر حلقه نیز می‌چرخد و اگر در ابتدا زاویه‌ی بین نیم‌خط و خط‌های میدان $\theta_1=0$ باشد، پس از 180° چرخش، این زاویه $\theta_2=180^\circ$ خواهد بود، در این صورت:

$$\cos\theta_1=1\quad,\quad\cos\theta_2=-1$$

$$|\Phi_2-\Phi_1|=|BA\cos\theta_2-BA\cos\theta_1|=BA|\cos\theta_2-\cos\theta_1|$$

$$\Rightarrow|\Delta\Phi|=0/2\times50\times10^{-4}\times|-1-1|\Rightarrow\Delta\Phi=2\times10^{-3}\,Wb$$

Scanned by CamScanner

Ⓐ **۱۵۴- گزینه‌ی ۱** حلقه بر میدان عمود، $\theta=0$ و $\cos\theta=1$ است. در این صورت:

$$|\Phi_2-\Phi_1|=|B_2A\cos\theta-B_1A\cos\theta|\Rightarrow|\Delta\Phi|=|(\Delta B)A|\Rightarrow|\Delta\Phi|=(0/2+0/1)50\times10^{-4}=1/5\times10^{-3}\,Wb=1/5\,mWb$$

Ⓑ **۱۵۵- گزینه‌ی ۱** با دور شدن از سیم راست میدان کاهش می‌یابد. در هر ۴ حلقه سطح حلقه بر خطوط میدان عمود است و مساحت حلقه‌ها با هم برابر است، بنابراین با توجه به رابطه‌ی $\Phi=BA\cos\theta$ با کاهش B، شار گذرنده از حلقه‌ها کم خواهد شد، بنابراین شار گذرنده از قاب‌های (۲) و (۳) از شار گذرنده از دو قاب (۱) و (۴) کم‌تر است. در مورد قاب‌های (۱) و (۴)، قاب (۱) در جایی قرار دارد که میدان مغناطیسی عبوری از کل سطح آن از میدان مغناطیسی عبوری از سطح قاب‌های (۴) قوی‌تر است و $\Phi_1>\Phi_4$ است، با همین استدلال $\Phi_3>\Phi_2$ است و خواهیم داشت: $\Phi_2<\Phi_3<\Phi_4<\Phi_1$

Ⓐ **۱۵۶- گزینه‌ی ۴** آهنگ تغییر شار یعنی $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$، بنابراین یکای آهنگ تغییر شار، $\frac{\text{وبر}}{\text{ثانیه}}$ خواهد شد.

Ⓐ **۱۵۷- گزینه‌ی ۳** بنا بر قانون القای الکترومغناطیسی فاراده داریم:

$$\begin{cases} t_1=0 \quad , \quad \Phi_1=2Wb \\ t_2=1s \quad , \quad \Phi_2=3-2+2=3Wb \end{cases} \Rightarrow|\bar{\varepsilon}|=|-\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}|=\frac{3-2}{1-0}=1V$$

Ⓐ **۱۵۸- گزینه‌ی ۳** بنابر قانون القای فاراده می‌توان نوشت:

$$\bar{\varepsilon}=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\Rightarrow|\bar{\varepsilon}|=\frac{\Delta BA}{\Delta t}\Rightarrow|\bar{\varepsilon}|=\frac{|-0/06-0/04|\times2\times10^{-3}}{10^{-3}}\Rightarrow|\bar{\varepsilon}|=0/2V$$

Ⓐ **۱۵۹- گزینه‌ی ۳** قانون القای الکترومغناطیسی فاراده را می‌نویسیم:

$$\varepsilon=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=-N\frac{\Delta BA}{\Delta t}\Rightarrow|\varepsilon|=150\times10^{-2}\times(\frac{0/5}{3})\Rightarrow|\varepsilon|=0/25\,V$$

Ⓐ **۱۶۰- گزینه‌ی ۱** با توجه به قانون القای الکترومغناطیسی فاراده:

$$\varepsilon_A=-\frac{\Delta\Phi_A}{\Delta t}=-\frac{0-10^4}{1}=10^4 \quad , \quad \varepsilon_B=-\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}=-\frac{0-10^2}{10^{-3}}=10^5\Rightarrow\frac{\varepsilon_A}{\varepsilon_B}=\frac{1}{10}$$

Ⓐ **۱۶۱- گزینه‌ی ۲** آهنگ تغییر میدان مغناطیسی یعنی $\frac{\Delta B}{\Delta t}$، از این‌رو بنا بر قانون القای الکترومغناطیسی فاراده می‌توان نوشت:

$$\bar{\varepsilon}=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=-N\frac{\Delta B}{\Delta t}A\cos\theta$$

سطح سیملوله بر میدان عمود و $\cos\theta=1$ است.

ابتدا نیروی محرکه‌ی القایی را به کمک قانون اهم به‌دست می‌آوریم سپس مقدار به‌دست آمده را در رابطه‌ی بالا قرار می‌دهیم:

$$I=\frac{\varepsilon}{R}\Rightarrow\varepsilon=IR\Rightarrow\varepsilon=10^{-3}\times10\Rightarrow\varepsilon=10^{-2}V \quad , \quad 10^{-2}=|-500\times25\times10^{-4}\times\frac{\Delta B}{\Delta t}|\Rightarrow\frac{\Delta B}{\Delta t}=0/008\frac{T}{s}=8\frac{mT}{s}$$

Ⓐ **۱۶۲- گزینه‌ی ۲** نیروی محرکه‌ی القایی متوسط بنا بر رابطه‌ی القای الکترومغناطیسی فاراده برابر خواهد شد با:

$$\bar{\varepsilon}=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\Rightarrow\bar{\varepsilon}=-\frac{\Phi_2-\Phi_1}{\Delta t}\Rightarrow\bar{\varepsilon}=-\frac{B_2A\cos\theta-B_1A\cos\theta}{\Delta t}$$

$$\xrightarrow{\theta=0}\bar{\varepsilon}=-\frac{(B_2-B_1)A}{\Delta t}\Rightarrow\bar{\varepsilon}=-\frac{(-0/08)\times200\times10^{-4}}{0/02}\Rightarrow\bar{\varepsilon}=0/08V$$

Ⓐ **۱۶۳- گزینه‌ی ۲** هر گاه شار عبوری از حلقه $\Phi=BA\cos\theta$ تغییر کند، درون حلقه نیروی محرکه القا می‌شود.

گزاره الف) مساحت سطح حلقه (A) تغییر کرده، پس شار عبوری از آن تغییر می‌کند و نیروی محرکه القا می‌شود.

گزاره ب) بزرگی میدان (B) تغییر کرده، پس شار عبوری از حلقه تغییر می‌کند و نیروی محرکه القا می‌شود.

گزاره پ) چون میدان B در تمام صفحه وجود دارد با حرکت حلقه در جهت x شار عبوری از حلقه تغییر نمی‌کند و نیروی محرکه‌ی القایی به‌وجود نمی‌آید.

گزاره‌ی ت) با چرخاندن حلقه حول محور x یا y زاویه خط عمود بر سطح حلقه و خطوط میدان (θ) تغییر می‌کند، پس شار عبوری از حلقه تغییر کرده و نیروی محرکه القا می‌شود.

Scanned by CamScanner

Ⓐ **۱۶۴- گزینه‌ی ۴** حلقه از چپ به راست در میدان در حرکت است. میدان یکنواخت بوده و تغییر نمی‌کند. مساحت حلقه نیز ثابت بوده و زاویه‌ی بین نیم‌خط عمود بر حلقه و خطوط میدان نیز تغییر نمی‌کند. بنابراین تغییر شاری وجود ندارد و نیروی محرکه‌ی القایی صفر است.

Ⓐ **۱۶۵- گزینه‌ی ۱** تندی حرکت قاب $۱\frac{m}{s}$ و طول ضلع آن ۵۰cm است، بنابراین در مدت $t=\frac{۰/۵}{۱}=۰/۵\,s$ در میدان قرار می‌گیرد.

از این رو:

$$\bar{\varepsilon}=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\Rightarrow\bar{\varepsilon}=\frac{\Delta BA}{\Delta t}\Rightarrow\bar{\varepsilon}=\frac{۰/۲۵\times۰/۲}{۰/۵}\Rightarrow\bar{\varepsilon}=۰/۱V=۱۰۰mV$$

Ⓐ **۱۶۶- گزینه‌ی ۳** ابتدا زمانی که طول می‌کشد تا ۳۰cm از قاب وارد میدان شود را به‌دست می‌آوریم:

$$t=\frac{x}{v}=\frac{۰/۳}{۳}\Rightarrow t=۰/۱\,s$$

شار مغناطیسی عبوری از سیم‌پیچ قبل از ورود به میدان برابر صفر بوده $(\Phi_۱=۰)$ و پس از آن‌که به اندازه‌ی ۳۰cm از قاب، وارد میدان می‌شود، شار مغناطیسی برابر خواهد شد با:

$$\Phi_۲=BA=۰/۵\times(۰/۳\times۰/۴)=۰/۰۶Wb$$

نیروی محرکه‌ی القایی برابر است با:

$$|\varepsilon|=|-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}|=۲۰\times\frac{۰/۰۶}{۰/۱}\Rightarrow\varepsilon=۱۲V$$

Ⓐ **۱۶۷- گزینه‌ی ۴** ابتدا نیروی محرکه‌ی القایی را به‌دست می‌آوریم:

$$\bar{\varepsilon}=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\Rightarrow\bar{\varepsilon}=-NA\frac{\Delta B}{\Delta t}\Rightarrow|\bar{\varepsilon}|=۱۰۰۰\times۵۰\times۱۰^{-۴}\times۰/۰۱۶\Rightarrow|\bar{\varepsilon}|=۰/۰۸\,V$$

جریان القایی را حساب می‌کنیم:

$$I=\frac{\varepsilon}{R}=\frac{۰/۰۸}{۲۰}\Rightarrow I=۴\times۱۰^{-۳}A=۴\,mA$$

Ⓐ **۱۶۸- گزینه‌ی ۲** ابتدا نیروی محرکه‌ی القایی را به‌دست می‌آوریم و سپس جریان القایی را حساب می‌کنیم:

$$\varepsilon=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\Rightarrow\varepsilon=-NA\frac{\Delta B}{\Delta t}\Rightarrow|\varepsilon|=۵۰\times۱۰^{-۲}\times۰/۲\Rightarrow|\varepsilon|=۰/۱\,V\quad,\quad I=\frac{\varepsilon}{R}\Rightarrow I=\frac{۰/۱}{۲}\Rightarrow I=\frac{۱}{۲۰}A=۵۰\,mA$$

Ⓐ **۱۶۹- گزینه‌ی ۱** نیروی محرکه‌ی القایی را به کمک قانون القای فاراده حساب می‌کنیم و سپس جریان القایی را به‌دست می‌آوریم:

$$\varepsilon=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=-NA\frac{\Delta B}{\Delta t}\Rightarrow|\varepsilon|=۲۰۰\times۰/۴\times۵۰۰\times۱۰^{-۴}\Rightarrow|\varepsilon|=۴V\quad,\quad I=\frac{\varepsilon}{R}\Rightarrow I=\frac{۴}{۵۰}\Rightarrow I=۰/۰۸\,A$$

Ⓑ **۱۷۰- گزینه‌ی ۳** ابتدا نیروی محرکه‌ی القا شده در حلقه را به‌دست می‌آوریم:

$$V=IR=۰/۲\times۰/۳\xrightarrow{V=\varepsilon}\varepsilon=۰/۰۶$$

بنا بر قانون القای الکترومغناطیسی فاراده:

$$\varepsilon=|-\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}|\Rightarrow\varepsilon=|-A\frac{\Delta B}{\Delta t}|\xrightarrow{A=\pi R^۲}۰/۰۶=۳\times۰/۰۱\times\frac{\Delta B}{\Delta t}\Rightarrow\frac{\Delta B}{\Delta t}=۲\frac{T}{s}$$

Ⓑ **۱۷۱- گزینه‌ی ۱** میدان مغناطیسی از ۰/۸T درونسو به ۱/۸T برونسو تغییر می‌کند، بنابراین:

$$|\Delta B|=|۰/۸-(-۱/۸)|=۲/۶T$$

نیروی محرکه القایی در این پیچه برابر خواهد شد با:

$$|\bar{\varepsilon}|=|-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}|=|-N\frac{\Delta BA}{\Delta t}|=|-N\frac{۴۰۰\times۱۰^{-۴}\times۲/۶}{۲}|=۵/۲\times۱۰^{-۲}\times N$$

مقاومت کل پیچه برابر مجموع مقاومت‌های هر دور از سیم است:

$$R_{کل}=NR_{هر\,پیچه}=N\times۰/۰۵$$

طبق قانون اهم: $\bar{I}=\frac{\bar{\varepsilon}}{R_{کل}}$

$$\bar{I}=\frac{\bar{\varepsilon}}{R_{کل}}=\frac{۵/۲\times۱۰^{-۲}\times N}{N\times۰/۰۵}=۱/۰۴A$$

Scanned by CamScanner

Ⓑ **۱۷۲- گزینه‌ی ۴** از ترکیب قانون القای الکترومغناطیسی فاراده و قانون اهم خواهیم داشت:

$$\begin{cases}|\varepsilon|=|-N\dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t}|\\ I=\dfrac{|\varepsilon|}{R}\end{cases}\Rightarrow I=N|\frac{\Delta\Phi}{R\Delta t}|\Rightarrow I\Delta t=\frac{N}{R}|\Delta\Phi|\xrightarrow{\Delta q=I\Delta t}\Delta q=\frac{N}{R}|\Delta\Phi|\Rightarrow \text{کولن}=\frac{\text{وبر}}{\text{اهم}}$$

Ⓐ **۱۷۳- گزینه‌ی ۱** با توجه به قانون اهم و قانون القای الکترومغناطیسی فاراده می‌توان نوشت:

$$I=\frac{|\varepsilon|}{R}\Rightarrow I=\frac{|-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}|}{R}\Rightarrow \Delta q=N|\frac{\Delta\Phi}{R}|\Rightarrow \Delta q=100\times\frac{4}{5}\Rightarrow \Delta q=80\,C$$

Ⓐ **۱۷۴- گزینه‌ی ۲** از ترکیب قانون اهم و قانون القای الکترومغناطیسی فاراده خواهیم داشت:

$$I=\frac{\varepsilon}{R}\Rightarrow I=\frac{|-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}|}{R}\Rightarrow I\Delta t=N\frac{|\Delta\Phi|}{R}\Rightarrow \Delta q=N\frac{|\Delta\Phi|}{R}$$

بنابراین ابتدا تغییر شار مغناطیسی را به‌دست می‌آوریم:

$$|\Phi_2-\Phi_1|=|BA\cos\theta_2-BA\cos\theta_1|\Rightarrow|\Delta\Phi|=BA|\cos\theta_2-\cos\theta_1|\Rightarrow \Delta\Phi=500\times10^{-4}\times50\times10^{-4}|\cos180^\circ-\cos0^\circ|$$

$$\Rightarrow \Delta\Phi=2/5\times10^{-4}\times|-1-1|\Rightarrow \Delta\Phi=5\times10^{-4}\,Wb$$

بار الکتریکی گذرنده را حساب می‌کنیم:

$$\Delta q=N\frac{|\Delta\Phi|}{R}\Rightarrow \Delta q=100\times\frac{5\times10^{-4}}{2}\Rightarrow \Delta q=250\times10^{-4}\,C\Rightarrow \Delta q=25\,mC$$

Ⓑ **۱۷۵- گزینه‌ی ۱**

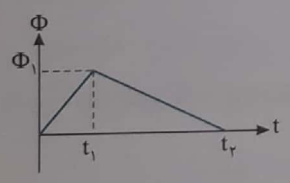
$$\Delta q=N\frac{|\Delta\Phi|}{R}\Rightarrow 8\times10^{-3}=50\frac{\Delta\Phi}{5}\Rightarrow \Delta\Phi=8\times10^{-4}\,Wb$$

$$\Delta\Phi=\Phi_2-\Phi_1\Rightarrow|\Delta\Phi|=|BA\cos\theta_2-BA\cos\theta_1|\Rightarrow|\Delta\Phi|=BA|\cos\theta_2-\cos\theta_1|$$

$$\Rightarrow 8\times10^{-4}=1/6\times10^{-3}\times|\cos\theta_2-1|\Rightarrow 8\times10^{-4}=16\times10^{-4}|\cos\theta_2-1|\Rightarrow\frac{1}{2}=|\cos\theta_2-1|\Rightarrow\cos\theta_2=\frac{1}{2}\Rightarrow\theta_2=60^\circ$$

قاب باید $|\theta_2-\theta_1|=60^\circ$ بچرخد.

Ⓐ **۱۷۶- گزینه‌ی ۳** در بازه‌ی ۰ تا t_1 شار به صورت خطی افزایش می‌یابد و نیروی محرکه‌ی القایی متوسط خواهد شد:



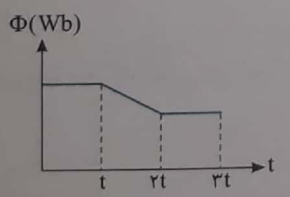
$$\bar{\varepsilon}_1=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\Rightarrow\bar{\varepsilon}=-N(\frac{\Phi_1-0}{t_1-0})=-N(\frac{\Phi_1}{t_1-0})<0$$

در بازه‌ی t_1 تا t_2 شار به صورت خطی کاهش می‌یابد و نیرو محرکه‌ی القایی متوسط خواهد شد.

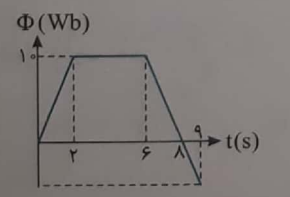
$$\bar{\varepsilon}=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\Rightarrow\bar{\varepsilon}=-N(\frac{0-\Phi_1}{t_2-t_1})=\frac{N\Phi_1}{t_2-t_1}>0$$

به شکل دقت کنید $t_2-t_1>t_1-0$ است، پس $|\varepsilon_2|<|\varepsilon_1|$ باید باشد بنابراین گزینه‌ی ۳ درست است.

Ⓐ **۱۷۷- گزینه‌ی ۳** در بازه‌ی ۰ تا t و ۲t تا ۳t، شار ثابت است و نیروی محرکه‌ی القایی صفر است. در بازه‌ی t تا ۲t شار به‌طور خطی کاهش می‌یابد، پس شیب خط شار - زمان ثابت و منفی است، بنابراین نیروی محرکه‌ی القایی متوسط مثبت است و گزینه‌ی (۳) درست است.



Ⓑ **۱۷۸- گزینه‌ی ۴** نیروی محرکه‌ی القایی در بازه‌ی ۶ تا ۹ ثانیه برابر نیروی محرکه‌ی القایی در بازه‌ی ۶ تا ۸ ثانیه است. از این‌رو:



$$|\bar{\varepsilon}|=|-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}|\Rightarrow|\bar{\varepsilon}|=\frac{|0-10|}{8-6}=5\,V\xrightarrow{I=\frac{\varepsilon}{R}}I=\frac{5}{10}=0/5A$$

Scanned by CamScanner

۱۷۹- گزینه‌ی ۲ (B) نمودار $\Phi-t$ نمودار سهمی می‌باشد، پس تابع Φ بر حسب t به صورت تابع درجه دوم می‌باشد.

$$\Phi(t)=at^{۲}+bt+c$$

حال با توجه به نقاط داده شده در نمودار، a، b و c را به‌دست می‌آوریم:

$$\Phi(۰)=۵\Rightarrow a(۰)^{۲}+b(۰)+c=۵\Rightarrow c=۵ \qquad (۱)$$

$$\Phi(۱)=۸\Rightarrow a(۱)^{۲}+b(۱)+c=۸\Rightarrow a+b+c=۸\xrightarrow{(۱)}a+b=۳$$

$$\Phi(۲)=۱۳\Rightarrow a(۲)^{۲}+b(۲)+c=۱۳\Rightarrow ۴a+۲b+c=۱۳\xrightarrow{(۱)}۴a+۲b=۸$$

$$\Rightarrow\begin{cases}a+b=۳\\ ۲a+b=۴\end{cases}\Rightarrow a=۱,\ b=۲$$

بنابراین معادله‌ی شار بر حسب زمان به صورت مقابل خواهد شد.

$$\Phi(t)=at^{۲}+bt+c=t^{۲}+۲t+۵$$

نیرو محرکه‌ی القایی متوسط در دو ثانیه دوم ($t=۲s$ تا $t=۴s$) را محاسبه می‌کنیم:

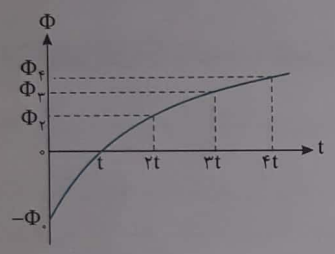
$$\Phi(۲)\xrightarrow{\text{با توجه به نمودار}}۱۳Wb$$

$$\Phi(۴)=(۴)^{۲}+۲(۴)+۵=۲۹Wb$$

$$\bar{\varepsilon}=N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=N\frac{\Phi(۴)-\Phi(۲)}{۴-۲}=۱\times\frac{۲۹-۱۳}{۲}=۸V$$

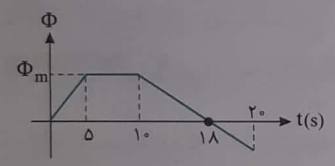
۱۸۰- گزینه‌ی ۳ (B) با توجه به بازه‌های زمانی گزینه‌ها، نمودار شار - زمان را کامل می‌کنیم. با توجه به شکل در بازه‌ی زمانی ۰ تا t نیروی محرکه‌ی القایی متوسط از بقیه بازه‌ها بیش‌تر است.

$$۰\to t:|\bar{\varepsilon}|=|-\frac{۰-(-\Phi_{۰})}{t}|$$



۱۸۱- گزینه‌ی ۱ (B) با توجه به شیب نمودار در هر بازه، می‌توان بازه‌ی دارای بیشینه نیروی محرکه القایی را مشخص کرد:

$$|\bar{\varepsilon}|=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$



در بازه‌ی صفر تا ۵ ثانیه شیب نمودار برابر است با: $\frac{\Phi_m}{۵}$ و از بقیه‌ی بازه‌ها بیش‌تر است.

۱۸۲- گزینه‌ی ۴ (B) نیروی محرکه‌ی القایی منفی شیب نمودار شار-زمان است. کافی است شیب را در بازه‌ی ۱۰ تا ۱۶ ثانیه به‌دست آوریم:

$$\bar{\varepsilon}=-\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\Rightarrow\varepsilon=-\frac{۰-۰/۰۶}{۱۶-۱۰}\Rightarrow\varepsilon=۱۰^{-۲}V=۱۰mV$$

نیروی محرکه‌ی القایی در بازه ۱۰s تا ۲۰s نیز برابر ۱۰mV است. (شیب نمودار تغییر نکرده است.)

۱۸۳- گزینه‌ی ۳ (A) ابتدا جریان متوسط عبوری از پیچه را محاسبه می‌کنیم:

$$\bar{I}=\frac{\bar{\varepsilon}}{R}=-\frac{N}{R}\times\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

جریان متوسط برابر بار گذرنده در واحد زمان است.

$$\bar{I}=\frac{\Delta q}{\Delta t}=|-\frac{N}{R}\times\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}|\Rightarrow\Delta q=|\frac{-N\Delta\Phi}{R}|\xrightarrow[t=۴s\ \ \Phi=۸Wb]{t=۱s\ \ \Phi=۴Wb}\Delta q=|\frac{-۵۰\times(۸-۴)}{۱۰}|\Rightarrow\Delta q=۲۰C$$

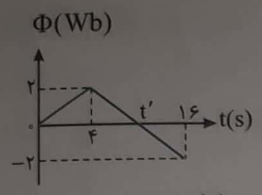
بنابراین ۲۰C بار منتقل می‌شود.

۱۸۴- گزینه‌ی ۳ (A) نیروی محرکه‌ی القایی متوسط برابر شیب نمودار شار - زمان است. از این رو از هر بازه‌ی زمانی که شیب نمودار را به‌دست می‌آوریم در واقع نیروی محرکه‌ی القایی متوسط را به‌دست آورده‌ایم. بنابراین شیب خط را در بازه‌ی $t_{۱}=۱s$ تا $t_{۲}=۳s$ حساب می‌کنیم.

$$|\bar{\varepsilon}|=|-\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}|=|-\frac{\Phi_{۲}-\Phi_{۱}}{t_{۲}-t_{۱}}|$$

$$\bar{\varepsilon}=|-\frac{۰-۲}{۳-۱}|=۱V$$

Scanned by CamScanner



Ⓑ **۱۸۵- گزینه‌ی ۴** برای یک حلقه بزرگی نیروی محرکه‌ی القایی برابر شیب نمودار شار- زمان است. کافی است شیب نمودار در لحظه‌ی t' یعنی شیب نمودار در بازه‌ی زمانی ۴s تا ۱۶s را حساب کنیم.

$$\varepsilon=-\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\Rightarrow\varepsilon=-\frac{-۲-۲}{۱۶-۴}\Rightarrow\varepsilon=\frac{۱}{۳}V$$

Ⓑ **۱۸۶- گزینه‌ی ۲** جریان القایی با توجه به قانون اهم برابر $I=\frac{\varepsilon}{R}$ است و بنا بر قانون القای الکترومغناطیسی فاراده، نیروی محرکه‌ی القایی برابر $\varepsilon=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ می‌باشد. از طرفی بر خطوط میدان عمود بوده، $\theta=۰$ و $\cos\theta=۱$ است و $\Phi=BA$ خواهد شد. سطح حلقه ثابت است و تغییرات شار ناشی از تغییرات میدان است:

$$I=\frac{\varepsilon}{R}=-\frac{۱}{R}\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\Rightarrow I=-\frac{۱}{R}A\frac{\Delta B}{\Delta t}$$

$\frac{\Delta B}{\Delta t}$، شیب نمودار است بنابراین شیب را از هر محدوده‌ای به‌دست آوریم یکسان است، از این رو به جای بازه‌ی $t=۰/۱s$ تا $t=۰/۲s$ از بازه‌ی $t=۰$ تا $t=۰/۳s$ استفاده می‌کنیم:

$$I=\frac{۱}{۵}\times[۳\times(۰/۱)^۲]\times(\frac{۰-۰/۰۴}{۰/۳-۰})\Rightarrow I=۸\times۱۰^{-۴}A\Rightarrow I=۰/۸mA$$

Ⓐ **۱۸۷- گزینه‌ی ۱** با توجه به قانون القای الکترومغناطیسی فاراده:

$$۰\text{ تا }۰/۱s:\varepsilon=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=-N\frac{\Delta BA}{\Delta t}\Rightarrow\varepsilon_۱=-۱\times\frac{۰/۵}{۰/۱}\times\pi(۰/۱)^۲\Rightarrow\varepsilon_۱=-۰/۱۵V$$

$$۰/۱s\text{ تا }۰/۲s:\varepsilon_۲=۰$$

$$۰/۲\text{ تا }۰/۳s:\varepsilon_۳=۱\times\frac{۰/۵}{۰/۱}\times\pi(۰/۱)^۲=+۰/۱۵V$$

بنابراین گزینه‌ی (۱) درست است.

Ⓑ **۱۸۸- گزینه‌ی ۲** نیروی محرکه‌ی القایی متوسط یک حلقه خواهد شد:

$$\bar{\varepsilon}=-\frac{\Phi_۲-\Phi_۱}{t_۲-t_۱}$$

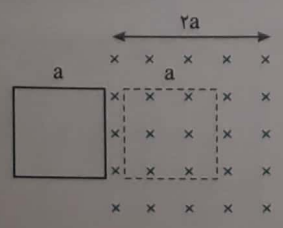
در واقع نیروی محرکه القایی متوسط منفی شیب نمودار شار - زمان است.

در بازه ۰ تا $t_۱$ نیروی محرکه‌ی القایی متوسط مقدار ثابتی است و مقدار آن مثبت است بنابراین شیب نمودار شار - زمان ثابت و منفی است.

در بازه‌ی $t_۱$ تا $t_۲$ نیروی محرکه‌ی القایی متوسط ثابتی است و مقدار آن منفی است، بنابراین شیب نمودار شار - زمان مثبت است.

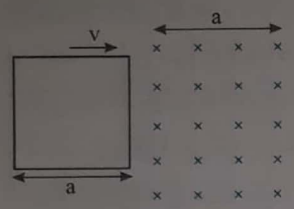
البته در بازه‌ی $t_۱$ تا $t_۲$ چون قدر مطلق نیروی محرکه‌ی القایی از قدر مطلق نیروی محرکه‌ی القایی در بازه‌ی ۰ تا $t_۱$ کم‌تر است، شیب نمودار شار - زمان آن کم‌تر است و گزینه‌ی ۲ می‌تواند پاسخ صحیح باشد. با توجه به فرض مسأله گزینه ۳ و ۴ که در لحظه $t=۰$ در آن‌ها Φ صفر نیست، نادرست هستند.

Ⓑ **۱۸۹- گزینه‌ی ۳** در بازه‌ی ۰ تا $t_۱$ جریان القایی و در نتیجه نیروی محرکه‌ی القایی ثابت و مثبت است، بنابراین نمودار شار - زمان در این بازه خط راست مایل با شیب منفی است. در بازه‌ی $t_۱$ تا $t_۲$ جریان القایی صفر است بنابراین نیروی محرکه‌ی القایی و تغییر شار صفر است یعنی در این بازه نمودار شار - زمان خط راست افقی است. در بازه‌ی $t_۲$ تا $t_۳$ جریان القایی ثابت و مثبت است بنابراین نمودار شار - زمان در این بازه نیز خط راست مایل با شیب منفی است. البته در این بازه اندازه‌ی شیب نمودار $\Phi-t$ از اندازه‌ی شیب نمودار $\Phi-t$ در بازه‌ی ۰ تا $t_۱$ کمتر است. بنابراین گزینه‌ی (۳) درست است.

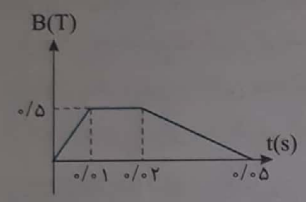


Ⓑ **۱۹۰- گزینه‌ی ۲** هنگام ورود تا لحظه‌ای که قاب به طور کامل وارد میدان می‌شود، شار مغناطیسی در حال افزایش است. چون آهنگ تغییر شار یکنواخت است، نیروی محرکه‌ی القایی ثابت و منفی است (از صفر تا t). در بازه‌ای که تمام قاب در میدان قرار دارد و در حرکت است، شار مغناطیسی تغییر نمی‌کند و نیروی محرکه‌ی القایی صفر است (از t تا ۲t). هنگام خروج، شار مغناطیسی در حال کاهش و نیروی محرکه‌ی القایی ثابت و مثبتی ایجاد می‌شود.

Scanned by CamScanner



۱۹۱- گزینه‌ی ۲ (B) بـه پهنای میدان و طول ضلع قاب دقت کنید. قاب پس از t ثانیه به طور کامل در میدان قرار می‌گیرد، اما بلافاصله شـروع به بیرون رفتن از میدان کرده و در بازه‌ی t تا ۲t از میدان خارج می‌شـود. در این صورت ابتدا (از صفر تا t) شـار مغناطیسـی به طور یکنواخت در حال افزایش و سپس از (t تا ۲t) شار مغناطیسی به طور یکنواخت در حال کاهش است. از این رو نیروی محرکه‌ی القایی در دو بازه‌ی زمانی صفر تا t و t تا ۲t ثابت، اما در این دو بازه، علامت نیروی محرکه‌ی القایی مخالف هم است.



۱۹۲- گزینه‌ی ۴ (B) با توجه به نمودار، میدان مغناطیسـی بر حسـب زمـان در بازه‌ی صفر تا ۰/۰۱s تغییر می‌کند، پس برای شار مغناطیسی داریم: $\Phi = B(t)\times A$

حال با توجه به رابطه‌ی نیرو محرکه و شار مغناطیسی داریم:

$$\varepsilon = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -1\times\frac{\Delta B}{\Delta t}\times A = -1\times\frac{\Delta B}{\Delta t}\times(\pi r^2)$$

چون نمودار از صفر تا ۰/۰۱s خطی است، پس $\frac{\Delta B}{\Delta t}$ در نمودار برابر شیب خط در بازه‌ی صفر تا ۰/۰۱s است:

$$\frac{\Delta B}{\Delta t} = \frac{B_2 - B_1}{t} = \frac{0/5}{0/01} = 50\frac{T}{s}$$

$$\varepsilon = 50\times(-\pi)\times(0/1)^2 = -1/5V \Rightarrow |\varepsilon| = 1/5V$$

آهنگ تولید انرژی گرمایی یا همان توان برای مقاومت 5Ω در این بازه برابر است با: $P = \frac{\varepsilon^2}{R} = \frac{(1/5)^2}{5} = \frac{2/25}{5} = 0/45W$

در بازه‌ی ۰/۰۱ تا ۰/۰۲ چون میدان تغییر نمی‌کند، در این صورت نیروی محرکه‌ای ایجاد نشده، پس انرژی گرمایی هم در این بازه تولید نمی‌شود. در بازه‌ی ۰/۰۲ تا ۰/۰۵ ثانیه نیز مانند حالت اول ابتدا تغییرات میدان مغناطیسی بر حسب زمان را به‌دست می‌آوریم و چون نمودار خطی است، این تغییرات برابر شیب خط نمودار است:

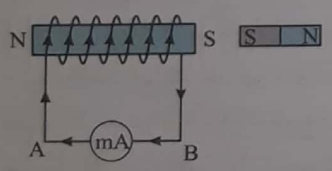
$$\frac{\Delta B}{\Delta t} = \frac{B_2 - B_1}{t_2 - t_1} = \frac{0 - 0/5}{0/03} = -\frac{50}{3}\frac{T}{s}$$

$$\varepsilon = -NA\frac{\Delta B}{\Delta t} = -1\times(\pi r^2)\times(-\frac{50}{3}) = 3\times10^{-2}\times\frac{50}{3} = 0/5V$$

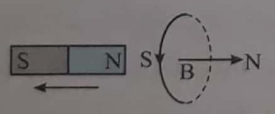
پس توان ایجاد شده (آهنگ تولید انرژی گرمایی) در این بازه برابر است با: $P = \frac{\varepsilon^2}{R} = \frac{0/5\times0/5}{5} = 0/05W$

۱۹۳- گزینه‌ی ۳ (A) گزاره‌ی (الف) نادرست است. طبق قانون لنز جهت جریان القایی به گونه‌ای است که با **تغییرات** شار مخالفت کند نه خود شار عبوری.

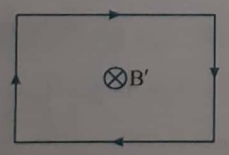
علامت منفی در قانون الکترومغناطیسی فاراده $\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ بیانگر قانون لنز است، بنابراین گزاره‌ی (ب) درست است.



۱۹۴- گزینه‌ی ۲ (A) بنابر قانون لنز، هنگام نزدیک شـدن آهن‌ربا، سمتی از سیملوله که نزدیک آهن‌ربا اسـت، قطب هم‌نام با قطب آهن‌ربا شـده تا با نزدیک شدن آهن‌ربا مخالفت کند. در این صورت با توجه به قاعده‌ی دسـت راست، سـوی جریان در سیملوله مطابق شکل روبه‌رو خواهد شد و جریان القایی در میلی‌آمپرسنج از B به A بوده و تغییر جهت نیز نمی‌دهد.



۱۹۵- گزینه‌ی ۴ (A) با دور کردن آهن‌ربا از حلقه باید سمتی از حلقه که به طرف آهن‌ربا است بنا بر قانون لنز، قطب ناهمنام با آهن‌ربا باشـد. طبق این مطلب و قاعده‌ی دسـت راست برای میدان مغناطیسی حلقه، با توجه به گزینه‌های داده شده گزینه‌ی (۴) درست است.



۱۹۶- گزینه‌ی ۳ (B) جهـت جریان القایی در قاب سـاعتگرد و میدان حاصل از آن طبق قاعده دسـت راسـت درونسـو اسـت، پس می‌توان نتیجه گرفت که عامل ایجـاد آن، یک میدان مغناطیسـی درونسـوی در حال کاهش و یا یک میدان مغناطیسی برونسوی در حال افزایش است. بنابراین گزاره‌های (الف) و (پ) درست هستند و گزاره‌ی (ت) نادرست است.

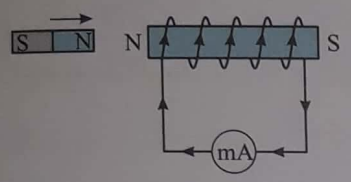
گزاره‌ی (ب): اگر میدان ثابت باشد، شار عبوری از حلقه ثابت است و هیچ جریانی درون قاب القا نمی‌شود و گزاره‌ی (ب) در مورد شکل نادرست است.

Scanned by CamScanner

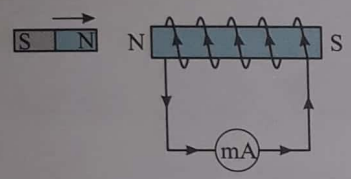
Ⓑ **۱۹۷- گزینه‌ی ۱** هر یک از لوله‌ها نقش یک حلقه را دارند که با عبور آهن‌ربا از آن، با تولید جریان القایی به آهن‌ربا نیرویی وارد می‌کنند که این جریان طبق قانون لنز با عامل تغییر شار یعنی حرکت و سقوط آهن‌ربا مخالف است. پس در طول مسیر آهن‌ربا، نیرویی مخالف وزن به آن وارد می‌شود که شتاب حرکت آن را کم می‌کند. ولی در مورد آهن معمولی چون پدیده‌ی القا رخ نمی‌دهد، با شتاب g سقوط می‌کند و بنابراین سرعت آهن‌ربا نسبت به آهن کم‌تر است.

Ⓑ **۱۹۸- گزینه‌ی ۳** حلقه‌های (۱) و (۲) چون از آهن‌ربا رد می‌شوند، هنگام گذر از آهن‌ربا در حلقه‌ها بنابر قانون القای الکترومغناطیسی فاراده جریان القایی به‌وجود می‌آید که بنابر قانون لنز با عامل به‌وجود آورنده‌اش که حرکت حلقه‌هاست مخالفت می‌کند در نتیجه سرعت سقوط آن‌ها کم‌تر می‌شود و به دلیل مشابه بودن آهن‌رباها زمان سقوط حلقه‌های ۱ و ۲ با هم برابر است، اما در مورد حلقه‌ی ۳ چون یک میله‌ی آهنی هنگام سقوط، از میان آن می‌گذرد، پس این نیروی مخالف حرکت در آن وجود ندارد و این حلقه سریع‌تر از دو حلقه‌ی دیگر سقوط می‌کند بنابراین $t_1 = t_2 < t_3$.

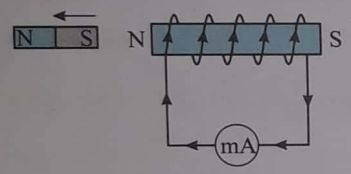
Ⓐ **۱۹۹- گزینه‌ی ۲** در گزینه‌ی (۱) آهن‌ربا در حال نزدیک شدن به سیملوله بوده و جریان القایی در آن بنا به قانون لنز مطابق شکل روبه‌رو است و گزینه‌ی (۱) نادرست است.



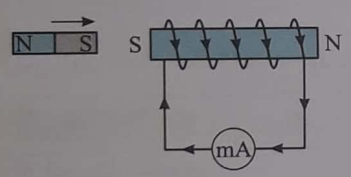
در گزینه‌ی (۲) جهت جریان بنا به قانون لنز مطابق شکل روبه‌رو بوده و این گزینه درست است.



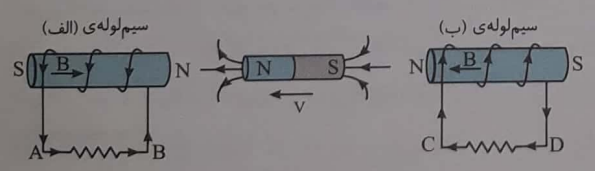
جریان القایی در مدار گزینه‌ی (۳) با توجه به دور شدن آهن‌ربا و مخالفت میدان مغناطیسی القایی با دور شدن آهن‌ربا (بنا به قانون لنز) مطابق شکل باید باشد و گزینه‌ی (۳) نادرست است.



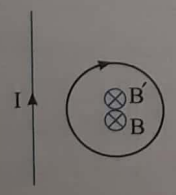
سوی جریان القایی در گزینه‌ی (۴) با توجه به حرکت آهن‌ربا نسبت به سیملوله و بنابر قانون لنز در آمپرسنج باید از راست به چپ باشد، بنابراین گزینه‌ی (۴) نیز نادرست است.



Ⓑ **۲۰۰- گزینه‌ی ۱** هنگامی که آهن‌ربا به سمت چپ می‌رود باعث تغییر شار در سیملوله‌ها می‌شود. بنا بر قانون لنز، جریان القایی در سیملوله‌ها با ایجاد اثرات مغناطیسی با عامل تغییر شار یعنی حرکت آهن‌ربا به سمت چپ مخالفت می‌کند. در این صورت سمت راست سیملوله‌ی (الف) قطب N شده تا با نزدیک شدن آهن‌ربا مخالفت کند و سمت چپ سیملوله‌ی (ب) قطب N شده تا قطب S آهن‌ربا را برباید و با دور شدن آهن‌ربا مخالفت کند. اکنون به کمک قاعده‌ی دست راست برای میدان مغناطیسی سیملوله، سوی جریان در هر سیملوله را مشخص می‌کنیم. در مدار (الف) جریان در مقاومت AB از A به B و در مدار (ب) جریان در مقاومت CD از D به C خواهد بود.



Ⓐ **۲۰۱- گزینه‌ی ۱** جریان القایی ساعتگرد شده است، بنابراین میدان مغناطیسی B و میدان مغناطیسی القایی B′ هم‌جهت هستند و این یعنی شار در حال کاهش بوده است، در این صورت حلقه در حال دور شدن از سیم حامل جریان و یا این‌که جریان سیم در حال کاهش بوده است.

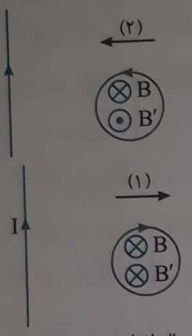


Scanned by CamScanner

۲۰۲- گزینه‌ی ۳ (B) گزاره (الف): اگر حلقه در جهت (۳) حرکت کند اندازه میدان درون حلقه تغییر نمی‌کند و شار تغییر نمی‌کند و جریان القایی به‌وجود نمی‌آید و میدانی درون حلقه القا نمی‌شود. بنابراین این گزاره درست است.

گزاره (ب): اگر حلقه در جهت (۴) نیز حرکت کند اندازه میدان درون حلقه تغییر نمی‌کند و شار تغییر نمی‌کند و جریان القایی به‌وجود نمی‌آید و میدانی درون حلقه القا نمی‌شود، پس جریانی از حلقه عبور نکرده و این گزاره نادرست است.

گزاره (پ): اگر حلقه در جهت (۲) حرکت کند، اندازه میدان در حال افزایش است بنابراین میدان القایی خلاف جهت میدان حاصل از سیم راست خواهد شد، پس میدان القایی برونسو می‌شود و طبق قاعده دست راست جریان القایی پادساعتگرد خواهد بود، پس این گزاره درست است.

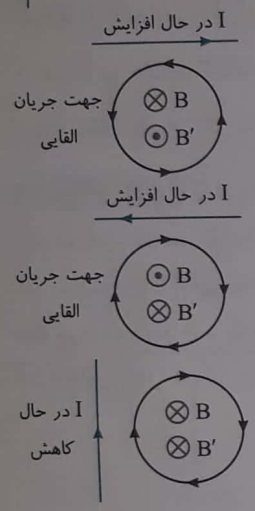


گزاره (ت): اگر حلقه در جهت (۱) حرکت کند اندازه میدان کاهش می‌یابد، بنابراین جهت میدان القایی هم‌جهت میدان سیم راست می‌شود و درونسو است، بنابراین این گزاره درست است.

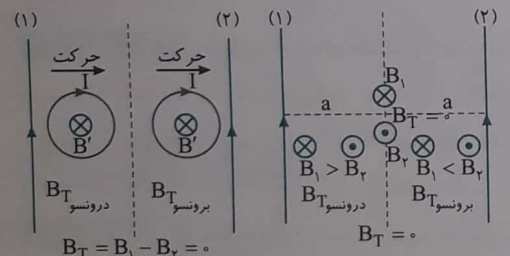
۲۰۳- گزینه‌ی ۴ (A) در شکل (۱) میدان سیم I در محل حلقه درونسو و در حال افزایش است. از این رو میدان مغناطیسی القایی B′ باید برون‌سو باشد تا بنابر قانون لنز با افزاش شار مخالفت کند. در این صورت جریان القایی پادساعتگرد می‌شود و گزینه‌ی (۲) نادرست است.

در شکل (۲) جهت میدان سیم در محل حلقه برونسو است، جریان و میدان سیم در حال افزایش است. از این رو بنابر قانون لنز باید جهت میدان مغناطیسی القایی (B′) درونسو باشد تا با افزایش شار مخالفت کند، بنابراین با توجه به قاعده‌ی دست راست، جهت جریان القایی ساعتگرد است و گزینه‌ی (۱) و (۳) نادرست است.

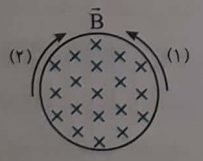
با توجه به این توضیحات جهت جریان در شکل (۳) درست است.



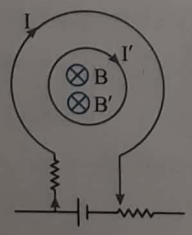
۲۰۴- گزینه‌ی ۲ (C) با توجه به یکسان بودن جریان سیم‌ها، میدان مغناطیسی خالص در وسط دو سیم صفر است. از این رو وقتی حلقه به سیم (۱) نزدیک است میدان سیم (۱) که درونسو است بزرگ‌تر بوده و میدان خالص درونسو است. با حرکت حلقه به سوی وسط دو سیم میدان درونسو در حال کاهش است، از این رو میدان مغناطیسی القایی B′ ناشی از جریان القایی حلقه نیز درونسو می‌شود تا بنابر قانون لنز با کاهش شار مخالفت کند، بنابراین جریان القایی ساعتگرد خواهد بود. با گذر از خط وسط، میدان خالص ناشی از دو سیم برونسو و در حال افزایش است، بنابراین میدان مغناطیسی القایی همچنان B′ باید درونسو باشد تا با افزایش شار مخالفت کند. یعنی جریان همچنان ساعتگرد خواهد بود.



۲۰۵- گزینه‌ی ۴ (B) اگر میدان از $\vec{B}$ به $-\vec{B}$ تغییر کند، دو مرحله تغییر رخ می‌دهد. ابتدا از $\vec{B}$ به صفر می‌رسد. در این مرحله میدان ضعیف شده و شار مغناطیسی گذرنده از حلقه کاهش یافته و میدان مغناطیسی القایی B′ هم‌جهت B یعنی درونسو می‌شود و جریان القایی در جهت (۲) به‌دست می‌آید. در مرحله‌ی بعد میدان از صفر به $-\vec{B}$ می‌رسد. یعنی بزرگی میدان افزایش می‌یابد و برونسو می‌شود. با افزایش B و افزایش شار، میدان مغناطیسی B′ در حلقه، در خلاف جهت B یعنی درونسو القا شده و مجدداً جهت جریان القایی در جهت (۲) می‌شود.



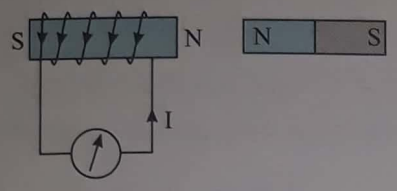
۲۰۶- گزینه‌ی ۱ (A) جهت جریان مدار ساعتگرد و میدان مغناطیسی آن درونسو است. با حرکت لغزنده به سمت راست، مقاومت رئوستا افزایش یافته و جریان مدار و همچنین میدان مغناطیسی درونسوی B کاهش می‌یابد. بنابر قانون لنز میدان مغناطیسی B′ ناشی از جریان القایی نیز باید درونسو باشد تا با کاهش شار مخالفت کند. در این صورت با توجه به قاعده‌ی دست راست سوی جریان حلقه نیز ساعتگرد است.



Scanned by CamScanner

Ⓑ **۲۰۷- گزینه‌ی ۱** قانون لنز بیان می‌کند که جهت جریان القایی همواره به گونه‌ای است که با ایجاد اثرات مغناطیسی با تغییر شار (عامل به‌وجود آورنده‌اش) مخالفت کند.

با توجه به جهت جریان القایی I در سیم‌پیچ می‌توان قطب‌های N و S آن را پیدا کرد. قطب N این سیم‌پیچ سمت راست قرار گرفته و آهن‌ربا را می‌راند. طبق قانون لنز این دو هنگامی یک‌دیگر را دفع می‌کنند که در حال نزدیک شدن به هم و باعث افزایش شار باشند. پس می‌توان حالت‌های زیر را درنظر گرفت:



۱- سیم‌پیچ ثابت و آهن‌ربا در حال حرکت به سمت چپ است.

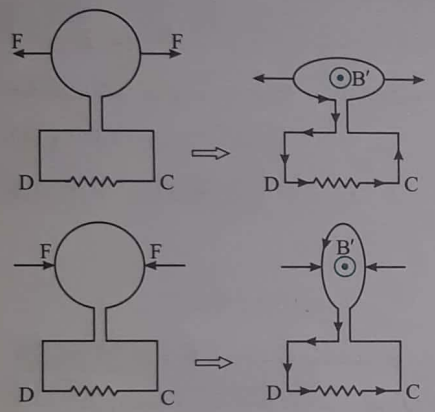
۲- آهن‌ربا ثابت و سیم‌پیچ در حال حرکت به سمت راست است.

در این صورت گزینه‌ی (۱) درست و گزینه‌ی (۲) نادرست است.

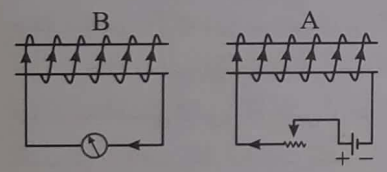
۳- هر دو در حال حرکت به سمت راست و سرعت سیم پیچ (v_2) بیش‌تر از سرعت آهن‌ربا (v_1) باشد. بنابراین گزینه‌ی (۳) نادرست است.

۴- هر دو در حال حرکت به سمت چپ و سرعت آهن‌ربا (v_1) بیش‌تر از سرعت سیم‌پیچ (v_2) باشد. بنابراین گزینه‌ی (۴) نادرست است.

Ⓑ **۲۰۸- گزینه‌ی ۴** با توجه به شکل‌های رسم شده اگر دو طرف حلقه را بکشیم یا فشرده کنیم در هر دو حالت، مساحت حلقه و شار گذرنده از آن کاهش می‌یابد و در آن یک جریان القایی به‌وجود می‌آید که طبق قانون لنز میدان مغناطیسی القایی‌اش باید برونسو باشد تا با کاهش شار مخالفت کند در این صورت سوی جریان القایی در آن مطابق شکل در دو حالت از D به C است.

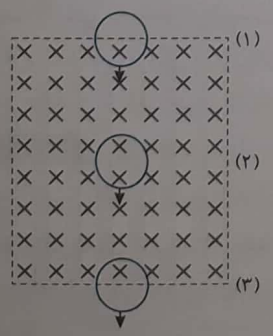


Ⓑ **۲۰۹- گزینه‌ی ۴** جریان‌های روی سیملوله‌های مدار A و B هم‌جهت هستند و دو سیملوله یک‌دیگر را جذب می‌کنند. درصورتی این اتفاق می‌افتد که جریان در حال کاهش و نیروی مغناطیسی در حال کاهش باشد. جریان وقتی کم می‌شود که مقاومت رئوستا در حال افزایش باشد.



Ⓑ **۲۱۰- گزینه‌ی ۱** هنگام ورود قاب به درون میدان، شار گذرنده از آن افزایش می‌یابد. بنابر قانون لنز، میدان مغناطیسی ناشی از جریان القایی قاب، با افزایش شار مخالفت می‌کند پس باید برونسو باشد. با توجه به قاعده‌ی دست راست باید جریان القایی در قاب پادساعتگرد باشد. هنگام خروج قاب از میدان و کاهش شار مغناطیسی، میدان مغناطیسی ناشی از جریان القایی قاب باید درونسو باشد که با کاهش شار مخالفت کند. بنابراین سوی جریان باید ساعتگرد باشد.

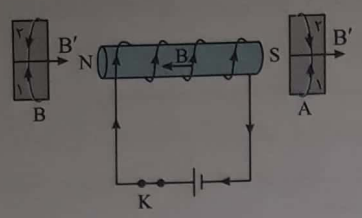
Ⓑ **۲۱۱- گزینه‌ی ۱** در موقعیت (۱) با حرکت حلقه و وارد شدن آن به میدان، شار افزایش می‌یابد و بنابر قانون لنز باید میدان مغناطیسی القایی برونسو باشد تا با افزایش شار مخالفت کند. در این صورت جریان حلقه پادساعتگرد می‌شود.

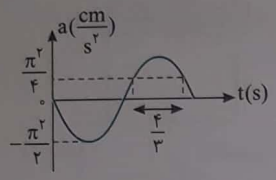


در موقعیت (۲) با حرکت حلقه درون میدان تغییری در شار مغناطیسی گذرنده از حلقه حاصل نمی‌شود و جریان القایی صفر است $(I_2 = 0)$.

در موقعیت (۳) و خروج حلقه از میدان، کاهش شار رخ می‌دهد و جریان القایی به‌وجود می‌آید که بنابر قانون لنز میدان مغناطیسی القایی باید درونسو باشد تا با کاهش شار مخالفت کند بنابراین جریان القایی در این حالت ساعتگرد خواهد شد.

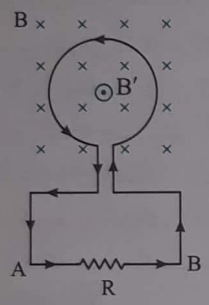
Scanned by CamScanner





۲۱۲- گزینه‌ی ۴ هنگام برقراری جریان در سیملوله جریان از پایانه‌ی مثبت باتری شروع می‌شود و با توجه به سوی چرخش جریان در سیملوله و قاعده‌ی دست راست، میدان سیملوله از راست به چپ است.

هنگام وصل کلید جریان افزایش می‌یابد و شار مغناطیسی زیاد می‌شود بنا بر قانون لنز جریان القایی در حلقه‌ها باید با ایجاد یک میدان مغناطیسی القایی در خلاف جهت B با افزایش شار مخالفت کند. یعنی B′ در هر دو حلقه از چپ به راست است. به کمک قاعده‌ی دست راست برای میدان مغناطیسی حلقه معلوم می‌شود که جریان القایی در هر دو حلقه در سوی (۲) است.



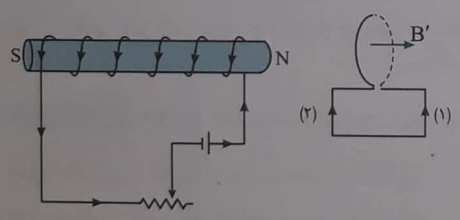
۲۱۳- گزینه‌ی ۱ با توجه به معادله‌ی شار - زمان $\Phi=(5t^2+6t)\times10^{-3}$ مشخص است که با گذشت زمان و افزایش t، شار در حال افزایش است و بنا بر قانون لنز، یک میدان مغناطیسی القایی برونسو به‌وجود می‌آید که با افزایش شار مخالفت می‌کند و بنا بر قاعده‌ی دست راست برای میدان مغناطیسی حلقه، جهت جریان القایی حلقه پادساعتگرد است و در مقاومت R از A به B است.

برای به‌دست آوردن نیروی محرکه‌ی القایی متوسط، ابتدا شار مغناطیسی در $t=0$ و $t=2s$ را به‌دست می‌آوریم:

$$t=0 \Rightarrow \Phi_1=0 \quad , \quad t=2s \Rightarrow \Phi_2=(5\times2^2+6\times2)\times10^{-3}=32\times10^{-3}\,Wb$$

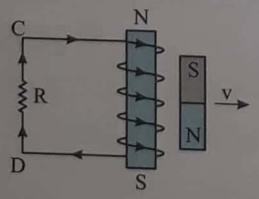
بنا بر قانون القای الکترومغناطیسی فاراده داریم:

$$|\bar{\varepsilon}|=|-\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}| \Rightarrow |\bar{\varepsilon}|=\frac{32\times10^{-3}}{2}=16\times10^{-3}\,V=16mV$$



۲۱۴- گزینه‌ی ۱ سوی جریان باتری از پایانه‌ی مثبت آن است، بنا بر قاعده‌ی دست راست، میدان مغناطیسی سیملوله از چپ به راست است. با افزایش مقاومت رئوستا، جریان مدار و به تبع آن شار مغناطیسی گذرنده از حلقه کاهش می‌یابد و در اثر تغییر شار در حلقه جریان القایی به‌وجود می‌آید که بنا بر قانون لنز با کاهش شار مخالفت می‌کند، از این‌رو میدان مغناطیسی القایی حلقه (B′) نیز از چپ به راست است و جریان القایی در حلقه در جهت (۱) است.

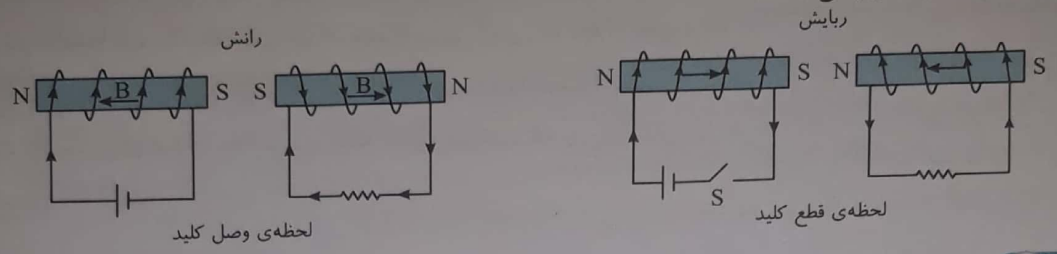
از طرفی با کاهش شار در سیملوله، در آن نیز یک نیروی محرکه‌ی خود - القاوری به‌وجود می‌آید که آن نیز می‌خواهد با کاهش شار مخالفت کند به همین دلیل این نیروی محرکه‌ی خود - القاوری در جهت نیروی محرکه‌ی مولد عمل می‌کند.



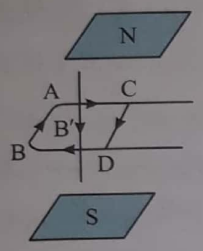
۲۱۵- گزینه‌ی ۲ با دور شدن آهن‌ربا، میدان مغناطیسی در محل سیملوله و شار گذرنده از آن کاهش می‌یابد. بنابر قانون لنز در سیملوله جهت جریان القایی به گونه‌ای است که با ایجاد اثرات مغناطیسی با عامل به وجود آورنده‌اش مخالفت می‌کند. بنابراین انتهای بالای سیملوله قطب N القایی و انتهای پایین آن، قطب S القایی شده تا با ربایش آهن‌ربا، با دور شدن آن مخالفت کند. بنابراین با توجه به قاعده‌ی دست راست، جریان القایی در مقاومت R از D به C است.

Scanned by CamScanner

Ⓑ **۲۱۶- گزینه‌ی ۴** با وصل کلید و تغییر ناگهانی جریان سیملوله‌ی A، شار مغناطیسی گذرنده از سیملوله‌ی B تغییر کرده و در آن جریان القایی به وجود می‌آید که بنابر قانون لنز با ایجاد اثرات مغناطیسی با عامل به وجود آورنده‌اش مخالفت می‌کند. در این صورت چون شار در حال افزایش است، سیملوله‌ی B باید به سمت راست برود تا با افزایش شار مخالفت کند، یعنی A و B هم‌دیگر را می‌رانند. اما هنگام قطع کلید و کاهش شار، سیملوله‌ی B بنا به قانون لنز تمایل دارد به A نزدیک شود تا با کاهش شار مخالفت کند. یعنی نیروی بین A و B ربایشی است.



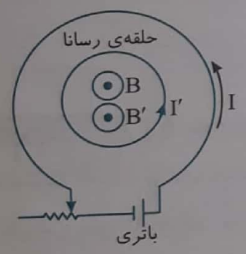
Ⓑ **۲۱۷- گزینه‌ی ۲** وقتی جریان در سیم AB از B به A باشد، جریان در سیم CD از C به D است و جهت میدان مغناطیسی القایی (B′) ناشی از جریان، مطابق شکل است که با جهت میدان مغناطیسی خارجی B که از N به S است، هم‌جهت می‌باشد. یعنی شار در حال کاهش بوده و میدان B′ در مخالفت با این کاهش با میدان B هم‌جهت شده است. بنابراین سطح مدار در حال کاهش بوده است، یعنی سیم CD را به سمت چپ باید حرکت دهیم.



روش استفاده از قاعده‌ی دست راست: انگشت شست دست راست خود را در سوی جریان از C به D بگیرید به گونه‌ای که کف دست شما به سوی قطب S بوده و در جهت میدان B باشد. خواهید دید که چهار انگشت شما سمت چپ را نشانه رفته است.

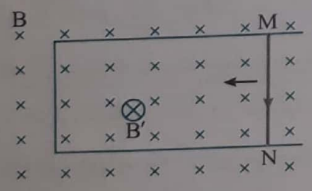
Ⓐ **۲۱۸- گزینه‌ی ۳** در صورت مسأله بیان شده که میله با سرعت ثابت به سمت راست کشیده شده است و پرسیده شده که جهت نیروی وارد بر سیم از طرف شخصی که آن را حرکت می‌دهد در کدام جهت است که واضح است این نیرو به سمت راست می‌باشد!

Ⓐ **۲۱۹- گزینه‌ی ۴** اگر لغزنده به سمت چپ برود، مقاومت رئوستا افزایش می‌یابد و جریان I کاهش می‌یابد، با کاهش جریان I میدان مغناطیسی B ناشی از I در محل حلقه کاهش می‌یابد که سبب کاهش شار مغناطیسی می‌شود.



بنا بر قانون لنز در حلقه جریان القایی به وجود می‌آید که با کاهش شار مخالفت می‌کند بنابراین میدان القایی نیز باید برونسو باشد و جریان القایی پادساعتگرد است.

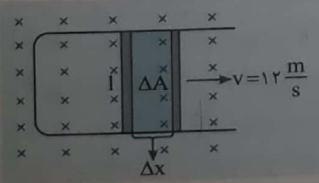
Ⓒ **۲۲۰- گزینه‌ی ۱** در کتاب علوم نهم با مفهوم شتاب آشنا شده‌اید: $\bar{a}=\frac{v_2-v_1}{\Delta t}$



وقتی جسمی با شتاب از حال سکون به راه می‌افتد تندی آن با گذشت زمان افزایش می‌یابد. در این صورت آهنگ تغییر شار افزایش می‌یابد و بنا به قانون لنز نیروی محرکه‌ی القایی و جریان القایی افزایش می‌یابد. از طرفی با حرکت MN به سمت چپ، سطح مدار کاهش می‌یابد (A↓) در نتیجه شار مغناطیسی گذرنده از مدار کاهش می‌یابد (Φ↓) و در اثر تغییر شار، جریان القایی به‌وجود می‌آید که میدان القایی حاصل از آن (B′) باید درونسو باشد تا با کاهش شار مخالفت کند. در این صورت بنا به قاعده‌ی دست راست برای یافتن میدان سیم راست حامل جریان، باید جریان القایی از M به N باشد.

Ⓐ **۲۲۱- گزینه‌ی ۱**

درسنامه: بنابر قانون القای الکترومغناطیسی فاراده:

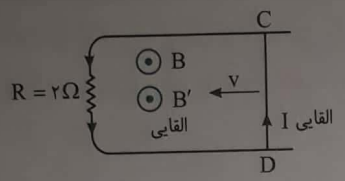


$$\varepsilon=-\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\Rightarrow|\varepsilon|=\frac{B\Delta A}{\Delta t}\xrightarrow{\Delta A=l\Delta x}\varepsilon=Bl\frac{\Delta x}{\Delta t}\Rightarrow\varepsilon=Blv$$

اکنون داده‌های مسأله را در رابطه‌ی بالا جایگذاری می‌کنیم: $\varepsilon=۰/۰۸\times\frac{۱}{۴}\times۱۲\Rightarrow\varepsilon=۰/۲۴\ V$

Scanned by CamScanner

Ⓐ **۲۲۲- گزینه‌ی ۱** با حرکت سیم CD به سمت چپ سطح مدار کاهش می‌یابد و شار مغناطیسی کاهش یافته و در مدار جریان القایی به وجود می‌آید که میدان مغناطیسی حاصل از آن نیز برون‌سو بوده تا بنابر قانون لنز با کاهش شار مخالفت کند. در این صورت جریان در سیم DC از D به C و در مقاومت R از بالا به پایین است. نیروی محرکه‌ی القایی را به‌دست می‌آوریم:

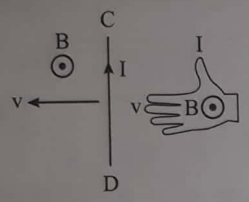


$$\varepsilon = Blv \Rightarrow \varepsilon = ۴\times۱۰^{-۲}\times ۰/۲\times۱ \Rightarrow \varepsilon = ۸\times۱۰^{-۳}\,V$$

جریان برابر است با:

$$I = \frac{\varepsilon}{R} \Rightarrow I = \frac{۸\times۱۰^{-۳}}{۲} = ۴\times۱۰^{-۳}\,A = ۴\,mA$$

روش دیگر یافتن جهت جریان القایی، استفاده از قاعده‌ی دست راست به صورت زیر است:



۱- چهار انگشت دست راست را در جهت سرعت سیم قرار می‌دهیم.

۲- کف دست در جهت میدان مغناطیسی باشد.

۳- انگشت شست سوی جریان القایی را نشان می‌دهد.

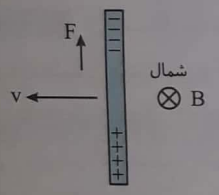
یعنی چهار انگشت دست راست خود را به سوی چپ نشانه روید به گونه‌ای که کف دست شما رو به بالا و در جهت میدان B باشد. در این حالت، انگشت شست شما جریان را در سیم متحرک از D به C نشان خواهد داد.

Ⓑ **۲۲۳- گزینه‌ی ۴** ابتدا نیروی محرکه‌ی القایی را به‌دست می‌آوریم:

$$\varepsilon = vBl = ۲۰\times ۰/۰۵\times ۰/۴ = ۰/۴V$$

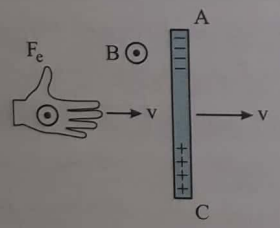
با توجه به جهت حرکت سیم، مساحت افزایش و شار مغناطیسی نیز افزایش می‌یابد. طبق قانون لنز میدان مغناطیسی القایی باید خلاف میدان اولیه و برونسو باشد. طبق قانون دست راست جهت جریان در جهت (۲) می‌باشد.

Ⓑ **۲۲۴- گزینه‌ی ۴** میدان مغناطیسی زمین از جنوب به شمال است. جهت رو به شمال را درونسو فرض می‌کنیم. میله‌ی فلزی دارای الکترون آزاد است. هنگامی که میله را به حرکت درمی‌آوریم، میدان مغناطیسی زمین بر الکترون‌ها نیرو وارد می‌کند. برای آن که انتهای پایینی، پتانسیل الکتریکی بیش‌تری داشته باشد، باید در اثر نیروی میدان الکترون‌ها به سمت بالای میله بروند. انگشت شست دست چپ خود را به سمت بالای میله نشانه‌گیری کنید، به گونه‌ای که کف دست شما به سمت صفحه‌ی کاغذ یعنی در جهت میدان مغناطیسی (رو به شمال) باشد. در این حالت چهار انگشت شما جهت حرکت میله یعنی سمت چپ (غرب) را نشان می‌دهد.



Ⓑ **۲۲۵- گزینه‌ی ۲** نیروی محرکه‌ی القایی در سیم رسانای متحرک در میدان مغناطیسی از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

$$|\varepsilon| = vBl \Rightarrow |V_{AC}| = ۱۵\times ۰/۲\times ۰/۳ \Rightarrow |V_{AC}| = ۰/۹\,V$$

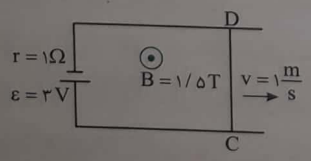


سیم رسانا دارای الکترون آزاد است. با توجه به قاعده‌ی دست چپ برای بار منفی، اگر چهار انگشت دست چپ خود را در جهت حرکت سیم به سوی راست قرار دهید، به گونه‌ای که کف دست شما رو به بالای صفحه باشد، انگشت شست جهت نیروی وارد بر الکترون‌ها را نشان می‌دهد. در این صورت پتانسیل نقطه‌ی A منفی‌تر از نقطه‌ی C است. بنابراین:

$$V_A - V_C = -۰/۹\,V$$

Ⓑ **۲۲۶- گزینه‌ی ۳** با حرکت سیم CD، نیروی محرکه‌ی زیر در آن القا می‌شود:

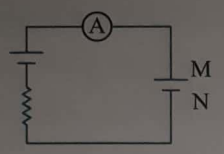
$$\varepsilon = vBl \Rightarrow \varepsilon = ۲\times ۱/۵\times ۰/۵ \Rightarrow \varepsilon = ۱/۵V$$

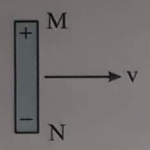


با حرکت سیم به سمت راست و افزایش سطح مدار، شار مغناطیسی ناشی از میدان B افزایش یافته و در سیم CD نیروی محرکه‌ی ۱/۵V ایجاد می‌شود. البته جریان این نیروی محرکه بنا به قانون لنز به گونه‌ای است که می‌خواهد با افزایش شار مخالفت کند. از این رو یک میدان مغناطیسی القایی درونسو ایجاد می‌کند. بنابراین باید جهت جریان القایی در سیم CD از D به C و در خلاف جهت جریان باتری باشد. یعنی سیم CD شبیه یک مولد ۱/۵ ولتی که در خلاف باتری مدار است، عمل می‌کند. از این رو:

$$I = \frac{\varepsilon_{\text{مولد}} - \varepsilon_{\text{القایی}}}{R + r} \Rightarrow I = \frac{۳ - ۱/۵}{۱ + ۲} = ۰/۵A$$

Scanned by CamScanner





Ⓑ **۲۲۷- گزینه‌ی ۳** برای آن‌که جریان صفر شود، باید نیروی محرکه‌ی القایی در سیم متحرک MN نیز ۲V بوده، تا نیروی محرکه‌ی باتری مدار را عملاً از کار بیندازد، در این صورت باید سیم MN شبیه باتری شکل روبه‌رو باشد تا $\varepsilon_T = ۰$ شود. بنابراین می‌توان نوشت:

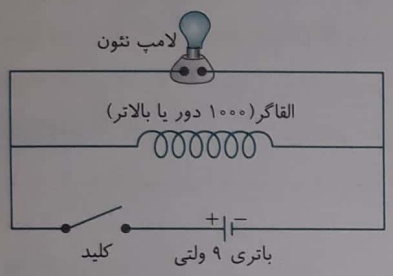
$$\varepsilon = vBl \Rightarrow ۲ = ۴ \times B \times ۰/۵ \Rightarrow B = ۱\,T$$

در این حالت باید میدان مغناطیسی درونسو باشد تا بر طبق قاعده‌ی دست چپ برای بار منفی، میدان بر الکترون‌های سیم نیرویی رو به پایین وارد کرده، نقطه‌ی N منفی و نقطه‌ی M مثبت شود.

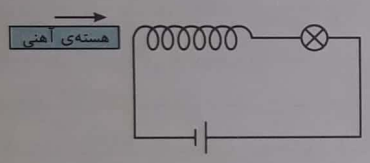
Ⓐ **۲۲۸- گزینه‌ی ۲** ابتدا نیروی محرکه‌ی القایی را به‌دست می‌آوریم:

$$I = \frac{\varepsilon}{R} \Rightarrow ۰/۵ = \frac{\varepsilon}{۰/۲} \Rightarrow \varepsilon = ۰/۱\,V$$

$$\varepsilon = vBl \Rightarrow ۰/۱ = v \times ۰/۱ \times ۰/۲۵ \Rightarrow v = ۴\,\frac{m}{s}$$



Ⓑ **۲۲۹- گزینه‌ی ۲** با وصل کلید در اثر پدیده‌ی خود - القاوری در القاگر نیروی محرکه‌ی القایی ایجاد می‌شود که سبب می‌گردد جریان باتری از لامپ بگذرد و لامپ روشن شود. هنگام قطع کلید، انرژی ذخیره شده در القاگر به مدار لامپ برگشته مانع خاموش شدن لامپ می‌شود و اگر پی‌درپی کلید را قطع و وصل کنیم لامپ روشن می‌ماند.



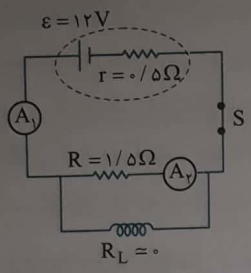
Ⓒ **۲۳۰- گزینه‌ی ۴** مدار به باتری متصل است و در آن جریان ثابتی برقرار است و میدان مغناطیسی یکنواخت و ثابتی در سیملوله وجود دارد. هنگامی که یک هسته‌ی آهنی در سیملوله قرار می‌گیرد، میدان مغناطیسی درون سیملوله افزایش می‌یابد. بنابراین در بازه‌ی زمانی‌ای که هسته‌ی آهنی وارد سیملوله می‌شود، میدان مغناطیسی زیاد شده، شار مغناطیسی گذرنده از سیملوله افزایش یافته و در آن نیروی محرکه‌ی خود - القاوری به‌وجود می‌آید که با تغییر شار مخالفت می‌کند. این نیروی محرکه‌ی خود - القاوری سبب کاهش جریان مدار و کاهش نور لامپ می‌شود. اما پس از استقرار کامل هسته درون سیملوله، تغییر شار از بین رفته، نیروی محرکه‌ی خود - القاوری صفر شده و جریان و نور لامپ به حالت اولیه باز می‌گردد.

Ⓒ **۲۳۱- گزینه‌ی ۴** در بازه‌ی زمانی قرار گرفتن هسته‌ی آهنی در سیملوله و افزایش میدان مغناطیسی و افزایش شار مغناطیسی، نیروی محرکه‌ی خود - القاوری در سیملوله به‌وجود می‌آید که سبب کاهش لحظه‌ای جریان می‌شود و پس از استقرار هسته‌ی آهنی در سیملوله، تغییر شار از بین رفته، پدیده‌ی خود - القاوری وجود ندارد و جریان به حالت اول باز می‌گردد.

Ⓐ **۲۳۲- گزینه‌ی ۳** در لحظه‌ی وصل کلید به دلیل تغییر ناگهانی جریان، نیروی محرکه‌ی خود - القاوری در سیملوله ایجاد می‌شود و سبب می‌گردد جریانی از سیملوله نگذرد و تمام جریان از لامپ بگذرد و لامپ روشن می‌شود اما مولد مدار، باتری بوده که در نهایت جریان ثابتی در مدار می‌فرستد که سبب می‌گردد اثر خود - القاوری در سیملوله از بین برود و چون سیملوله بدون مقاومت اهمی است شبیه اتصال کوتاه عمل کرده تمام جریان از سیملوله می‌گذرد و لامپ خاموش می‌شود. بنابراین گزینه‌ی (۳) پاسخ درست است.

Ⓐ **۲۳۳- گزینه‌ی ۳** با قطع سریع کلید، جریان مدار به‌طور ناگهانی به سمت صفر می‌رود، میدان مغناطیسی درون سیملوله نیز سریع به سمت صفر می‌رود و تغییر شار ناگهانی در سیملوله ایجاد شده که سبب ایجاد نیروی محرکه‌ی خود - القاوری در سیملوله شده و جریان القایی شدیدی از لامپ می‌گذرد و لامپ پر نور و سپس خاموش می‌شود.

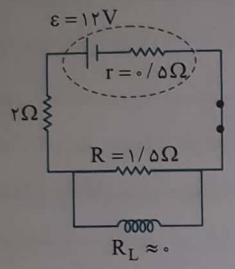
Scanned by CamScanner



۲۳۴- گزینه‌ی ۲ بلافاصله پس از وصل کلید، اثر خود - القاوری با چنان شدتی در سیملوله ظاهر می‌شود که جریان گذرنده از سیملوله عملاً صفر است و تمام جریان از مقاومت R می‌گذرد. از این رو:

$$I_1 = I_2 = \frac{\varepsilon}{R+r} \Rightarrow I_1 = I_2 = \frac{۱۲}{۱/۵+۰/۵} = ۶A$$

بنابراین هر دو آمپرسنج ۶A را نمایش می‌دهند.



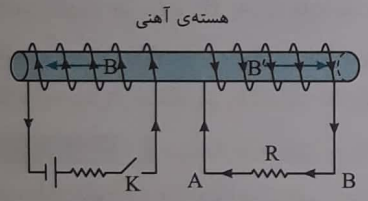
۲۳۵- گزینه‌ی ۳ در لحظه‌ی وصل کلید، به دلیل اثر خود - القاوری در القاگر جریان گذرنده از القاگر ناچیز و تمام جریان مدار از مقاومت $R = ۱/۵\Omega$ می‌گذرد:

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} \Rightarrow I = \frac{۱۲}{۳/۵+۰/۵} \Rightarrow I = ۳A$$

اما باتری مولد جریان مستقیم است و پس از ثبات جریان و از بین رفتن اثر خود - القاوری، القاگر که بدون مقاومت اهمی است، شبیه اتصال کوتاه عمل کرده و تمام جریان از آن می‌گذرد و جریان مقاومت R صفر می‌شود. در این صورت:

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} \Rightarrow I = \frac{۱۲}{۲+۰/۵} \Rightarrow I = ۴/۸A$$

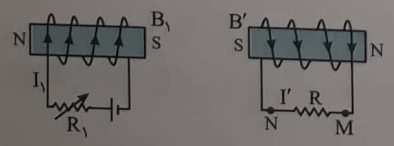
۲۳۶- گزینه‌ی ۴ هنگام خارج کردن هسته‌ی آهنی، میدان مغناطیسی سیملوله و در نتیجه شار مغناطیسی کاهش می‌یابد و اثر خود - القاوری در سیملوله ظاهر می‌شود که می‌خواهد با کاهش شار مخالفت کند. این جریان القایی به وجود آمده در جهت جریان باتری بوده و بنابراین جریان افزایش می‌یابد و نور لامپ بیش‌تر می‌شود. اما پس از خروج کامل هسته‌ی آهنی، تغییر شار و اثر خود - القاوری از بین می‌رود و مدار به حالت اولیه بازمی‌گردد.



۲۳۷- گزینه‌ی ۲ جریان در مدار سیملوله‌ی سمت چپ یک میدان مغناطیسی به سمت چپ ایجاد می‌کند. در لحظه‌ی وصل، میدان و شار در حال افزایش است. بنابراین در سیملوله‌ی سمت راست جریان القایی به وجود می‌آید که بنا به قانون لنز با ایجاد میدان مغناطیسی القایی B' با افزایش شار مخالفت می‌کند. بنابراین B' باید برخلاف B به سمت راست باشد، بنابراین با توجه به قاعده‌ی دست راست برای میدان مغناطیسی سیملوله جهت جریان از B به A خواهد بود. هنگام قطع کلید و کاهش جریان و شار، جهت B' هم‌جهت با B شده و جریان القایی از A به B خواهد شد.

۲۳۸- گزینه‌ی ۱ با باز و بسته کردن کلید K، جریان سیملوله‌ی B تغییر می‌کند و در اثر تغییر شار در سیملوله‌ی A جریان القایی به وجود می‌آید. البته وقتی کلید K بسته می‌شود و هنگامی که کلید K باز می‌شود، سوی جریان‌ها در خلاف جهت هم بوده و جهت انحراف عقربه تغییر می‌کند. از طرفی در مدتی که کلید بسته است و جریان سیملوله‌ی B ثابت است و تغییر شاری وجود ندارد و در سیملوله‌ی A جریان صفر است.

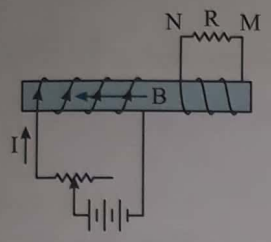
۲۳۹- گزینه‌ی ۳ اگر جریان از C به D باشد، در سیملوله‌ی B، جهت میدان مغناطیسی به سمت راست می‌شود. در سیملوله‌ی A نیز میدان مغناطیسی در صورت بسته بودن کلید به سمت راست است. هنگامی میدان القایی سیملوله‌ی B با میدان اولیه‌ی سیملوله‌ی A هم‌جهت می‌شود که کاهش شار رخ داده باشد، پس باید جریان سیملوله‌ی A کم شده باشد. یعنی در لحظه‌ی قطع کلید، جریان در R' از C به D است.



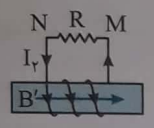
۲۴۰- گزینه‌ی ۲ با کاهش مقاومت R_1، جریان I_1 افزایش می‌یابد. میدان مغناطیسی B_1 که از راست به چپ است، افزایش یافته، شار گذرنده از سیملوله‌ی سمت راست تغییر می‌کند و در آن جریان القایی به‌وجود می‌آید که میدان مغناطیسی القایی آن (B') در خلاف B_1 بوده تا طبق قانون لنز با افزایش شار مخالفت کند. طبق قاعده‌ی دست راست، برای میدان مغناطیسی سیملوله جریان القایی I' در مقاومت R از M به N است. از آن‌جا که تغییرات جریان I_1 موقتی است، جریان I' نیز موقتی است.

Scanned by CamScanner

Ⓐ **۲۴۱- گزینه‌ی ۴** با توجه به جهت جریان در سیملوله‌ی A میدان درون سیملوله‌ی A به سمت راست است. با توجه به فرض مسأله جریان القایی در مقاومت R' از M به N است، پس میدان مغناطیسی درون سیملوله‌ی B، به سمت چپ است، بنابراین بنا بر قانون لنز، شار مغناطیسی حاصل از سیملوله‌ی A باید در حال افزایش باشد تا به دلیل مخالفت با این افزایش، میدان مغناطیسی القایی B' در خلاف جهت میدان مغناطیسی سیملوله‌ی A شده باشد. در این صورت گزینه‌ی (۴) درست است. زیرا با حرکت سیملوله‌ی A به سمت راست، دو سیملوله به هم نزدیک شده و شار گذرنده از سیملوله‌ی B افزایش می‌یابد.

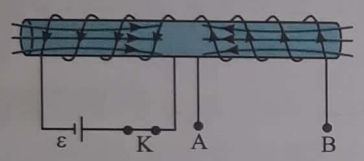


Ⓑ **۲۴۲- گزینه‌ی ۲** قبل از لغزیدن لغزنده، میدان مغناطیسی سیملوله‌ی سمت چپ ثابت بوده و شار مغناطیسی نیز ثابت است و در سیملوله‌ی سمت راست جریان القایی به‌وجود نمی‌آید و $I_1 = 0$ است.



وقتی که لغزنده به سمت چپ برده می‌شود مقاومت رئوستا کاهش می‌یابد، جریان مدار افزایش می‌یابد، میدان مغناطیسی و شار گذرنده از سیملوله افزایش می‌یابد. میدان مغناطیسی سیملوله‌ی سمت چپ بنا بر قاعده‌ی دست راست به سمت چپ است. بنا بر قانون لنز باید میدان سیملوله‌ی سمت راست به سمت راست بوده تا با افزایش شار مخالفت کند بنابراین طبق قاعده‌ی دست راست جریان در مقاومت R از M به N است.

Ⓒ **۲۴۳- گزینه‌ی ۱** با بسته شدن کلید، جریان مطابق شکل برقرار شده و افزایش می‌یابد. میدان حاصل از جریان زیاد شده و طبق قانون لنز میدان القایی سیملوله‌ی سمت راست خلاف میدان سیملوله‌ی سمت چپ است. با استفاده از قانون دست راست جهت جریان از B به A به دست می‌آید. در این سیملوله نیروی محرکه القا شده است و نقش یک باتری را پیدا می‌کند. درون باتری جهت جریان از پتانسیل کم‌تر به بیش‌تر است، پس پتانسیل A بیش‌تر از B می‌باشد.



Ⓒ **۲۴۴- گزینه‌ی ۲** در مدار دوم وقتی جریان القا می‌شود که جریان در مدار اول تغییر کند. ضمن این‌که جهت جریان تولید شده در مدار دوم طبق قانون لنز مخالف آهنگ تغییر جریان مدار اول است. در قسمت اول آهنگ تغییر جریان یعنی شیب نمودار مثبت و ثابت است، پس در مدار دوم جریان ثابت و منفی ایجاد می‌شود. در قسمت دوم که آهنگ تغییر جریان صفر است، جریان در مدار دوم صفر می‌شود.

Ⓐ **۲۴۵- گزینه‌ی ۴** انرژی ذخیره شده در میدان مغناطیسی سیملوله برابر است با:

$$U=\frac{1}{2}LI^2 \Rightarrow U=\frac{1}{2}\times 0/2\times(2)^2 \Rightarrow U=0/4\ J=400\ mJ$$

Ⓐ **۲۴۶- گزینه‌ی ۱** انرژی ذخیره شده ٪۲۱ افزایش یابد: یعنی: $U_2=1/21U_1$

در این صورت خواهیم داشت:

$$\frac{1}{2}LI_2^2=1/21\times\frac{1}{2}LI_1^2 \Rightarrow I_2=1/1I_1 \Rightarrow \Delta I=I_2-I_1=1/1I_1-I_1 \Rightarrow \Delta I=0/1I_1$$

بنابراین باید جریان را ٪۱۰ افزایش دهیم.

Ⓐ **۲۴۷- گزینه‌ی ۱** بیشینه‌ی جریان القاگر $I_{max}=0/2\ A$ است و بیشینه‌ی انرژی القاگر خواهد شد:

$$U_{max}=\frac{1}{2}LI_{max}^2 \Rightarrow U_{max}=\frac{1}{2}\times 50\times 10^{-3}\times(0/2)^2 \Rightarrow U_{max}=10^{-3}\ J$$

Ⓑ **۲۴۸- گزینه‌ی ۲** ابتدا جریان را در لحظه‌ی $t=2s$ به‌دست می‌آوریم:

$$I=-t^2+2\sin\pi t \xrightarrow{t=2s} I=-4+2\sin 2\pi=-4A$$

اکنون انرژی ذخیره شده در سیملوله را حساب می‌کنیم:

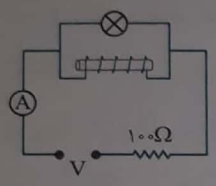
$$U=\frac{1}{2}LI^2=\frac{1}{2}\times 0/02\times(-4)^2=0/16J$$

Scanned by CamScanner

Ⓐ **۲۴۹- گزینه‌ی ۴** انرژی ذخیره شده در میدان مغناطیسی سیملوله از رابطه‌ی $U=\frac{1}{2}LI^2$ به‌دست می‌آید و با ۲ برابر شدن جریان گذرنده از سیملوله، انرژی آن چهار برابر می‌شود.

از طرفی میدان مغناطیسی درون سیملوله برابر $B=\mu_0 nI$ است و با دو برابر شدن جریان، میدان مغناطیسی و همچنین شار مغناطیسی گذرنده از سیملوله $(\Phi=LI)$ دو برابر می‌شود. بنابراین گزینه‌ی (۴) پاسخ درست است.

Ⓐ **۲۵۰- گزینه‌ی ۳** چون زمان کافی سپری شده است، جریان مدار ثابت مانده و اثر خود - القاوری وجود ندارد و سیملوله شبیه اتصال کوتاه عمل کرده و تمام جریان باتری از سیملوله می‌گذرد:



$$I=\frac{V}{R}\Rightarrow I=\frac{6}{100}\Rightarrow I=0/06\,A$$

انرژی ذخیره شده در میدان مغناطیسی سیملوله خواهد شد:

$$U=\frac{1}{2}LI^2\Rightarrow U=\frac{1}{2}\times 0/4\times(6\times10^{-2})^2\Rightarrow U=7/2\times10^{-4}\,J\Rightarrow U=0/72\,mJ$$

Ⓐ **۲۵۱- گزینه‌ی ۲** انرژی ذخیره شده در میدان مغناطیسی سیملوله برابر $U=\frac{1}{2}LI^2$ است. از این‌رو:

$$200\times10^{-3}=\frac{1}{2}L\times4^2\Rightarrow L=\frac{0/1}{4}=\frac{1}{4}\times10^{-1}=2/5\times10^{-2}H$$

Ⓐ **۲۵۲- گزینه‌ی ۴** انرژی ذخیره شده در سیملوله‌ی حامل جریان برابر $U=\frac{1}{2}LI^2$ است. از این‌رو:

$$\frac{U_A}{U_B}=\frac{\frac{1}{2}L_AI_A^2}{\frac{1}{2}L_BI_B^2}\Rightarrow\frac{U_A}{U_B}=2\times(2)^2=8$$

Ⓐ **۲۵۳- گزینه‌ی ۳** ابتدا، جریان را در لحظه‌ی $t=2s$ حساب می‌کنیم.

$$I=5t^2-10t+20=5\times4-(10\times2)+20=20A$$

انرژی سیملوله از رابطه‌ی $U=\frac{1}{2}LI^2$ به‌دست می‌آید:

$$U=\frac{1}{2}LI^2=\frac{1}{2}\times0/02\times400=4J$$

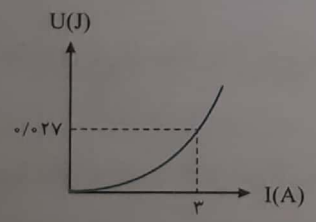
Ⓐ **۲۵۴- گزینه‌ی ۲** انرژی ذخیره شده در سیملوله برابر $\frac{1}{2}LI^2$ می باشد که باید L و I را بر حسب داده‌ها به‌دست آوریم.

در سیملوله: $B=\frac{\mu_0 N}{l}I\Rightarrow I=\frac{lB}{\mu_0 N}$

بنابراین:

$$U=\frac{1}{2}LI^2\xrightarrow{L=\frac{\mu_0AN^2}{l}}U=\frac{1}{2}\frac{\mu_0AN^2}{l}\times\left(\frac{lB}{\mu_0N}\right)^2=\frac{B^2Al}{2\mu_0}$$

Ⓐ **۲۵۵- گزینه‌ی ۱** با توجه به نمودار و رابطه‌ی انرژی در سیملوله می‌توان نوشت:



$$U=\frac{1}{2}LI^2\Rightarrow0/027=\frac{1}{2}\times L\times(3)^2\Rightarrow L=0/006H=6mH$$

Ⓐ **۲۵۶- گزینه‌ی ۳** در مولد جریان متناوب با چرخش قاب بین قطب‌های یک آهن‌ربا یا چرخش یک آهن‌ربا در دل یک سیملوله‌ی بزرگ، زاویه‌ی بین خط‌های میدان مغناطیسی و قاب سیملوله تغییر کرده و سبب تغییر شار و به وجود آمدن نیروی محرکه‌ی القایی می‌شود.

Scanned by CamScanner

Ⓑ **۲۵۷- گزینه‌ی ۲** نیروی محرکه‌ی القایی در مولد جریان متناوب برابر است با:

$$\varepsilon=\varepsilon_{max}\sin(\frac{۲\pi}{T}t)=\varepsilon_{max}\times\frac{۱}{۲}\Rightarrow\sin(\frac{۲\pi}{T}t)=\frac{۱}{۲}$$

جریان القا شده در مولد جریان متناوب برابر است با:

$$I=I_{max}\sin(\frac{۲\pi}{T}t)\xrightarrow{\sin(\frac{۲\pi}{T}t)=\frac{۱}{۲}}I=\frac{۱}{۲}I_{max}$$

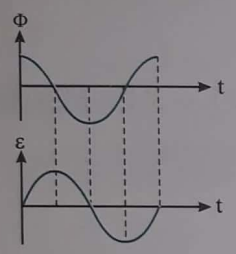
شار گذرنده در مولد جریان متناوب برابر است با:

$$\Phi=\Phi_{max}\cos(\frac{۲\pi}{T}t)$$

$$\begin{cases}\sin(\frac{۲\pi}{T}t)=\frac{۱}{۲}\\ \frac{۲\pi}{T}t=\alpha\end{cases}\Rightarrow\sin^۲\alpha+\cos^۲\alpha=۱\Rightarrow\cos^۲\alpha=\frac{۳}{۴}\Rightarrow\cos\alpha=\frac{\sqrt{۳}}{۲}\Rightarrow\cos(\frac{۲\pi}{T}t)=\frac{\sqrt{۳}}{۲}$$

$$\Phi=\Phi_{max}\times\frac{\sqrt{۳}}{۲}$$

Ⓐ **۲۵۸- گزینه‌ی ۴** معادله‌ی شار - زمان در مولد جریان متناوب به صورت $\Phi=BA\cos\frac{۲\pi}{T}t$ و معادله‌ی نیروی محرکه - زمان آن به صورت $\varepsilon=\varepsilon_m\sin\frac{۲\pi}{T}t$ است و نمودار آن‌ها به شکل روبه‌رو می‌باشد و در لحظه‌ای که Φ بیشینه است، ε صفر و هنگامی‌که $\Phi=۰$ است، نیروی محرکه بیشینه است.



Ⓐ **۲۵۹- گزینه‌ی ۳** ابتدا سطح قاب بر میدان عمود است، پس در ابتدا شار عبوری از قاب بیشینه مقدار می‌باشد و برای شار داریم:

$$\begin{cases}\Phi=BA\cos\frac{۲\pi}{T}t\\ \Phi_{max}=BA\end{cases}\Rightarrow\cos\frac{۲\pi}{T}t=۱$$

درنتیجه نمودار $\Phi-t$، کسینوسی می‌باشد هم‌چنین برای نیرو محرکه داریم: $\varepsilon=\varepsilon_m\sin(\omega t)=\varepsilon_m\sin\frac{۲\pi}{T}t$

و چون مبدأ زمان $\cos(\frac{۲\pi}{T}t)=۱$ می‌باشد $\sin(\frac{۲\pi}{T}t)$ صفر است، پس نیرو محرکه در شروع حرکت صفر بوده و نمودار آن نسبت به زمان سینوسی است که در شکل گزینه‌ی (۳) مطالب بیان شده صادق است.

Ⓐ **۲۶۰- گزینه‌ی ۳** در مولد جریان متناوب، معادله‌ی شار- زمان، یک تابع کسینوسی از زمان و نیروی محرکه‌ی القایی بر حسب زمان، یک تابع سینوسی است. می‌دانیم وقتی سینوس یک کمان یک است، کسینوس آن صفر است و بالعکس. پس در لحظه‌ای که نیروی محرکه‌ی القایی بیشینه است، شار صفر است و بالعکس.

Ⓑ **۲۶۱- گزینه‌ی ۴** به کمک قانون اهم، جریان گذرنده با ولتاژ ۵V را به‌دست می‌آوریم:

$$V=IR\Rightarrow۵=I\times۱۰\Rightarrow I=۰/۵A$$

معادله‌ی جریان متناوب بر حسب زمان برابر است با:

$$I=I_{max}\sin\frac{۲\pi}{T}t$$

معادله‌ی جریان را کامل می‌کنیم:

$$I=I_{max}\sin\frac{۲\pi}{T}t\xrightarrow[I_{max}=۱A]{T=۰/۰۲s}I=\sin۱۰۰\pi t$$

اکنون زمان موردنظر را حساب می‌کنیم:

$$۰/۵=\sin۱۰۰\pi t\Rightarrow\sin۱۰۰\pi t=\frac{۱}{۲}\Rightarrow۱۰۰\pi t=\frac{\pi}{۶}\Rightarrow t=\frac{۱}{۶۰۰}s$$

Scanned by CamScanner

Ⓐ **۲۶۲- گزینه‌ی ۴** با توجه به داده‌های سوال داریم:

$l=0/04H$

$I=I_{max}\sin\omega t=5\sin(50\pi t)\Rightarrow I_{max}=5A$

انرژی ذخیره شده در سیملوله برابر $\frac{1}{2}lI^2$ است و زمانی پیشینه می‌باشد که جریان عبوری از آن بیش‌ترین مقدار باشد.

$$U=\frac{1}{2}lI^2\Rightarrow U_{max}=\frac{1}{2}lI_{max}^2=\frac{1}{2}\times 0/04\times(5)^2=0/02\times 25=0/5J=0/5\times 10^3 mJ=500mJ$$

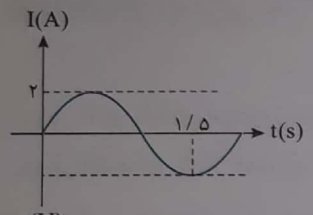
Ⓐ **۲۶۳- گزینه‌ی ۲** انرژی ذخیره شده در سیملوله برابر $U=\frac{1}{2}LI^2$ و بیشینه انرژی ذخیره شده برای زمانی است که جریان عبوری بیشینه باشد $U_{max}=\frac{1}{2}LI_{max}^2$ و با توجه به معادله‌ی جریان عبوری بیشینه جریان برابر $0/2A$ است.

$$U_{max}=\frac{1}{2}LI_{max}^2=\frac{1}{2}\times 50\times 10^{-3}\times(0/2)^2=10^{-3}J$$

با توجه به قانون اهم $\varepsilon=RI$، بیشینه نیرو محرکه هنگامی است که I بیشینه باشد:

$$\varepsilon_{max}=RI_{max}=5\times 0/2=1V$$

Ⓐ **۲۶۴- گزینه‌ی ۱** با توجه به شکل:

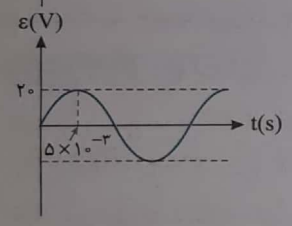


$$\frac{3T}{4}=1/5\Rightarrow T=2s\ ,\ I_m=2A$$

معادله جریان بر حسب زمان خواهد شد:

$$I=I_m\sin\frac{2\pi}{T}t\Rightarrow I=2\sin\frac{2\pi}{2}t\Rightarrow I=2\sin\pi t$$

Ⓐ **۲۶۵- گزینه‌ی ۳** با توجه به نمودار می‌توان نوشت:



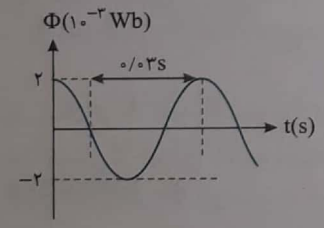
$$\frac{T}{4}=5\times 10^{-3}\Rightarrow T=0/02s$$

نیروی محرکه‌ی القایی بیشینه برابر $\varepsilon_{max}=20V$ است، از این رو:

$$\varepsilon=\varepsilon_m\sin\frac{2\pi}{T}t\Rightarrow\varepsilon=20\sin\frac{2\pi}{0/02}t\Rightarrow\varepsilon=20\sin 100\pi t$$

$$\Rightarrow t=\frac{1}{300}s\Rightarrow\varepsilon=20\sin\frac{100\pi}{300}\Rightarrow\varepsilon=20\times\frac{\sqrt{3}}{2}\Rightarrow\varepsilon=10\sqrt{3}V$$

Ⓑ **۲۶۶- گزینه‌ی ۱** دوره‌ی حرکت برابر است با:



$$\frac{3T}{4}=0/03\Rightarrow T=0/04s$$

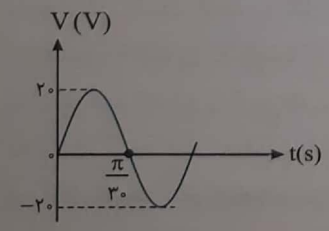
معادله‌ی شار - زمان و نیروی محرکه - زمان را می‌نویسیم.

$$\Phi=\Phi_m\cos\frac{2\pi}{T}t\Rightarrow\Phi=2\times 10^{-3}\cos 50\pi t$$

در لحظه‌ای که $\Phi=1\times 10^{-3}Wb$ است، خواهیم داشت:

$$1\times 10^{-3}=2\times 10^{-3}\cos 50\pi t\Rightarrow\cos 50\pi t=\frac{1}{2}\Rightarrow 50\pi t=\frac{\pi}{3}\Rightarrow t=\frac{1}{150}s$$

Ⓐ **۲۶۷- گزینه‌ی ۱** با توجه به نمودار، نصف دوره برابر $\frac{\pi}{30}$ شده است، بنابراین:



$$\frac{T}{2}=\frac{\pi}{30}\Rightarrow T=\frac{\pi}{15}s$$

اکنون می‌توانیم معادله‌ی نیروی محرکه را برحسب زمان بنویسیم:

$$V=V_m\sin\frac{2\pi}{T}\Rightarrow V=20\sin 30t$$

به کمک قانون اهم، شدت جریان را حساب می‌کنیم:

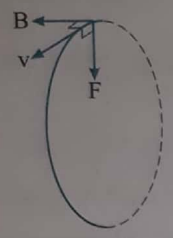
$$I=\frac{V}{R}\Rightarrow I=\frac{20}{5}\sin 30t\Rightarrow I=4\sin 30t$$

Ⓐ **۲۶۸- گزینه‌ی ۲** عقربه‌ی مغناطیسی می‌چرخد تا در راستای میدان مغناطیسی B قرار گیرد. پس عقربه پادساعتگرد می‌چرخد. (قطب N به سمت انتهای خطوط میدان، جهت‌گیری می‌کند.)

Scanned by CamScanner

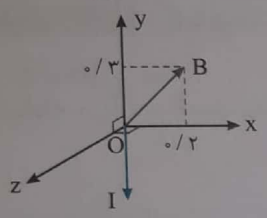
Ⓑ **۲۶۹- گزینه‌ی ۴** ابتدا در اثر القای مغناطیسی نوک پایین سوزن‌ها قطب S شده و سوزن‌ها یک‌دیگر را می‌رانند و از هم دور می‌شوند. اما با نزدیک‌تر شدن آهن‌ربا به سوزن‌ها، سوزن‌ها به سوی آهن‌ربا جذب می‌شوند و به هم نزدیک می‌شوند.

Ⓒ **۲۷۰- گزینه‌ی ۳** در اطراف بار الکتریکی همواره میدان الکتریکی وجود دارد. هرگاه بار الکتریکی حرکت کند در اطراف آن علاوه بر میدان الکتریکی، میدان مغناطیسی به‌وجود می‌آید. البته باید بدانیم که حرکت نسبی است یعنی اگر ناظر به سوی بار حرکت کند مانند این است که بار نسبت به ناظر در حرکت است و اسباب‌های اندازه‌گیری ناظر در اطراف بار الکتریکی (الکترون) علاوه بر میدان الکتریکی، میدان مغناطیسی را نیز نشان می‌دهند.



Ⓑ **۲۷۱- گزینه‌ی ۲** نیروی میدان مغناطیسی در هر نقطه بر v عمود است و v نیز مماس بر مسیر است، بنابراین F رو به مرکز دایره و در امتداد شعاع دایره است.

در یک نقطه مانند شکل جهت F و v را داریم و با استفاده از قانون دست راست، جهت میدان مغناطیسی به‌دست می‌آید.

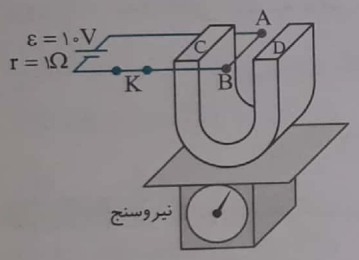


Ⓒ **۲۷۲- گزینه‌ی ۳** نیرویی که بر سیم وارد می‌شود در اثر مولفه‌ی B_x میدان است. از این رو:

$$F = IlB_x \Rightarrow F = ۲\times ۰/۵\times ۰/۲ \Rightarrow F = ۰/۲N$$

نیروی F بر راستای میدان مغناطیسی B و سیم حامل جریان عمود است از این رو باید نیرو بر صفحه‌ی xoy عمود بوده و در امتداد محور zها باشد. با توجه به شکل و قاعده دست راست جهت نیرو در جهت مثبت محور zها است.

Ⓑ **۲۷۳- گزینه‌ی ۱** ابتدا نیروسنج نیروی $W = mg = ۲N$ را نشان می‌دهد پس از بستن کلید نیرو سنج عدد ۲/۱N را نشان داده است. بنابراین سیم حامل جریان بر آهن‌ربا نیروی $F' = ۲/۱ - ۲ = ۰/۱N$ را رو به پایین وارد کرده است. در نتیجه نیرویی که آهن‌ربا بر سیم AB وارد می‌کند، بنا به قانون سوم نیوتون برابر $F = ۰/۱N$ و رو به بالا خواهد بود.



جریان سیم AB را به دست می‌آوریم:

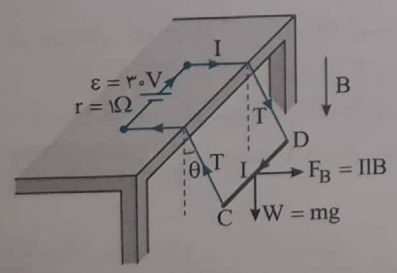
$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} \Rightarrow I = \frac{۱۰}{۴+۱} \Rightarrow I = ۲A$$

میدان مغناطیسی بین قطب‌های آهن‌ربا برابر است با:

$$F = IlB\sin\theta \Rightarrow ۰/۱ = ۲\times ۰/۱\times B\times ۱ \Rightarrow B = \frac{۱}{۲}T = ۵۰۰۰G$$

جریان از A به B بوده و نیروی وارد بر آن رو به بالا است پس جهت میدان مغناطیسی از تیغه‌ی C به سمت تیغه‌ی D است.

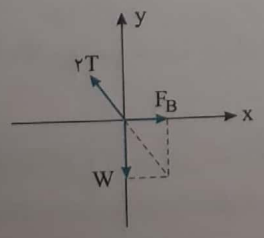
Ⓒ **۲۷۴- گزینه‌ی ۳** جریان در سیم از D به C بوده و میدان B رو به پایین است. بنابراین نیرویی که میدان بر سیم وارد می‌کند، مطابق شکل به سمت راست بوده و سبب انحراف سیم می‌شود تا جایی که نیروی خالص صفر می‌شود. مانند یک تاب که شما آن را به سمت راست کشیده و نگه می‌دارید، در این‌صورت نیروهای وارد بر تاب:



۱- نیروی F شما رو به راست، ۲- نیروی وزن W رو به پایین، ۳- نیرویی که دو طناب وارد می‌کنند که آن را T می‌نامیم. اکنون به نیروهای وارد بر سیم که در شکل نشان داده شده توجه کنید. خواهیم داشت:

$$۲\vec{T} = \vec{W} + \vec{F}$$

در شکل نمودار x و y روبه‌رو می‌توان قضیه‌ی فیثاغورث را به‌کار برد:



$$۲T = \sqrt{W^۲ + F^۲} \Rightarrow ۲T = \sqrt{(mg)^۲ + (IlB)^۲}$$

باید جریان سیم CD را به دست بیاوریم:

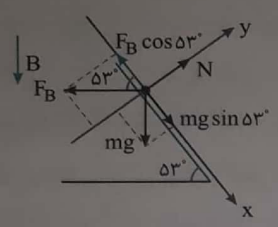
$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} \Rightarrow I = \frac{۳۰}{۲+۱} = ۱۰A$$

$$۲T = \sqrt{(۰/۳)^۲ + (۱۰\times ۱\times ۴\times ۱۰^{-۲})^۲} \Rightarrow ۲T = \sqrt{۰/۳^۲ + ۰/۴^۲} = ۰/۵N \Rightarrow T = ۰/۲۵N$$

Scanned by CamScanner

Ⓒ **۲۷۵- گزینه‌ی ۱** ابتدا جریان سیم CD را به دست می‌آوریم:

$$I=\frac{\varepsilon}{R+r}\Rightarrow I=\frac{۶}{۲}=۳A$$



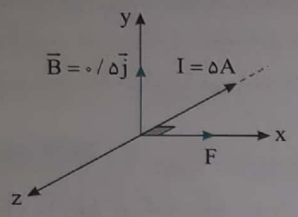
در شکل روبه‌رو جریان سیم درونسو، میدان مغناطیسی رو به پایین و بنا بر قاعده‌ی دست راست نیروی میدان مغناطیسی مطابق شکل به سمت چپ است. سیم ساکن است از این رو:

$$F_B\cos ۵۳^\circ=mg\sin ۵۳^\circ\Rightarrow F_B=mg\tan ۵۳^\circ\Rightarrow IlB=mg\tan ۵۳^\circ\Rightarrow$$

$$۳\times ۰/۵\times B=۰/۰۹\times ۱۰\times\frac{۴}{۳}\Rightarrow B=\frac{۴}{۵}=۰/۸T$$

Ⓑ **۲۷۶- گزینه‌ی ۲** با توجه به داده‌های مسأله شکل روبه‌رو را رسم می‌کنیم. نیروی وارد بر سیم برابر است با:

$$F=IlB\sin\theta\Rightarrow F=۵\times ۰/۱\times ۰/۵\times\sin ۹۰^\circ=۰/۲۵N$$



با توجه به قاعده‌ی دست راست برای نیروی وارد بر سیم حامل جریان جهت نیروی وارد بر سیم مطابق شکل در جهت مثبت محور x ها خواهد بود از این‌رو نیروی وارد بر سیم برابر $\vec{F}=۰/۲۵\vec{i}$ خواهد شد.

Ⓑ **۲۷۷- گزینه‌ی ۴** بر مولفه‌ای از سرعت که در راستای میدان است، نیرویی وارد نمی‌شود و نیروی میدان تنها بر مؤلفه‌ی سرعت عمود بر میدان وارد می‌شود. در این مسأله میدان در راستای محور y ها است، بنابراین این میدان تنها بر مولفه‌ی v_x سرعت نیرو وارد می‌کند. در نتیجه:

$$F=qv_xB_y\Rightarrow F=۴\times ۱۰^{-۶}\times ۳\times ۱۰^{۵}\times ۴\times ۱۰^{-۲}\Rightarrow F=۴/۸\times ۱۰^{-۲}N$$

Ⓑ **۲۷۸- گزینه‌ی ۳** اگر ذره‌ای در راستای میدان جابه‌جا شود به آن نیرویی وارد نخواهد شد.

$$F=qVB\sin\theta\xrightarrow{\theta=۰}F=۰$$

بنابراین برای ذره در راستای $\vec{i}$ فقط میدان در راستای $\vec{j}$ نیرو وارد می‌کند.

$$|F|=qv_iB_j=۱/۶\times ۱۰^{-۱۹}\times ۱۰^{۵}\times\frac{۱}{۲}=۰/۸\times ۱۰^{-۱۴}$$

و با توجه به جهت حرکت و راستای میدان و قاعده دست راست (باید توجه کرد که بار داده شده منفی است) میدان برونسو می‌باشد.

اگر ذره در راستای j در حرکت باشد تنها میدان در راستای i به آن نیرو وارد می‌کند.

$$|F'|=۱/۶\times ۱۰^{-۱۹}\times\sqrt{۳}\times ۱۰^{۵}\times\frac{\sqrt{۳}}{۲}=۲/۴\times ۱۰^{-۱۴}$$

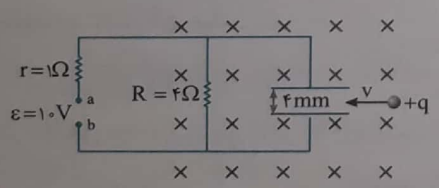
و با توجه به قاعده‌ی دست راست نیرو برونسو می‌شود.

هر دو نیرو برونسو و هم‌جهت می‌باشند بنابراین نیروی برآیند برابر است با:

$$F_T=F+F'=۳/۲\times ۱۰^{-۱۴}$$

Ⓒ **۲۷۹- گزینه‌ی ۱** ابتدا جریان را به دست می‌آوریم:

$$I=\frac{\varepsilon}{R+r}\Rightarrow I=\frac{۱۰}{۴+۱}\Rightarrow I=۲A$$



ولتاژ دو سر مقاومت R با ولتاژ دو سر خازن برابر است:

$$V_C=V_R=IR\Rightarrow V_C=۲\times ۴=۸V$$

میدان الکتریکی بین صفحات خازن برابر خواهد شد با:

$$E=\frac{V}{d}\Rightarrow E=\frac{۸}{۴\times ۱۰^{-۳}}\Rightarrow E=۲۰۰۰\frac{N}{C}$$

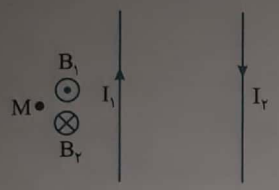
نیرویی که میدان مغناطیسی بر ذره وارد می‌کند، باید با نیروی میدان الکتریکی برابر باشد تا ذره از مسیرش منحرف نشود.

$$F_E=F_B\Rightarrow qE=qvB\sin\theta\Rightarrow E=vB\sin ۹۰^\circ\Rightarrow ۲۰۰۰=v\times ۴۰۰\times ۱۰^{-۴}\Rightarrow v=۵\times ۱۰^{۴}\frac{m}{s}$$

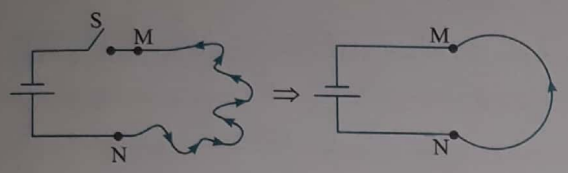
میدان مغناطیسی درونسو بوده و نیروی وارد بر بار مثبت بنا بر قاعده‌ی دست راست رو به پایین است. بنابراین نیروی میدان الکتریکی خازن باید رو به بالا باشد. بر بار مثبت در جهت میدان الکتریکی نیرو وارد می‌شود. در نتیجه میدان الکتریکی خازن باید رو به بالا باشد، یعنی نقطه‌ی b پایانه مثبت باتری است.

Scanned by CamScanner

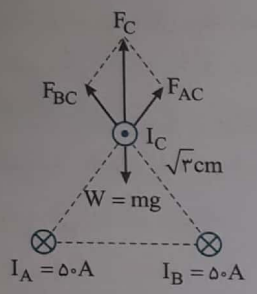
Ⓒ **۲۸۰- گزینه‌ی ۴** میدان در خارج از دو سیم با جریان‌های ناهمسو مختلف‌الجهت بوده (به‌طور مثال جریان I_1 را بالاسو و I_2 پایین‌سو را فرض می‌کنیم). از طرفی جریان $I_1 < I_2$ است و میدان در خارج از دو سیم با جریان‌های ناهمسو در محلی نزدیک سیم با جریان کم‌تر صفر می‌شود. مثلاً در نقطه‌ی M که میدان‌ها ناهمسو و برابرند. میدان صفر است. از این‌رو از سیم I_1 تا نقطه‌ی M میدان در حال کاهش بوده تا صفر می‌شود و سپس با دور شدن از M میدان افزایش می‌یابد اما در فاصله‌ی دور از دو سیم میدان هر دو سیم به سمت صفر می‌رود و میدان خالص کاهش می‌یابد.



Ⓑ **۲۸۱- گزینه‌ی ۱** با وصل کلید S و برقراری جریان اگر به جهت جریان در سیم دقت کنید هر دو جزء کنار هم دارای جریان‌های ناهمسو بوده یک‌دیگر را می‌رانند تا سیم به شکل دایره درآید.



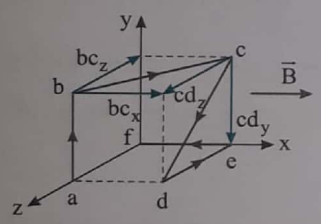
Ⓒ **۲۸۲- گزینه‌ی ۲** نیروی وزن رو به پایین است، بنابراین برآیند نیروهایی که سیم‌های A و B بر سیم C وارد می‌کنند، باید رو به بالا باشد تا نیروی وزن را خنثی کنند. در این صورت نیرویی که I_A و I_B بر I_C وارد می‌کنند باید رانشی بوده، در نتیجه جریان I_C نیز باید ناهمسو با I_A و I_B باشد، یعنی I_C برونسو است:



$$F_C = W \Rightarrow 2F_{BC}\cos\frac{60}{2} = mg \Rightarrow \sqrt{3}F_{BC} = 10^{-1} \Rightarrow F_{BC} = \frac{1}{10\sqrt{3}}N$$

$$F_{BC} = \frac{\mu_0}{2\pi}\times\frac{I_B I_C \times L_C}{d} \Rightarrow \frac{1}{10\sqrt{3}} = 2\times10^{-7}\times\frac{50\times I_C}{\sqrt{3}\times10^{-2}}\times100 \Rightarrow I_C = 1A$$

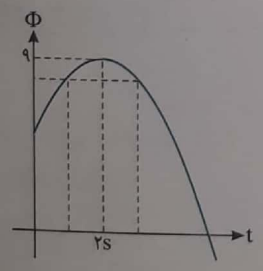
Ⓒ **۲۸۳- گزینه‌ی ۱** سیم bc را به دو مولفه‌ی bc_x و bc_z و سیم cd را به دو مولفه‌ی cd_z و cd_y تجزیه می‌کنیم.



بر سیم ef و بر مولفه‌ی bc_x که در راستای میدان هستند نیرویی وارد نمی‌شود. نیروی وارد بر سیم ab و نیروی وارد بر مولفه cd_y برابر و در خلاف جهت هم بوده یکدیگر را خنثی می‌کنند. نیروی وارد بر مولفه‌ی bc_z و نیروی وارد بر مولفه‌ی cd_z در خلاف جهت بوده و یکدیگر را خنثی می‌کنند و تنها نیروی وارد بر de باقی می‌ماند که برابر است با:

$$F = IlB = 2\times0/1\times0/04 \Rightarrow F = 8\times10^{-3}N$$

۲۸۴- گزینه‌ی ۱ تابع $\Phi = -t^2 + 4t + 5$ یک تابع درجه ۲ است و نمودار آن سهمی است که مختصات رأس آن خواهد شد:



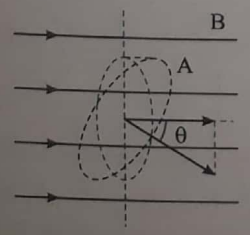
$$t = -\frac{b}{2a} = -\frac{4}{-2} = 2s \Rightarrow \Phi_{max} = -4 + 4\times2 + 5 = 9Wb$$

در لحظه‌ی $t = 0$ نیز، شار برابر 5Wb است از این رو:

$$|\bar{\varepsilon}| = |-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}| = |-1\times\frac{9-((0)^2+4(0)+5)}{2}| = |\frac{-4}{2}| = |-2V| = 2V$$

Ⓒ **۲۸۵- گزینه‌ی ۱** به تعریف شار مغناطیسی دقت کنید:

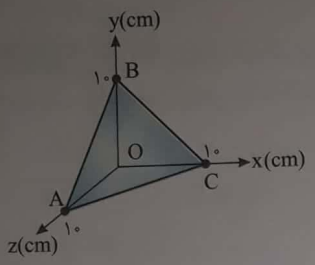
$$\Phi = BA\cos\theta$$



θ زاویه‌ی بین نیم‌خط عمود بر سطح و میدان مغناطیسی است. با توجه به شکل $A\cos\theta$ تصویر نیم‌خط عمود بر سطح در امتداد میدان مغناطیسی B است. به عبارت بهتر مانند این است که سطح A را برصفحه‌ی عمود بر میدان B تصویر می‌کنیم. (یعنی سایه‌ی آن را روی صفحه عمود بر میدان به دست می‌آوریم) در این صورت:

$$\Phi = A_{\perp}B$$

Scanned by CamScanner



در شکل روبه‌رو اگر مثلث ABC را بر راستای عمود بر B یعنی بر صفحه‌ی xoz تصویر کنیم، سطح OAC به‌دست می‌آید. در این صورت شار مغناطیسی گذرنده از سطح ABC همان شار گذرنده از سطح OAC خواهد بود، بنابراین:

$$\Phi = A_{\perp}B = \frac{۰/۱\times ۰/۱}{۲}\times ۰/۴ = ۲\times ۱۰^{-۳}\,Wb$$

Ⓑ **۲۸۶- گزینه‌ی ۱** در حالت اول، میدان بر سطح حلقه عمود است. در حالت دوم تنها مؤلفه‌ی B_x سبب عبور شار از میدان می‌شود و مؤلفه‌ی B_y که مماس برسطح حلقه است، از حلقه شاری عبور نمی‌دهد و با توجه به این که مؤلفه‌ی B_x با اندازه‌ی اولیه میدان برابر است، شار گذرنده از سطح حلقه در دو حالت یکسان بوده و تغییر شار صفر است.

Ⓑ **۲۸۷- گزینه‌ی ۱** ابتدا نسبت مقاومت حلقه‌ها را به‌دست می‌آوریم:

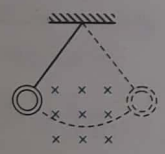
$$\Delta q = \left|-N\frac{\Delta\Phi}{R}\right| \Rightarrow \frac{\Delta q_A}{\Delta q_B} = \frac{\Delta\Phi_A}{\Delta\Phi_B}\times\frac{R_B}{R_A} \Rightarrow ۲ = \frac{A_A\times B}{A_B\times B}\times\frac{R_B}{R_A} \Rightarrow ۲ = \frac{\pi r_A^۲}{\pi r_B^۲}\times\frac{R_B}{R_A} \Rightarrow ۲ = ۴\times\frac{R_B}{R_A} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = ۲$$

به کمک رابطه‌ی ساختمانی مقاومت اهمی، نسبت $\frac{\rho_A}{\rho_B}$ را حساب می‌کنیم:

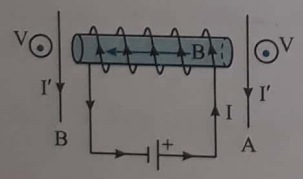
$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A\frac{l_A}{A_A}}{\rho_B\frac{l_B}{A_B}} \Rightarrow ۲ = \frac{\rho_A}{\rho_B}\times\frac{l_A}{l_B}\times\frac{A_B}{A_A}$$

طول هر مقاومت برابر محیط هر حلقه است. از طرفی قطر سیم‌ها و در نتیجه مساحت سطح مقطع آن‌ها برابر است، از این رو:

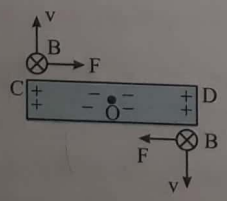
$$۲ = \frac{\rho_A}{\rho_B}\times\frac{۲\pi r_A}{۲\pi r_B} \Rightarrow ۲ = \frac{\rho_A}{\rho_B}\times ۲ \Rightarrow \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{۲}{۲} = ۱$$



Ⓐ **۲۸۸- گزینه‌ی ۳** هنگام ورود حلقه به میدان شار مغناطیسی گذرنده از آن افزایش می‌یابد و جریان القایی حلقه، میدان مغناطیسی القایی به وجود می‌آورد که با افزایش شار مخالفت می‌کند. بنابراین میدان مغناطیسی القایی باید برونسو بوده و جریان القایی بنابر قاعده‌ی دست راست باید پادساعتگرد باشد. هنگام خروج حلقه از میدان، شار مغناطیسی کاهش می‌یابد. بنابراین میدان مغناطیسی حلقه باید درونسو و هم‌جهت میدان خارجی باشد. از این رو جهت جریان بنابر قاعده‌ی دست راست باید ساعتگرد باشد.

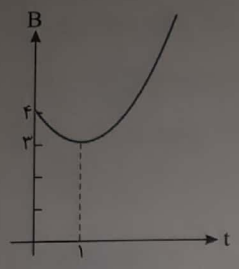


Ⓑ **۲۸۹- گزینه‌ی ۲** با توجه به جهت جریان باتری، میدان مغناطیسی سیملوله از راست به چپ است. برای سیم A و همچنین سیم B چهار انگشت دست راست خود را به سمت خارج و عمود بر صفحه‌ی کاغذ بگیرید، به گونه‌ای که کف دست شما به سمت چپ و در جهت میدان B باشد. در این حالت انگشت شست شما جهت جریان سیم A و همچنین B را رو به پایین نشان خواهد داد.



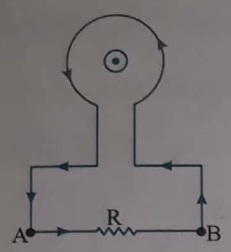
Ⓒ **۲۹۰- گزینه‌ی ۴** با چرخش میله‌ی فلزی در میدان مغناطیسی، توسط میدان بر الکترون‌های آزاد میله نیروی الکترومغناطیسی وارد می‌شود. در سمت چپ یعنی ناحیه‌ی OC و همچنین در سمت راست یعنی ناحیه‌ی OD به کمک قاعده‌ی دست چپ برای بار منفی (الکترون) جهت نیروی وارد بر بار را تعیین می‌کنیم. در شکل مشخص است که این نیروها در دو طرف به سمت نقطه‌ی O هستند، پس الکترون‌ها به سمت O رفته، در دو طرف میله بار مثبت و در محل O بار منفی تجمع خواهد یافت.

Scanned by CamScanner

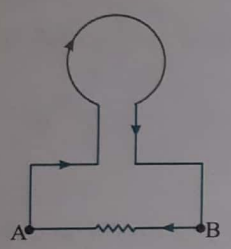


۲۹۱- گزینه‌ی ۳ نمودار میدان مغناطیسی بر حسب زمان به صورت روبه‌رو می‌شود:
مختصات رأس این سهمی را به کمک ریاضی به‌دست می‌آوریم:

$$t=-\frac{b}{۲a}=-\frac{-۲}{۲\times۱}=۱s\Rightarrow\Phi=۱-۲+۴=۳Wb$$

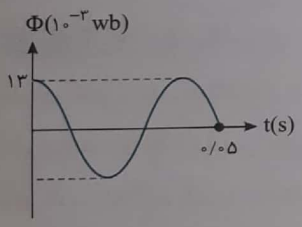


همان‌طور که از نمودار $B-t$ مشخص است در بازه‌ی $t=۰$ تا $t=۱s$ میدان مغناطیسی در حال کاهش می‌باشد، بنابراین طبق قانون لنز میدان القا شده در پیچه نیز باید برونسو باشد. جهت جریان از A به B می‌باشد.



از $t=۱s$ تا $t=۳s$ میدان $\vec{B}$ در حال افزایش است، بنابراین طبق قانون لنز جهت میدان القا شده در پیچه درونسو می‌باشد جهت جریان از B به A است.

۲۹۲- گزینه‌ی ۲ با توجه به نمودار دوره‌ی حرکت و بسامد زاویه‌ای را مشخص می‌کنیم:



$$\frac{۵T}{۴}=۰/۰۵\Rightarrow T=۰/۰۴\ s$$

پس معادله‌ی شار - زمان را می‌نویسیم و معادله‌ی نیروی محرکه بر حسب زمان را به‌دست می‌آوریم:

$$\Phi=۱۳\times۱۰^{-۳}\cos ۵۰\pi t$$

$$\varepsilon_m=NBA(\frac{۲\pi}{T})=N\Phi_m(\frac{۲\pi}{T})\Rightarrow\varepsilon_m=۱۰۰\times۱۳\times۱۰^{-۳}\times۵۰\pi\Rightarrow\varepsilon_m=۶۵\pi V$$

$$\varepsilon=\varepsilon_m\sin\frac{۲\pi}{T}\Rightarrow\varepsilon=۶۵\pi\sin ۵۰\pi t$$

در لحظه‌ای که شار مغناطیسی ۵ میلی‌وبر است، خواهیم داشت:

$$۵\times۱۰^{-۳}=۱۳\times۱۰^{-۳}\times\cos ۵۰\pi t\Rightarrow\cos ۵۰\pi t=\frac{۵}{۱۳}$$

مقدار $\sin ۵۰\pi t$ را به‌دست می‌آوریم:

$$\sin^۲ ۵۰\pi t+\cos^۲ ۵۰\pi t=۱\Rightarrow\sin^۲ ۵۰\pi t+\frac{۲۵}{۱۶۹}=۱\Rightarrow\sin^۲ ۵۰\pi t=\frac{۱۴۴}{۱۶۹}\Rightarrow\sin ۵۰\pi t=\frac{۱۲}{۱۳}$$

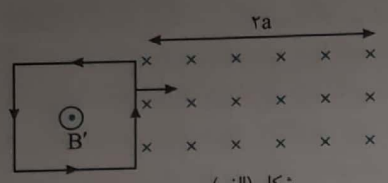
اکنون نیروی محرکه را حساب می‌کنیم:

$$\varepsilon=۶۵\times\pi\times\frac{۱۲}{۱۳}\Rightarrow\varepsilon=۶۰\pi\ V$$

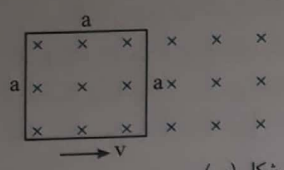
۲۹۳- گزینه‌ی ۱ هنگامی‌که قرص مسی وارد میدان می‌شود، شبیه یک مدار بسته است که از یک میدان مغناطیسی می‌گذرد و خط‌های میدان را قطع می‌کند و در آن جریان القایی به وجود می‌آید که بنا بر قانون لنز با عامل به‌وجود آورنده‌اش که حرکت قرص است، مخالفت می‌کند و هنگام خروج نیز دوباره این پدیده تکرار می‌شود. در نتیجه با حرکت قرص درون میدان، هم در هنگام ورود به میدان و هم در هنگام خروج از آن، نیرویی خلاف جهت حرکت قرص بر آن وارد می‌شود، پس سرعت آن در هر صورت کاهش می‌یابد.

Scanned by CamScanner

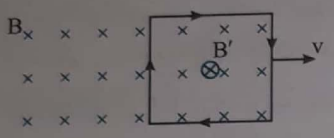
۲۹۴- گزینه‌ی ۱ در مدت ورود قاب به درون میدان مغناطیسی شار مغناطیسی به‌طور یکنواخت در حال افزایش و جریان القایی در آن ثابت است شکل (الف). اما با ورود کامل قاب به درون میدان و حرکت آن در میدان تغییر شاری وجود ندارد و جریان القایی صفر می‌شود شکل (ب). اما در هنگام خروج قاب از میدان، چون سرعت قاب ثابت است، آهنگ تغییر شار ثابت بوده و جریان القایی ثابتی در خلاف جهت اولیه ایجاد می‌شود شکل (پ). با توجه به فرض مسأله که جهت جریان القایی مثبت را در جهت مثبت مثلثاتی در نظر گرفته است. هنگام ورود جریان القایی پادساعتگرد و در جهت مثلثاتی بوده و مثبت است.



شکل (الف)



شکل (ب)



شکل (پ)

دقت کنید، که شار مغناطیسی در حال ورود به میدان در حال افزایش است و در قاب یک میدان مغناطیسی القایی برونسو (B') ایجاد می‌شود که با افزایش شار مخالفت می‌کند. به کمک قاعده‌ی دست راست برای میدان مغناطیسی حلقه مشخص می‌شود که جهت جریان القایی باید پادساعتگرد و در جهت مثلثاتی و مثبت باشد و هنگام خروج به دلیل کاهش شار یک میدان مغناطیسی القایی درونسو ایجاد شده که طبق قانون لنز با کاهش شار مخالفت می‌کند. بنا بر قاعده‌ی دست راست برای میدان مغناطیسی حلقه مشخص می‌شود که جریان ساعتگرد و در خلاف جهت مثبت مثلثاتی و منفی است.

۲۹۵- گزینه‌ی ۳ زمانی که طول می‌کشد تا قاب به انتهای صفحه‌ی میدان برسد:

$$\Delta x = ۳۰cm\ ,\ v = ۱۵\frac{cm}{s} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta x}{v} = ۲s$$

بنابراین در این ۲s مساحت سطحی که از آن میدان می‌گذرد افزایش یافته پس در این مدت شار مغناطیسی افزایش می‌یابد (چون حرکت با سرعت ثابت است، مساحت به‌طور یکنواخت افزایش یافته و نمودار $\Phi - t$ به صورت خط راست است.)

$$\begin{cases} \Phi = BA\cos\alpha \\ A: \text{افزایش یافته} \end{cases} \Rightarrow \Phi: \text{افزایش می‌یابد}$$

در مدت ۲s تا ۳s به صورت یکنواخت همان سطحی که به درون صفحه میدان داخل می‌شود برابر مساحت سطحی است که از صفحه خارج می‌شود بنابراین A که درون میدان قرار می‌گیرد ثابت است و شار عبوری از سطح ثابت می‌ماند: $۲s < t < ۳s \Rightarrow \Phi = \text{ثابت}$

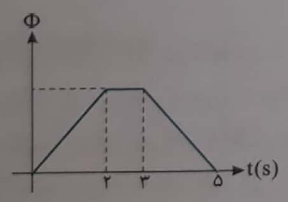
از $t = ۳s$ تا $t = ۵s$ سطح از درون صفحه میدان خارج می‌شود، پس A در حال کاهش بوده و شار کاهش می‌یابد:

$$\begin{cases} \Phi = BA\cos\alpha \\ A: \text{کاهش می یابد} \end{cases} \Rightarrow \Phi: \text{کم می‌شود}$$

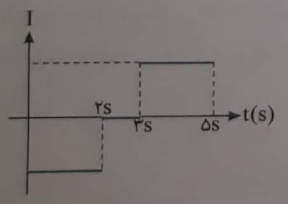
(چون حرکت با سرعت ثابت است کاهش سطح به صورت یکنواخت بوده و نمودار $\Phi - t$ به صورت خط راست می‌باشد.)

بعد از $t = ۵s$ قاب به طور کامل از صفحه میدان بیرون و شار آن صفر است.

حال نمودار $\Phi - t$ را رسم می‌کنیم:



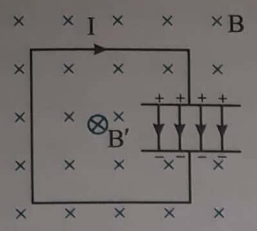
جریان عبوری از قاب برابر است با $I = \frac{-N}{R} \times \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ پس در مدت ۲s تا ۳s که شار ثابت است جریان صفر است و در مدتی که شار افزایش می‌یابد، $\Delta\Phi > ۰$ امّا جریان به خاطر $-\frac{N}{R}\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ منفی می‌باشد و در مدت ۳s تا ۵s که شار کاهش می‌یابد $\Delta\Phi < ۰$ اما جریان به خاطر $-\frac{N}{R}\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ مثبت می‌باشد.



بنابراین گزینه‌ی ۳ درست است؛ دقت کنید گزینه‌ی (۱) نمودار $\Phi - t$ می‌باشد نه $I - t$

Scanned by CamScanner

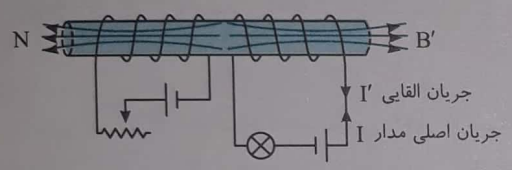
Ⓒ **۲۹۶- گزینه‌ی ۴** با کاهش ناگهانی میدان مغناطیسی، شار مغناطیسی گذرنده از مدار کاهش می‌یابد و با تغییر شار، نیروی محرکه‌ی القایی و جریان القایی در مدار ایجاد می‌شود که بنا بر قانون لنز یک میدان مغناطیسی القایی درونسو ایجاد می‌شود که با کاهش شار مخالفت کند.



با توجه به قاعده‌ی دست راست جریان القایی لحظه‌ای ایجاد شده در بازه‌ی زمانی کاهش میدان، ساعتگرد بوده و سبب می‌گردد صفحه‌ی بالایی خازن دارای بار مثبت و صفحه‌ی پایینی دارای بار منفی شود و میدان الکتریکی بین صفحه‌های خازن پایین‌سو خواهد بود.

جالب است بدانید که پس از صفر شدن میدان مغناطیسی، خازن نیز که توسط یک سیم رسانا دو صفحه‌اش به هم متصل است، خالی شده و یک جریان لحظه‌ای پادساعتگرد ایجاد می‌شود و خازن بدون بار شده و میدان الکتریکی بین صفحه‌های خازن صفر می‌شود.

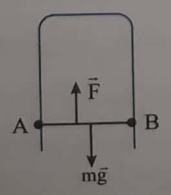
Ⓒ **۲۹۷- گزینه‌ی ۴** در مدار سمت راست، لامپ در اثر عبور جریان باتری از آن روشن است. در مدار سمت چپ نیز جریان برقرار است و میدان مغناطیسی ناشی از آن بنا بر قاعده‌ی دست راست از راست به چپ است. اگر مقاومت رئوستا را کاهش دهیم، جریان مدار سمت چپ افزایش یافته، میدان مغناطیسی آن نیز افزایش می‌یابد و سبب تغییر شار مغناطیسی در سیملوله‌ی مدار سمت راست شده که باعث ایجاد جریان القایی در آن می‌شود که می‌خواهد با افزایش شار مخالفت کند. بنابراین علاوه بر میدان مغناطیسی سیملوله‌ی سمت راست، یک میدان مغناطیسی القایی B' به‌وجود می‌آید که می‌خواهد با افزایش شار مخالفت کند. این میدان B' ناشی از جریان القایی است که جهت آن خلاف جهت جریان اصلی مدار سمت راست است. در واقع در سیملوله، یک نیروی محرکه‌ی القایی به‌وجود می‌آید که خلاف جهت باتری مدار عمل می‌کند. اما مقدار اثرگذاری آن بستگی به سرعت کاهش مقاومت رئوستا، مقدار جریان‌ها و ... دارد. بنابراین ممکن است برای جریان کلی مدار و نور لامپ هر حالتی رخ دهد.



Ⓐ **۲۹۸- گزینه‌ی ۳** آهنگ تغییر مساحت یعنی $\frac{\Delta A}{\Delta t}$. از این‌رو بنا بر قانون القای الکترومغناطیسی فاراده می‌توان نوشت:

$$\varepsilon=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\xrightarrow{\varepsilon=IR} IR=\left|-B\frac{\Delta A}{\Delta t}\right| \Rightarrow 0/02\times 4=5\times 10^{-2}\frac{\Delta A}{\Delta t} \Rightarrow \frac{\Delta A}{\Delta t}=1/6\,\frac{m^2}{s}$$

Ⓒ **۲۹۹- گزینه‌ی ۳** در لحظه‌ی شروع حرکت تنها نیروی مؤثر وارد بر میله‌ی AB نیروی گرانشی است که به آن به‌طور لحظه‌ای شتاب g می‌دهد. با حرکت میله رو به پایین و افزایش سطح مدار و تغییر شار در میله‌ی AB جریان القایی به‌وجود می‌آید که بنا بر قانون لنز این جریان با عامل به‌وجود آورنده‌اش که حرکت میله‌ی AB است مخالفت می‌کند و مانند این است که به میله‌ی AB نیرویی رو به بالا وارد می‌شود. به همین علت شتاب حرکت میله از g کم‌تر می‌شود و هر چه سرعت میله بیش‌تر می‌شود، آهنگ تغییر شار بیش‌تر شده نیروی محرکه‌ی القایی بیش‌تر شده و بنا بر قانون لنز نیرویی که به میله وارد می‌شود بیش‌تر می‌شود و شتاب حرکت میله‌ی AB کاهش می‌یابد تا لحظه‌ای که نیروی گرانش و نیرویی که رو به بالا بر میله از طرف میدان وارد می‌شود برابر شده و شتاب حرکت میله صفر شود و میله با سرعت ثابت به پایین می‌لغزد.



مرحله‌ی اول $F=0 \Rightarrow F_T\neq 0 \Rightarrow a=g$

مرحله‌ی دوم $F\neq 0 \Rightarrow mg>F \Rightarrow a<g$

مرحله‌ی سوم $F=mg \Rightarrow F_T=0 \Rightarrow a=0$

Scanned by CamScanner

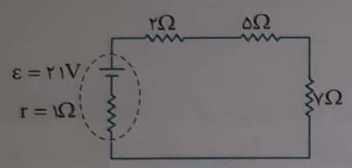
Ⓐ **۳۰۰- گزینه‌ی ۱** ابتدا جریان مدار را به‌دست می‌آوریم:

$$I=\frac{\varepsilon}{R+r}\Rightarrow I=\frac{۱۰}{۳/۵+۰/۵}\Rightarrow I=۲/۵\ A$$

انرژی ذخیره شده در سیملوله برابر است با:

$$U=\frac{۱}{۲}LI^{۲}\Rightarrow U=\frac{۱}{۲}\times ۰/۰۲\times ۶/۲۵\Rightarrow U=۶/۲۵\times ۱۰^{-۲}J=۶۲/۵\ mJ$$

Ⓒ **۳۰۱- گزینه‌ی ۲** در هنگام وصل کلید از سیملوله جریانی عبور نمی‌کند (درون سیملوله میدان القا می‌شود که با تغییر جریان مخالفت می‌کند) و شکل مدار به صورت مقابل می‌شود:

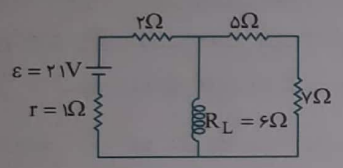


$$I_{کل}=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}$$

مقاومت‌های ۲Ω، ۵Ω و ۷Ω با هم متوالی می‌باشند و جریان عبوری از تک‌تک مقاومت‌ها با هم برابر و مساوی جریان کل می‌باشد.

$$I_{۵\Omega}=I_{کل}=\frac{۲۱}{۵+۲+۷+۱}=\frac{۲۱}{۱۵}=۱/۴A$$

بعد از مدتی جریان مدار ثابت شده و اثر خود - القاوری از بین می‌رود و سیملوله نیز مانند بقیه مقاومت‌ها خواهد شد.

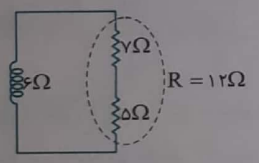


$$I_{کل}=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}$$

مقاومت‌های ۵Ω و ۷Ω با هم متوالی‌اند و با مقاومت سیملوله موازی‌اند.

$$\frac{۱}{R_{۶,۷,۵}}=\frac{۱}{۱۲}+\frac{۱}{۶}=\frac{۱}{۴}$$

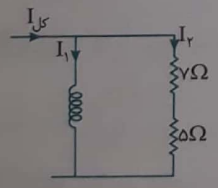
$$R_{۶,۷,۵}=۴\Omega$$



مقاومت معادل ۶Ω، ۷Ω و ۵Ω با مقاومت ۲Ω متوالی و جریان عبوری از آن‌ها برابر جریان کل است.

$$R_{eq}=۴\Omega+۲\Omega=۶\Omega\ ,\ I_{کل}=\frac{۲۱}{۶+۱}=۳A$$

مطابق شکل جریان ۳A بین مقاومت ۶Ω و $R_{۷,۵}$ تقسیم می‌شود:



$$I_{کل}=I_{۱}+I_{۲}$$

و این دو مقاومت با هم موازی هستند:

$$V_{۱}=V_{۲}\Rightarrow I_{۱}\times ۶=I_{۲}\times ۱۲\Rightarrow I_{۱}=۲I_{۲}$$

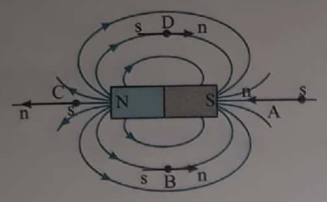
$$I_{۱}+I_{۲}=I_{کل}\Rightarrow ۳I_{۲}=۳A\Rightarrow I_{۲}=۱A$$

مقاومت‌های ۷Ω و ۵Ω با هم متوالی هستند، بنابراین جریان آن‌ها با هم مساوی و برابر $I_{۲}$ است:

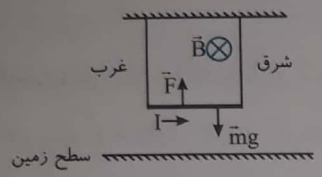
$$\Delta I=۱/۴-۱=۰/۴A$$

Scanned by CamScanner

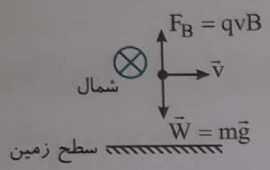
پاسخ آزمون



Ⓐ ۱- گزینه‌ی ۱ با توجه به شکل خطوط میدان، میدان در نقطه‌ی A درست رسم شده است.



Ⓐ ۲- گزینه‌ی ۱ اگر نیروی وارد بر سیم از طرف میدان مغناطیسی به سمت بالا باشد، کشش نخ‌ها کاهش می‌یابد. از طرفی میدان مغناطیسی زمین از جنوب به شمال است، پس جریان در سیم باید به طرف شرق باشد.

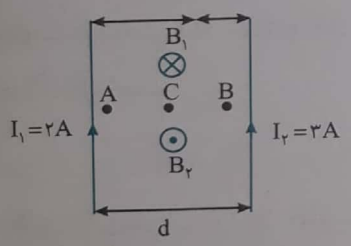


Ⓑ ۳- گزینه‌ی ۲ باید نیرویی که توسط میدان مغناطیسی بر بار وارد می‌شود رو به بالا باشد تا بتواند نیروی وزن را خنثی کند. بار به سوی شرق می‌رود، پس باید میدان مغناطیسی رو به شمال باشد. دقت کنید که کم‌ترین مقدار میدان خواسته شده است، پس باید میدان بر v عمود باشد تا $\sin\alpha$ بیشینه و B کم‌ترین شود.

$$F_B = W \Rightarrow qvB = mg \Rightarrow ۲/۵\times۱۰^{-۷}\times۴\times۱۰^{۵}\times B = ۵\times۱۰^{-۶}\times۱۰ \Rightarrow B = ۵\times۱۰^{-۴}T = ۵G$$

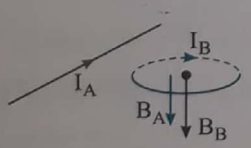
Ⓑ ۴- گزینه‌ی ۳ بر سیم تنها مؤلفه‌ی قائم میدان نیرو وارد می‌کند از این‌رو:

$$F = IlB_y \Rightarrow F = ۲\times۰/۵\times۳ = ۳N$$



Ⓑ ۵- گزینه‌ی ۳ بین دو سیم میدان‌ها ناهمسو هستند، بنابراین وقتی از A به سوی B می‌رویم، در نقطه‌ی مانند C میدان می‌تواند صفر شود. یعنی میدان‌های دو سیم هم‌اندازه و در خلاف جهت هم یکدیگر را خنثی کنند.

بنابراین میدان از A تا C در حال کاهش و از C تا B در حال افزایش است.



Ⓐ ۶- گزینه‌ی ۱ با توجه به شکل جهت میدان مغناطیسی برآیند مطابق گزینه‌ی (۱) است.

Ⓑ ۷- گزینه‌ی ۲ در واقع در هر ۴ میلی‌متر از طول سیم‌لوله یک دور سیم وجود دارد و تعداد دورهای سیم‌لوله در واحد طول برابر است با:

$$n = \frac{N}{l} = \frac{۱}{۴\times۱۰^{-۳}} \Rightarrow n = ۲۵۰$$

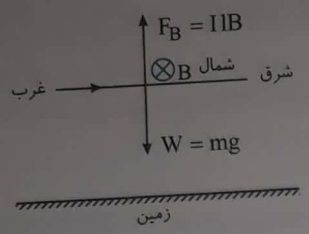
اکنون میدان مغناطیسی سیم‌لوله را به‌دست می‌آوریم:

$$B = \mu_۰ nI \Rightarrow B = ۴\pi\times۱۰^{-۷}\times۲۵۰\times۳ \Rightarrow B = ۳\pi\times۱۰^{-۴}T \Rightarrow B = ۳\pi G$$

Ⓐ ۸- گزینه‌ی ۴ مس، نقره، سرب و بیسموت جز مواد دیامغناطیسی بوده و به‌طور ذاتی فاقد خاصیت مغنایسی‌اند.

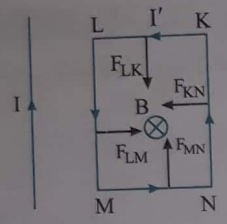
Scanned by CamScanner

Ⓑ **۹- گزینه‌ی ۳** جهت رو به شمال را درونسو می‌گیریم. نیروی وزن رو به پایین است بنابراین نیروی وارد بر سیم حامل جریان باید رو به بالا و برابر نیروی وزن باشد تا سیم ساکن و در حال تعادل بماند. بنا بر قاعده‌ی دست راست برای آن‌که نیروی F_B رو به بالا باشد باید میدان مغناطیسی رو به شمال (درونسو) باشد. اکنون اندازه‌ی میدان را به‌دست می‌آوریم:



$$\begin{cases} F = IlB \\ W = mg \end{cases} \Rightarrow mg = IlB \Rightarrow ۴\times۱۰^{-۳}\times۱۰ = ۰/۵\times۰/۴\times B \Rightarrow B = ۰/۲T$$

Ⓑ **۱۰- گزینه‌ی ۱** میدان مغناطیسی ناشی از سیم راست در سمت راست سیم و در محل قاب بنا بر قاعده‌ی دست راست، درونسو است.

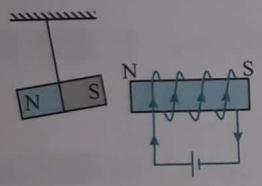


نیروی وارد بر سیم LK پایین‌سو و نیروی وارد بر سیم MN بالاسو است و این نیروها برابرند و یک‌دیگر را خنثی می‌کنند.

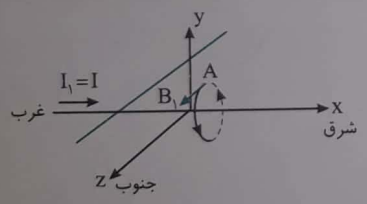
نیروی وارد بر سیم LM بنا بر قاعده‌ی دست راست برای نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی به سمت راست و نیروی وارد بر KN به سیم چپ است.

نیروی وارد بر سیم LM که به سیم راست نزدیک‌تر است بیش‌تر از نیروی وارد بر سیم KN $(F_{LM} > F_{KN})$ بوده و قاب به سمت راست کشیده می‌شود.

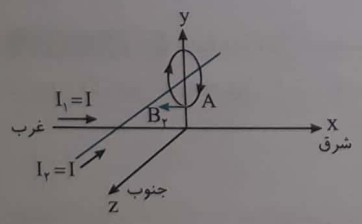
Ⓐ **۱۱- گزینه‌ی ۱** مطابق شکل با بستن کلید K و برقراری جریان، سمت چپ سیم‌لوله قطب N شده و آهن‌ربا را به سوی خود می‌کشد.



Ⓒ **۱۲- گزینه‌ی ۴** اگر محورهای x، y و z را رسم کنیم، داریم:



سیم I_1 موازی با محور x ها است و میدانی که این سیم در نقطه‌ی A ایجاد می‌کند، به سمت جنوب است.



سیم I_2 موازی با محور z ها است و میدانی که ایجاد می‌کند، در نقطه‌ی A به سمت غرب است.

پس میدان برآیند در نقطه‌ی A به سمت جنوب غربی است.

Ⓐ **۱۳- گزینه‌ی ۳** در شکل (۳) نیروی وارد بر بار باید صفر باشد، زیرا بار در راستای میدان مغناطیسی در حرکت است.

در شکل (۲) نیرو برابر با $F = qvB\sin\alpha$ است.

در شکل (۱) با توجه به مثبت بودن بار و بنا بر قاعده‌ی دست راست، نیروی وارد بر بار باید رو به بالا باشد که چنین نیست و شکل نادرست است.

Ⓑ **۱۴- گزینه‌ی ۳** قطب‌نما همواره مماس بر خطوط میدان قرار می‌گیرد.

Scanned by CamScanner

Ⓑ **۱۵- گزینه‌ی ۲** میدان مغناطیسی درون سیملوله را حساب می‌کنیم:

$$B=\mu_0\frac{N}{l}I \Rightarrow B=4\pi\times10^{-7}\times\frac{100}{0/2}\times0/5=4\times\pi\times10^{-5}\times\frac{5}{2}=\pi\times10^{-4}T$$

شار گذرنده از سیملوله برابر است با:

$$\Phi=BA\cos\theta$$

خطوط میدان درون سیملوله در امتداد محور سیملوله و عمود بر سطح حلقه‌های آن است $(\theta=0, \cos\theta=1)$، در این صورت:

$$\Phi=BA \Rightarrow \Phi=\pi\times10^{-4}\times\pi(2\times10^{-2})^2 \Rightarrow \Phi=4\pi^2\times10^{-8} \xrightarrow{\pi^2\simeq10} \Phi=4\times10^{-7}Wb$$

Ⓐ **۱۶- گزینه‌ی ۱** زاویه‌ی بین خط‌های میدان و نیم‌خط عمود بر سطح برابر است با:

$$\theta=90^\circ-60^\circ=30^\circ$$

با توجه به تعریف شار مغناطیسی داریم:

$$\Phi=BA\cos\theta=\frac{\sqrt{3}}{2}BA$$

Ⓐ **۱۷- گزینه‌ی ۳** ایجاد نیروی محرکه در اثر تغییر میدان مغناطیسی صورت گرفته است. دقت کنید در بررسی تغییر میدان مغناطیسی باید جهت میدان درنظر گرفته شود.

$$\alpha=90^\circ \Rightarrow \theta=0$$
$$N=20$$
$$A=100cm^2=10^{-2}m^2$$
$$\Delta t=0/2s$$
$$B_1=0/25T \ , \ B_2=-0/5T$$

$$|\varepsilon|=|-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}|=|\frac{-NA\Delta B\cos\theta}{\Delta t}| \Rightarrow |\varepsilon|=|\frac{-20\times10^{-2}\times(-0/5-0/25)\times1}{2\times10^{-1}}| \Rightarrow |\varepsilon|=0/75V$$

Ⓐ **۱۸- گزینه‌ی ۳** با توجه به قانون القای الکترومغناطیسی فاراده داریم:

$$\varepsilon=-N\frac{d\Phi}{dt} \Rightarrow \text{یکای آهنگ تغییر شار}=\frac{\text{وبر}}{\text{ثانیه}} \Rightarrow \text{ولت}=\frac{\text{وبر}}{\text{ثانیه}}$$

Ⓐ **۱۹- گزینه‌ی ۲** بنا بر قانون القای الکترومغناطیسی فاراده نیروی محرکه‌ی القایی با آهنگ تغییر شار متناسب است. از طرفی آهنگ تغییر میدان $\frac{\Delta B}{\Delta t}$ است، پس می‌توان نوشت:

$$N=100 \quad , \quad A=50cm^2 \quad , \quad \varepsilon=0/1V \quad , \quad \alpha=90^\circ \Rightarrow \theta=0$$

$$\frac{\Delta B}{\Delta t}=?$$

$$|\varepsilon|=|-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}|=|-NA\frac{\Delta B}{\Delta t}\cos\theta| \Rightarrow 0/1=100\times50\times10^{-4}\times\frac{\Delta B}{\Delta t}\times1 \Rightarrow \frac{\Delta B}{\Delta t}=0/2\frac{T}{s}$$

Ⓑ **۲۰- گزینه‌ی ۴** ابتدا دوره را به‌دست می‌آوریم. در هر ثانیه پیچه ۲۵ دور چرخیده است، بنابراین مدت زمانی که طول می‌کشد تا پیچه یک دور بچرخد برابر است با:

$$T=\frac{t}{n} \Rightarrow T=\frac{1}{25}s$$

بیشینه نیروی محرکه را حساب می‌کنیم.

$$\begin{cases}\varepsilon_m=NBA(\frac{2\pi}{T}) \Rightarrow \varepsilon_m=N\Phi_m(\frac{2\pi}{T}) \Rightarrow \varepsilon_m=20\times0/05\times\frac{2\pi}{\frac{1}{25}} \Rightarrow \varepsilon_m=50\pi V\\ \Phi_m=BA\end{cases}$$

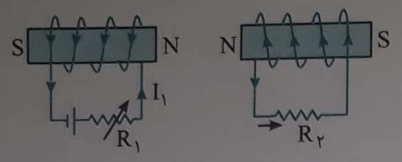
معادله نیروی محرکه را می‌نویسیم:

$$\varepsilon=\varepsilon_m\sin\frac{2\pi}{T}t \Rightarrow \varepsilon=50\pi\sin50\pi t$$

اکنون نیروی محرکه در $t=\frac{1}{3}s$ را به دست می‌آوریم

$$\varepsilon=50\pi\sin\frac{50\pi}{3}=50\pi\sin(\frac{48\pi}{3}+\frac{2\pi}{3})=50\pi\sin(16\pi+\frac{2\pi}{3}) \Rightarrow \varepsilon=50\pi\sin(\frac{2\pi}{3}) \Rightarrow \varepsilon=50\pi\times\frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \varepsilon=25\pi\sqrt{3}V$$

Scanned by CamScanner

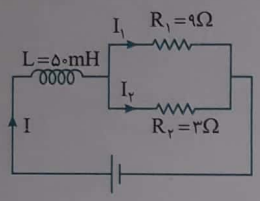


۲۱- گزینه‌ی ۱ اگر مقاومت R_1 را کاهش دهیم، جریان در مدار آن افزایش می‌یابد. شار گذرنده از مدار دوم افزایش یافته و جریان القایی در مدار آن در جهت (۱) ایجاد می‌شود تا با افزایش شار مخالفت کند.

تغییرات جریان در مدار اول موقتی و تغییر شار آن نیز موقتی است. پس جریان القا شده در مدار دوم نیز موقتی خواهد بود.

۲۲- گزینه‌ی ۱ جریان R_2 را به‌دست می‌آوریم:

$$P_2 = R_2 I_2^2 \Rightarrow 27 = 3I_2^2 \Rightarrow I_2 = 3A$$



در مقاومت‌های موازی جریان به نسبت وارون مقاومت‌ها تقسیم می‌شود. بنابراین جریان مقاومت R_1 برابر خواهد شد با:

$$I_1R_1 = I_2R_2 \Rightarrow 9I_1 = 3\times 3 \Rightarrow I_1 = 1A$$

بنا بر قانون جریان‌های کیرشهوف جریان کل مدار برابر است با:

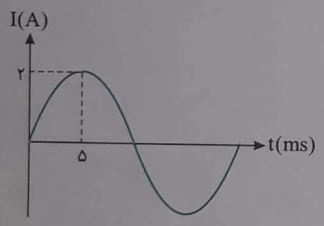
$$I = I_1 + I_2 \Rightarrow I = 1+3 \Rightarrow I = 4A$$

انرژی ذخیره شده در سیم‌لوله برابر خواهد شد با:

$$U = \frac{1}{2}LI^2 \Rightarrow U = \frac{1}{2}\times 50\times 10^{-3}\times 4^2 = 0/4J$$

۲۳- گزینه‌ی ۳ با توجه به شکل می‌توان نوشت:

$$\frac{T}{4} = 5 \Rightarrow T = 20\ ms$$



معادله‌ی جریان بر حسب زمان را می‌نویسیم:

$$I = I_m \sin\frac{2\pi}{T}t \Rightarrow I = 2\sin\frac{2\pi}{20\times 10^{-3}}t \Rightarrow I = 2\sin 100\pi t$$

اکنون جریان در لحظه‌ی $t = \frac{1}{30}s$ را به‌دست می‌آوریم.

$$I = 2\sin(100\pi\times\frac{1}{30}) = 2\sin(\frac{10\pi}{3}) = 2\sin(3\pi + \frac{\pi}{3})$$

$$\Rightarrow I = -2\sin\frac{\pi}{3} \Rightarrow I = -2\times\frac{\sqrt{3}}{2} = -\sqrt{3}A$$

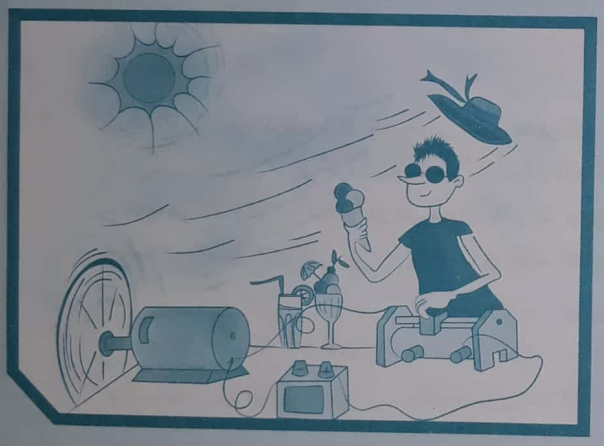
۲۴- گزینه‌ی ۲ بار الکتریکی گذرنده از مدار از رابطه‌ی $q = I\Delta t$ و جریان به کمک قانون اهم $(I = \frac{\varepsilon}{R})$ به‌دست می‌آید و بنا بر قانون القای الکترومغناطیس فاراده $\varepsilon = -\frac{N\Delta\Phi}{\Delta t}$ است. پس:

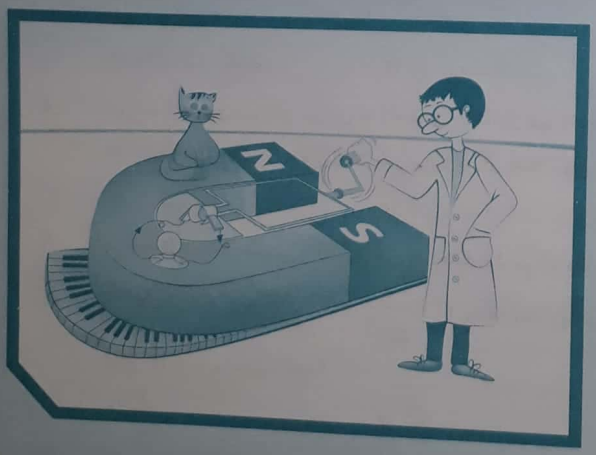
$$q = I\Delta t = \frac{\varepsilon}{R}.\Delta t = \frac{-N\Delta\Phi}{R\Delta t}.\Delta t = \frac{-N\Delta\Phi}{R} = -50\times\frac{(0-0/04)}{5} = 0/4C$$

۲۵- گزینه‌ی ۲ مبدل A افزاینده و مبدل‌های B و C کاهنده هستند.

Scanned by CamScanner

آزمون‌های جامع





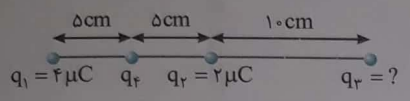
Scanned by CamScanner

آزمون‌های جامع

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

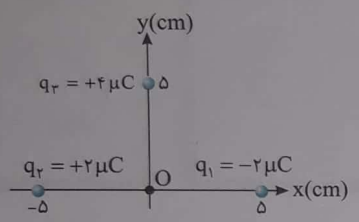
آزمون ۱ (۱)

۱- در شکل روبه‌رو برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_4 برابر صفر است؛ بار q_3 چند میکروکولن می‌باشد؟ (مشابه سراسری ریاضی ۹۱)



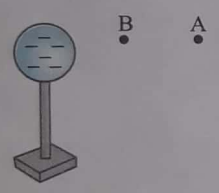
۱) -8
۲) 8
۳) 18
۴) -18

۲- در شکل روبه‌رو ۳ بار الکتریکی در نقاط مشخص شده قرار دارند. بردار میدان الکتریکی در مبدأ مختصات در SI کدام است؟ $(k = 9\times10^9 \frac{N.m^2}{C^2})$ (مشابه سراسری ریاضی ۹۲)



۱) $7/2\times10^7$
۲) $7/2\sqrt{2}\times10^7$
۳) $1/44\times10^7$
۴) $1/44\sqrt{2}\times10^7$

۳- در شکل روبه‌رو، کره‌ای با بار منفی، روی پایه‌ی عایقی قرار دارد. شخصی در میدان الکتریکی حاصل از این کره ذره‌ی باردار مثبت را از نقطه A تا B با سرعت ثابت جابه‌جا می‌کند. اگر کار شخص در این میدان W و کار نیروی حاصل از میدان W' و اختلاف پتانسیل الکتریکی $\Delta V = V_A - V_B$ باشد، کدام رابطه درست است؟ (مشابه سراسری ریاضی خارج ۹۶)



۱) $\Delta V > 0, W' > 0, W < 0$
۲) $\Delta V < 0, W' < 0, W < 0$
۳) $\Delta V > 0, W' < 0, W > 0$
۴) $\Delta V < 0, W' < 0, W > 0$

۴- با تخلیه‌ی قسمتی از بار الکتریکی یک خازن انرژی آن ۹۶ درصد کاهش می‌یابد. اختلاف پتانسیل الکتریکی آن چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟ (مشابه سراسری ریاضی ۹۴)

۱) ۸۰ درصد کاهش
۲) ۸۰ درصد افزایش
۳) ۲۰ درصد کاهش
۴) ۲۰ درصد افزایش

۵- بین دو صفحه‌ی رسانای موازی به فاصله‌ی $1cm$ از هم، اختلاف پتانسیل الکتریکی ۲۰۰ ولت ایجاد کرده‌ایم. اگر یک ذره‌ی آلفا بین این دو صفحه قرار گیرد، نیروی الکتریکی وارد بر آن چند نیوتون خواهد شد؟ $(e = 1/6\times10^{-19}C)$ (مشابه سراسری ریاضی ۹۵)

۱) $3/2\times10^{-15}$
۲) $6/4\times10^{-15}$
۳) $3/2\times10^{-13}$
۴) $6/4\times10^{-13}$

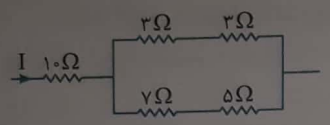
۶- دو سیم هم‌طول مسی و آلومینیومی در اختیار داریم که مقاومت سیم مسی دو برابر مقاومت سیم آلومینیومی می‌باشد. اگر چگالی مس و آلومینیوم به ترتیب $9\frac{g}{cm^3}$ و $2/7\frac{g}{cm^3}$ و مقاومت ویژه‌ی مس $\frac{1}{2}$ برابر مقاومت ویژه‌ی آلومینیوم باشد، جرم سیم آلومینیومی چند برابر جرم سیم مسی است؟ (مشابه سراسری ریاضی ۹۶)

۱) $\frac{1}{10}$
۲) $\frac{3}{40}$
۳) $\frac{5}{4}$
۴) $\frac{5}{3}$

۱- در این آزمون سوالاتی مشابه سؤالات کنکورهای سراسری رشته ریاضی، طرح شده است.

Scanned by CamScanner

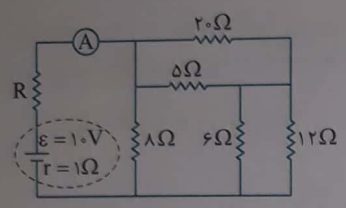
۷- در مدار روبه‌رو توان مصرفی مقاومت 5Ω چند برابر توان مصرفی مقاومت 10Ω است؟



(مشابه سراسری ریاضی ۹۱)

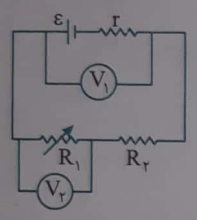
۱) $\frac{1}{3}$
۲) $\frac{1}{9}$
۳) $\frac{1}{6}$
۴) $\frac{1}{18}$

۸- در مدار روبه‌رو R چند اهم باشد تا آمپرسنج عدد ۱ را نشان دهد؟ (مشابه سراسری خارج ریاضی ۹۳)



۱) 2Ω
۲) 4Ω
۳) 5Ω
۴) 6Ω

۹- در مدار شکل روبه‌رو اگر مقاومت متغیر R_1 را به‌تدریج افزایش دهیم، اعداد نشان داده شده توسط ولت‌سنج‌های V_1 و V_2 به‌ترتیب چگونه تغییر می‌کنند؟ (از راست به چپ)



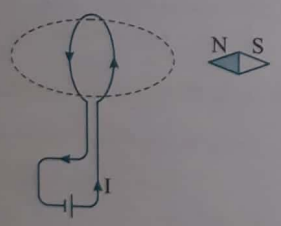
(مشابه سراسری ریاضی ۹۳)

۱) افزایش - کاهش
۲) کاهش - افزایش
۳) افزایش - افزایش
۴) کاهش - کاهش

۱۰- پروتونی عمود بر یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی $10mT$ حرکت می‌کند و نیروی مغناطیسی $6/4\times10^{-16}N$ به آن وارد می‌شود. انرژی جنبشی پروتون چند الکترون ولت است؟ $(e=1/6\times10^{-19}C\ ,\ m_p=1/7\times10^{-27}kg)$ (مشابه سراسری ریاضی ۹۵)

۱) $8/5\times10^{3}$
۲) $1/7\times10^{3}$
۳) $8/5\times10^{2}$
۴) $1/7\times10^{2}$

۱۱- یک پیچه با تعداد دور سیم زیاد مطابق شکل زیر وجود دارد، یک عقربه‌ی مغناطیسی را که آزادانه می‌تواند حول محور قائم خود بچرخد به آرامی روی مسیر دایره‌ای شکل در صفحه‌ی عمود بر سطح پیچه یک دور کامل می‌چرخانیم. در این مسیر عقربه چند درجه دوران می‌کند؟



(مشابه سراسری ریاضی ۹۶)

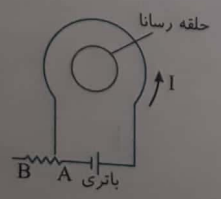
۱) 180°
۲) 270°
۳) 360°
۴) 720°

۱۲- ذره‌ای به جرم $400mg$ با سرعت $10^4\frac{m}{s}$ به‌طور عمود وارد میدان مغناطیسی یکنواخت $2mT$ می‌شود. اگر بار الکتریکی ذره $40\mu C$ باشد، شتابی که ذره تحت تأثیر میدان می‌گیرد چند متر بر مربع ثانیه است؟

(مشابه سراسری ریاضی ۹۲)

۱) ۴
۲) ۰/۴
۳) ۲
۴) ۰/۲

۱۳- در شکل روبه‌رو اگر لغزنده رئوستا از A تا B در حال حرکت باشد جریان I ..... می‌یابد و جهت میدان مغناطیسی القایی در حلقه‌ی رسانا در کدام جهت خواهد بود؟



(مشابه سراسری خارج ریاضی ۹۵)

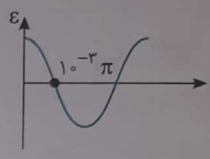
۱) کاهش، برون‌سو
۲) کاهش، درون‌سو
۳) افزایش، درون‌سو
۴) افزایش، برون‌سو

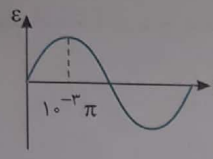
Scanned by CamScanner

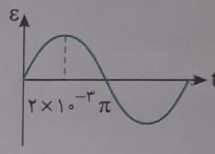
۱۴- شعاع مقطع سیملوله‌ای $2cm$ و طول آن $10cm$ است. اگر تعداد دورهای سیملوله ۱۰۰ دور و جریان عبوری از سیملوله $I=4t^2-5t-1$ باشد، انرژی ذخیره‌شده در سیملوله در $t=3s$ چند میلی‌ژول است؟ $(\mu_0=4\pi\times10^{-7}\frac{Tm}{A}, \pi=3)$ (مشابه سراسری ریاضی ۹۴)

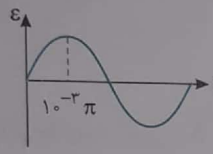
۱) ۱/۲ ۲) ۱۲ ۳) ۱۴/۴ ۴) ۲۸/۸

۱۵- شار مغناطیسی عبوری از پیچه‌ی مولد جریان متناوبی در SI به‌صورت $\Phi=0/002\cos(500t)$ است. اگر تعداد حلقه‌های پیچه ۴۰ و مقاومت الکتریکی آن 10Ω باشد، بیشینه جریان الکتریکی و نمودار $\varepsilon-t$ برای پیچه کدام گزینه است؟ (مشابه سراسری خارج ریاضی ۹۱)

۱) ۲A و


۲) ۲A و


۳) ۴A و


۴) ۴A و


Scanned by CamScanner

آزمون ۲ ①

۱- یک کره‌ی رسانای تو خالی در اختیار داریم. اگر در مرکز این کره بار $+1/6\mu C$ قرار دهیم و کره را با یک سیم به زمین (چشمه‌ی خنثی بار الکتریکی) اتصال دهیم، چند الکترون از زمین به کره منتقل می‌شود؟ $(e=1/6\times10^{-19}C)$ (مشابه سراسری تجربی ۹۲)

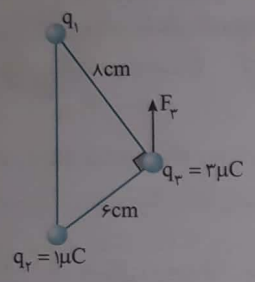
۱) 10^{10} ۲) 10^{12} ۳) 10^{13} ۴) 10^{15}

۲- دو کره‌ی فلزی مشابه دارای بارهای الکتریکی $q_1=+5\mu C$ و $q_2=+15\mu C$ در فاصله‌ی r، نیروی F بر یکدیگر وارد می‌کنند؛ اگر ابتدا ٪۲۵ از بار q_2 را به بار q_1 بدهیم و سپس آن‌ها را با هم تماس دهیم به‌طوری که فقط بین دو کره مبادله‌ی بار صورت گیرد و مجدداً به همان فاصله‌ی قبلی برگردانیم، نیروی دافعه بین دو کره چگونه تغییر می‌کند؟ (مشابه سراسری تجربی ۹۱)

۱) ۲۵ درصد افزایش ۲) ۲۵ درصد کاهش ۳) تقریباً ۳۳ درصد کاهش ۴) تقریباً ۳۳ درصد افزایش

۳- در شکل زیر سه بار نقطه‌ای در سه رأس مثلث قائم‌الزاویه ثابت شده‌اند. اگر F_3 برابر برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_3 موازی خط واصل q_1 و q_2 باشد، F_3 چند نیوتون است؟

$(k=9\times10^{9}\frac{k.m^2}{C^2})$

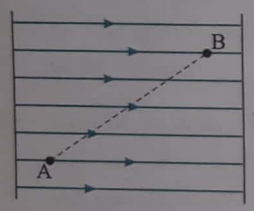


۱) ۱۲/۵
۲) ۲۵
۳) ۳۷/۵
۴) باید مقدار q_1 مشخص باشد.

۴- بارهای الکتریکی نقطه‌ای $-2\mu C$ و $+4\mu C$ روی محور x به‌ترتیب در مکان‌های $x=6cm$ و $x=12cm$ قرار دارند. بار نقطه‌ای چند میکروکولن را باید در مکان $x=-3cm$ قرار داد تا میدان الکتریکی در مبدأ محور x برابر صفر شود؟ (مشابه سراسری خارج تجربی ۹۴)

۱) ۰/۲۵ ۲) ۲/۵ ۳) ۲۵ ۴) ۲۵۰

۵- در یک میدان الکتریکی بار $q=-2\mu C$ را از نقطه‌ی A تا B مطابق شکل جابه‌جا می‌کنیم. اگر انرژی پتانسیل الکتریکی در نقاط A و B به ترتیب $0/3mJ$ و $0/5mJ$ و اندازه‌ی پتانسیل نقطه‌ی B برابر $80V$ باشد، پتانسیل نقطه‌ی A چند ولت است؟ (مشابه سراسری خارج تجربی ۹۳)



۱) $+20$ ۲) -40
۳) $+180$ ۴) گزینه‌های ۱ و ۳ هر دو درستند.

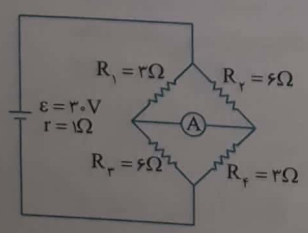
۶- روی خازنی ظرفیت آن و بیشینه ولتاژ قابل تحمل آن به ترتیب برابر $6\mu F$ و $100V$ نوشته شده است. اگر فاصله‌ی دو صفحه‌ی خازن $2cm$ باشد، بیشینه انرژی ذخیره شده در خازن بر حسب میلی‌ژول و بیشینه میدان الکتریکی قابل تحمل خازن بر حسب کیلوولت بر میلی‌متر به ترتیب برابر کدام گزینه است؟ (مشابه سراسری تجربی ۹۲)

۱) ۰/۰۳ و ۵۰ ۲) ۰/۰۳ و 5×10^{-3} ۳) ۳۰ و 5×10^{-3} ۴) ۳۰ و ۵۰

۷- طول یک سیم فلزی $12cm$ و قطر مقطع آن $4/2mm$ است. اگر سیم را از ابزاری عبور دهیم تا بدون تغییر جرم مقاوت الکتریکی آن ۹ برابر شود، طول آن چند سانتی‌متر می‌شود؟ (مشابه سراسری تجربی ۹۳)

۱) ۲/۵ ۲) ۴۰ ۳) ۳۶ ۴) ۱۶۰

۸- در مدار روبه‌رو آمپرسنج چند آمپر را نشان می‌دهد؟ (مشابه سراسری تجربی ۹۳)

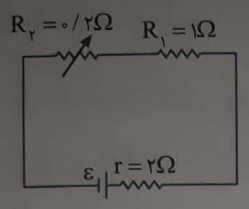


۱) صفر
۲) ۱
۳) ۲
۴) ۳

۱- در این آزمون، سؤالاتی مشابه سؤالات کنکورهای سراسری رشته تجربی، طرح شده است.

Scanned by CamScanner

۹- در مدار روبه‌رو مقاومت متغیر R_2 را چند اهم افزایش دهیم تا توان خروجی مولد همان مقدار قبلی باقی بماند؟ (مشابه سراسری تجربی ۹۴)



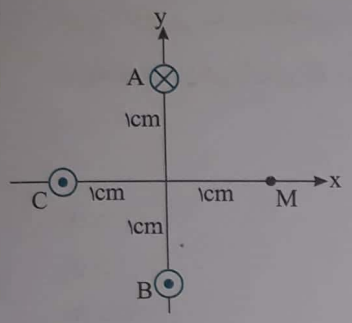
۱) $\frac{64}{30}$ ۲) $\frac{7}{3}$

۳) $\frac{25}{30}$ ۴) به مقدار ε بستگی دارد.

۱۰- در مکانی که میدان مغناطیسی یکنواخت ۰/۰۲ تسلا برقرار است. ذره‌ای با بار الکتریکی $-50\mu C$ با سرعت $100\frac{m}{s}$ به سمت شرق در حرکت است. اگر خطوط میدان مغناطیسی به سمت جنوب باشد، نیروی الکترومغناطیسی وارد بر ذره چند نیوتون و به کدام جهت است؟ (مشابه سراسری تجربی ۸۵)

۱) 10^{-5} و به سمت بالا ۲) 10^{-5} و به سمت پایین ۳) 10^{-4} و به سمت بالا ۴) 10^{-4} و به سمت پایین

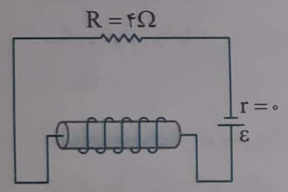
۱۱- مطابق شکل مقابل از سه سیم مستقیم و بلند که بر صفحه‌ی کاغذ عمودند جریان $I = 3A$ در جهات نشان داده شده عبور می‌کند. جهت نیروی الکترومغناطیسی وارد بر سیم C در کدام جهت است؟



۱) ↑ ۲) →

۳) ↓ ۴) ←

۱۲- در شکل روبه‌رو توان مصرفی مقاومت R برابر ۳۶ وات است. اگر در هر سانتی‌متر سیملوله ۲ دور حلقه داشته باشد، میدان مغناطیسی داخل سیملوله و روی محور آن چند تسلا و در کدام جهت است؟ $(\mu_0 = 4\pi\times10^{-7}\frac{T.m}{A})$ (مشابه سراسری تجربی ۸۵)



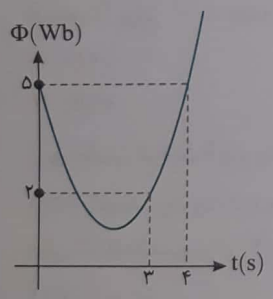
۱) $2/4\pi\times10^{-4}$، به سمت راست

۲) $2/4\pi\times10^{-4}$، به سمت چپ

۳) $2/4\pi\times10^{-6}$، به سمت راست

۴) $2/4\pi\times10^{-6}$، به سمت چپ

۱۳- نمودار شار مغناطیسی گذرنده از یک حلقه به صورت سهمی روبه‌رو است. نیرو محرکه‌ی متوسط بین $t = 1s$ تا $t = 3s$ و کمترین شار عبوری از حلقه به‌ترتیب از راست به چپ چند ولت و چند وبر است؟ (مشابه سراسری تجربی ۹۰)



۱) ۱/۲ و ۱

۲) ۱ و ۰

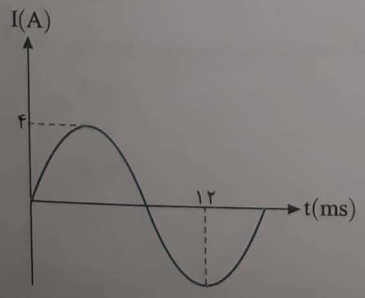
۳) ۱ و ۱/۲

۴) ۰ و ۱

۱۴- وقتی از سیملوله‌ای جریان ۲A می‌گذرد، انرژی ذخیره شده در آن به ۱۰۰ میلی ژول می‌رسد. ضریب خودالقاوری سیملوله چند هانری است؟ (مشابه سراسری خارج تجربی ۹۱)

۱) ۵ ۲) 5×10^{-2} ۳) ۱۰ ۴) 10^{-1}

۱۵- نمودار جریان بر حسب زمان یک مولد جریان متناوب که پیچه‌اش دارای یک حلقه است مطابق شکل روبه‌رو است. اگر مقاومت این مولد 3Ω باشد معادله شار عبوری از آن برابر کدام گزینه است؟ $(\pi \simeq 3)$ (مشابه سراری خارج تجربی ۸۵)



۱) $\Phi = 3/2\times10^{-2}\sin(375t)$

۲) $\Phi = 3/2\times10^{-2}\cos(375t)$

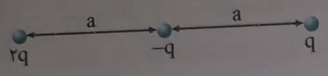
۳) $\Phi = 3/2\sin(375t)$

۴) $\Phi = 3/2\cos(375t)$

Scanned by CamScanner

آزمون ۳ (۱)

۱- در شکل زیر، برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار نقطه‌ای q از طرف بارهای نقطه‌ای $-q$ و $2q$ به‌صورت بردار $\vec{F}$ می‌باشد. اگر مکان بارهای نقطه‌ای $-q$ و $2q$ با یکدیگر عوض شود، برایند نیروهای الکتریکی وارد بر q به چه صورت خواهد شد؟ (قلم‌چی)



۱) $\frac{7}{4}\vec{F}$
۲) $-\frac{7}{4}\vec{F}$
۳) $\frac{7}{2}\vec{F}$
۴) $-\frac{7}{2}\vec{F}$

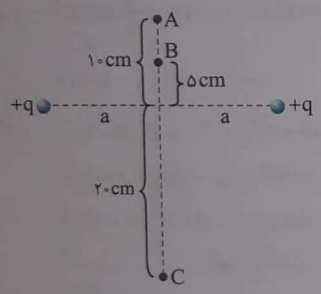
۲- مطابق شکل مقابل، دو کره‌ی فلزی مجزا و توخالی مشابه و خنثی، داریم. در مرکز کره‌ی سمت راست بار مثبت و هم‌چنین بر سطح شماره‌ی (۳) از کره‌ی سمت چپ بار مثبت قرار می‌دهیم. پس از ایجاد تعادل، بار هر یک از سطوح (۱)، (۲)، (۳) و (۴) به‌ترتیب از راست به چپ کدام است؟ (قلم‌چی)

۱) مثبت - منفی - مثبت - مثبت
۲) مثبت - مثبت - خنثی - مثبت
۳) منفی - مثبت - خنثی - مثبت
۴) منفی - خنثی - مثبت - منفی

۳- در یک فضا، میدان الکتریکی ثابت و یکنواخت برقرار است. ذره‌ای با بار الکتریکی مثبت را در نقطه‌ای از این فضا از حال سکون رها می‌کنیم تا زمانی که ذره تحت اثر میدان الکتریکی در این فضا جابه‌جا می‌شود، به سمت مکان‌هایی با پتانسیل الکتریکی ..... می‌رود و در این صورت اندازه‌ی میدان الکتریکی ..... و انرژی پتانسیل الکتریکی آن ..... می‌یابد. (از وزن ذره صرف‌نظر کنید.)

۱) کم‌تر، ثابت، افزایش
۲) کم‌تر، ثابت، کاهش
۳) بیش‌تر، کاهش، افزایش
۴) کم‌تر، افزایش، کاهش

۴- مطابق شکل زیر دو بار الکتریکی نقطه‌ای هم‌اندازه و مثبت در فاصله‌ی مشخص از یکدیگر ثابت شده‌اند. یک بار نقطه‌ای منفی روی عمود منصف خط واصل دو بار با سرعت ثابت از نقطه‌ی A تا نقطه‌ی C جابه‌جا می‌شود. کدام گزینه در مورد انرژی پتانسیل الکتریکی بار در نقاط A، B و C صحیح است؟ (قلم‌چی)



۱) $U_A < U_B < U_C$
۲) $U_C < U_A < U_B$
۳) $U_B < U_C < U_A$
۴) $U_B < U_A < U_C$

۵- دو صفحه‌ی مربع شکل فلزی به ضلع ۶۰cm موازی یکدیگر و در فاصله‌ی ۵mm از هم قرار دارند. اگر به یکی از آن‌ها بار -20 نانوکولن و به دیگری بار $+20$ نانوکولن بدهیم و فاصله‌ی بین آن‌ها خالی باشد، اندازه‌ی میدان الکتریکی بین دو صفحه چند نیوتون بر کولن می‌شود؟ ($\pi = 3$, $k = 9\times10^9 \frac{N.m^2}{C^2}$ و میدان بین صفحات را یکنواخت در نظر بگیرید.) (گزینه دو)

۱) 6×10^3
۲) $2/4\times10^2$
۳) $1/5\times10^3$
۴) 3×10^2

۶- خازن تختی با دی‌الکتریک هوا را پس از پر شدن از مولد جدا می‌کنیم و سپس فاصله‌ی بین دو صفحه را نصف و فاصله‌ی بین دو صفحه را با دی‌الکتریکی با ثابت ۲ به طور کامل پُر می‌کنیم. انرژی ذخیره شده در خازن چه تغییری می‌کند؟ (قلم‌چی)

۱) ۴ برابر می‌شود
۲) $\frac{1}{4}$ برابر می‌شود
۳) $\frac{1}{2}$ برابر می‌شود
۴) تغییری نمی‌کند

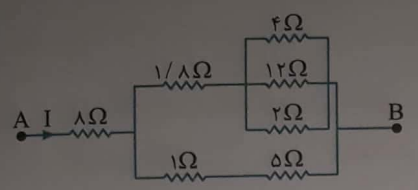
۷- سیم رسانایی به طول L، سطح مقطع A و مقاومت ویژه‌ی ρ را به n قسمت با طول‌های مساوی تقسیم کرده و آن‌ها را به صورت موازی به هم می‌بندیم. اگر جریان عبوری از مجموعه‌ی مقاومت‌ها برابر با I باشد، اختلاف پتانسیل دو سر مجموعه کدام است؟ (ρ مقاومت ویژه‌ی سیم است.) (قلم‌چی)

۱) $\frac{\rho AI}{nl}$
۲) $\frac{\rho AI}{n^2 l}$
۳) $\frac{\rho lI}{n^2 A}$
۴) $\frac{\rho lI}{nA}$

۱- در این آزمون، سؤالات کنکورهای آزمایشی، ارائه شده است.

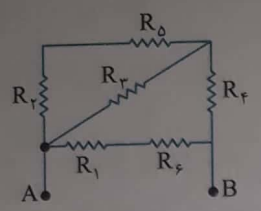
Scanned by CamScanner

۸- شکل زیر، قسمتی از یک مدار الکتریکی را نشان می‌دهد. اگر $I=2A$ باشد، توان الکتریکی مصرفی در مجموعه‌ی مقاومت‌های بین دو نقطه‌ی A و B، چند ولت است؟ (قلم‌چی)



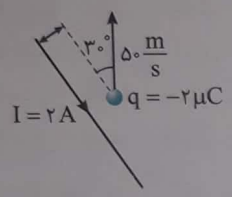
۱) ۱۰ ۲) ۲۰
۳) ۴۰ ۴) ۸۰

۹- در شکل مقابل، مقاومت‌ها مشابه‌اند. با افزایش ولتاژ دو سر مدار $(V_A - V_B)$، کدام یک از مقاومت‌ها زودتر از بقیه آسیب می‌بیند؟ (گزینه دو)



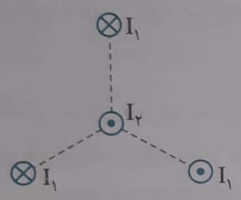
۱) R_1 ۲) R_2
۳) R_3 ۴) R_4

۱۰- در شکل مقابل، اگر میدان مغناطیسی حاصل از سیم در محل بار $0/02\,G$ باشد نیروی وارد بر بار متحرک از طرف سیم حامل جریان چقدر و در چه جهتی است؟ (گزینه دو)



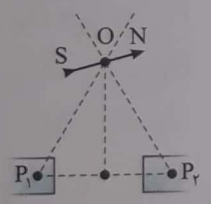
۱) $\rightarrow, 2\times10^{-10}N$
۲) $\rightarrow, 10^{-10}N$
۳) $\leftarrow, 2\times10^{-10}N$
۴) $\leftarrow, 10^{-10}N$

۱۱- سه سیم راست طویل عمود بر صفحه کاغذ از سه رأس یک مثلث متساوی‌الاضلاع می‌گذرند و حامل جریان الکتریکی هم اندازه I_1 در جهت‌های نشان داده شده هستند. اگر سیم چهارم موازی سه سیم دیگر از مرکز مثلث بگذرد و جریان I_2 از آن عبور کند، جهت برایند نیروهای وارد بر سیم چهارم کدام خواهد بود؟ (گزینه دو)



۱) $\rightarrow$ ۲) $\searrow$
۳) $\leftarrow$ ۴) $\nwarrow$

۱۲- در شکل زیر P_1 و P_2 دو قطب دو آهن‌ربای میله‌ای هستند، با توجه به جهت عقربه‌ی مغناطیسی در نقطه‌ی O روی عمود منصف پاره‌خط P_1P_2 که به حالت تعادل در آمده است، می‌توان دریافت P_1، قطب ..... آهنربای (۱) بوده و آهنربای ..... قوی‌تر است. (قلم‌چی)



۱) N ، (۱) ۲) N ، (۲)
۳) S ، (۱) ۴) S ، (۲)

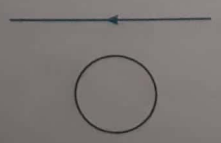
۱۳- حلقه‌ای به شعاع ۱۰ cm در دستگاه مختصات xoy طوری قرار دارد که مرکز آن روی مبدأ مختصات است و نیم‌خط عمود بر سطح آن در جهت مثبت محور x می‌باشد. شار مغناطیسی خالص گذرنده از حلقه توسط دو میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}_1 = -0/5\vec{i}$ و $\vec{B}_2 = \vec{j}$ (در SI) برابر با چند وبر است؟ ($\pi = 3$) (قلم‌چی)

۱) صفر ۲) ۰/۰۱۵ ۳) −۰/۰۴۵ ۴) −۰/۰۱۵

۱۴- یک سیملوله‌ی بدون هسته به طول ۸۰cm و قطر ۱۰cm از ۱۲۰ دور سیم تشکیل شده است. اگر جریان ۲ آمپر از این سیملوله عبور کند، شار مغناطیسی گذرنده از سیملوله چند وبر است؟ $(\pi^2 = 10, \mu_0 = 4\pi\times10^{-7}\frac{T.m}{A})$ (گزینه دو)

۱) 3×10^{-6} ۲) $1/5\times10^{-6}$ ۳) $1/5\times10^{-4}$ ۴) 3×10^{-4}

۱۵- در شکل زیر حلقه‌ی رسانا و سیم راست در کنار هم قرار دارند. اگر حلقه را ..... و یا شدت جریان I را ..... ، جریان القایی در حلقه ساعتگرد خواهد شد.



۱) از سیم دور کنیم - کاهش دهیم
۲) از سیم دور کنیم - افزایش دهیم
۳) به سیم نزدیک کنیم - کاهش دهیم
۴) به سیم نزدیک کنیم - افزایش دهیم

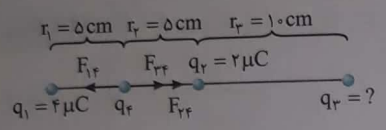
Scanned by CamScanner

آزمون‌های جامع

پاسخ‌های تشریحی

آزمون ۱

۱- گزینه‌ی ۳ دو بار q_1 و q_2 در فاصله‌ی یکسانی از بار q_4 قرار گرفته‌اند امّا بار q_1 بزرگ‌تر از بار q_2 است، بنابراین نیروی خالص از طرف q_1 و q_2 بر q_4 به سمت نیروی q_1 می‌باشد، در نتیجه نیرویی که از طرف q_3 بر q_4 وارد می‌شود باید در راستای نیرویی باشد که q_2 بر q_4 وارد می‌کند در واقع باید q_3 با q_2 هم‌علامت باشند. حال فرض می‌کنیم q_4 دارای بار منفی باشد در این صورت نیروهایی که از طرف q_1 و q_2 و q_3 بر q_4 وارد می‌شود به‌صورت مقابل می‌باشد.



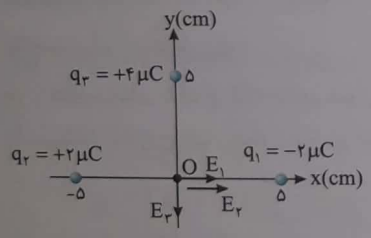
با توجه به فرض مسأله برآیند نیروهای وارد بر q_4 باید صفر باشد بنابراین:

$$F_{14} = F_{34} + F_{24} \Rightarrow k\frac{q_1q_4}{r_1^2} = k\frac{q_2q_4}{r_2^2} + k\frac{q_3q_4}{(r_3+r_2)^2} \Rightarrow k\frac{q_1q_4}{r_1^2} = kq_4\left(\frac{q_2}{r_2^2} + \frac{q_3}{(r_3+r_2)^2}\right) \Rightarrow \frac{q_1}{r_1^2} = \frac{q_2}{r_2^2} + \frac{q_3}{(r_3+r_2)^2}$$

$$\frac{4\times10^{-6}}{(5\times10^{-2})^2} = \frac{2\times10^{-6}}{(5\times10^{-2})^2} + \frac{q_3}{(15\times10^{-2})^2} \Rightarrow \frac{4\times10^{-6}}{(5\times10^{-2})^2} - \frac{2\times10^{-6}}{(5\times10^{-2})^2} = \frac{q_3}{(15\times10^{-2})^2} \Rightarrow \frac{2\times10^{-6}}{25\times10^{-4}} = \frac{q_3}{225\times10^{-4}}$$

$$\Rightarrow q_3 = 18\times10^{-6}C = 18\mu C$$

۲- گزینه‌ی ۴ با توجه به شکل، میدان حاصل از هر بار در نقطه‌ی O را مشخص می‌کنیم:



$$E_1 = k\frac{q_1}{r^2} = 9\times10^9 \times \frac{2\times10^{-6}}{(5\times10^{-2})^2} = 7/2\times10^6 \frac{N}{C}$$

$$E_2 = E_1 = 7/2\times10^6 \frac{N}{C}$$

$$E_3 = k\frac{q_3}{r^2} = 9\times10^9 \times \frac{4\times10^{-6}}{(5\times10^{-2})^2} = 14/4\times10^6 \frac{N}{C}$$

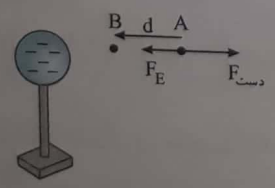
بردارهای E_1 و E_2 هم‌جهت می‌باشند:

$$E_{1,2} = E_1 + E_2 = 7/2\times10^6 + 7/2\times10^6 = 14/4\times10^6 \frac{N}{C}$$

بردار $E_{1,2}$ بر بردار E_3 عمود می‌باشد:

$$E_T = \sqrt{E_3^2 + E_{1,2}^2} = \sqrt{(14/4\times10^6)^2 + (14/4\times10^6)^2} \Rightarrow E_T = 1/44\sqrt{2}\times10^7 \frac{N}{C}$$

۳- گزینه‌ی ۱ بار منفی کره، بار مثبت را می‌رباید در این صورت شخص باید نیرویی در خلاف جهت حرکت ذره وارد کند تا ذره با بار مثبت با سرعت ثابت حرکت کند. در این صورت $F_{دست}$ به صورت شکل روبه‌رو است.



$$W = F_{دست} d\cos180^\circ = -F_{دست} d < 0 \Rightarrow W < 0$$

$$W_E = F_E d\cos = F_E d > 0 \Rightarrow W' > 0$$

کار نیروی میدان الکتریکی کره‌ی باردار خواهد شد. بنابراین $V_B < V_A$ از طرفی با حرکت به سمت بار منفی پتانسیل کاهش می‌یابد. $\Delta V = V_A - V_B > 0$ بوده و است.

Scanned by CamScanner

Ⓐ **۴- گزینه‌ی ۱** با توجه به فرض مسأله می‌توان نوشت:

$$U_2=\frac{4}{100}U_1\Rightarrow\frac{1}{2}CV_2^2=\frac{4}{100}\left(\frac{1}{2}CV_1^2\right)\Rightarrow V_2=0/2V_1$$

بنابراین اختلاف پتانسیل به اندازه $V_2-V_1=0/2V_1-V_1=-0/8V_1$ تغییر می‌کند، یعنی ٪۸۰ کاهش می‌یابد.

Ⓐ **۵- گزینه‌ی ۲** ذره‌ی آلفا دارای دو بار مثبت می‌باشد؛ بنابراین:

$$q=+ne=2\times1/6\times10^{-19}=3/2\times10^{-19}C$$

میدان الکتریکی یکنواخت بین دو صفحه را حساب می‌کنیم:

$$E=\frac{V}{d}\Rightarrow E=\frac{200}{1\times10^{-2}}=2\times10^{4}\ \frac{V}{m}$$

نیروی وارد بر ذره‌ی آلفا برابر است با:

$$F=Eq=2\times10^{4}\times3/2\times10^{-19}=6/4\times10^{-15}N$$

Ⓐ **۶- گزینه‌ی ۲** مقاومت سیم‌ها را از رابطه‌ی $R=\rho\frac{l}{A}$ به‌دست می‌آوریم که اطلاعات مربوط به ρ (مقاومت ویژه) و l در صورت سؤال ذکر شده است:

مقاومت ویژه $\rho_{Cu}=\frac{1}{2}\rho_{Al}$

طول سیم‌ها $l_{Cu}=l_{Al}=l$

حال با توجه به چگالی داده شده رابطه‌ی بین A دو سیم را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{چگالی}\ \rho=\frac{m}{V}=\frac{m}{A\times l}\begin{cases}\rho_{Cu}=9=\dfrac{m_{Cu}}{A_{Cu}\times l}\\[2ex]\rho_{Al}=2/7=\dfrac{m_{Al}}{A_{Al}\times l}\end{cases}\Rightarrow\frac{1}{0/3}=\frac{A_{Al}m_{Cu}}{A_{Cu}m_{Al}}\qquad(1)$$

با توجه به فرض مسأله می‌توان نوشت:

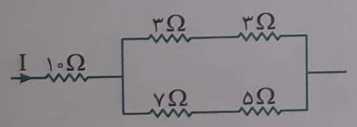
$$R_{Cu}=2R_{Al}\Rightarrow\rho_{Cu}\times\frac{A_{Cu}}{l}=2\times(2\rho_{Cu})\times\frac{A_{Al}}{l}\rightarrow A_{Cu}=4A_{Al}\qquad(2)$$

از رابطه‌ی (۱) و (۲) نتیجه می‌شود:

$$(1),(2)\ \frac{1}{0/3}=\frac{A_{Al}m_{Cu}}{4A_{Al}\times m_{Al}}\Rightarrow\frac{m_{Al}}{m_{Cu}}=\frac{0/3}{4}=\frac{3}{40}$$

Ⓑ **۷- گزینه‌ی ۴** اگر جریان عبوری از مقاومت 5Ω را برابر I_1 بگیریم توان مصرفی این مقاومت برابر است با:

$$P_{5\Omega}=RI^2=5I_1^2$$



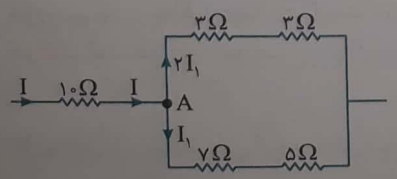
چون مقاومت‌های 5Ω و 7Ω با هم متوالی‌اند جریان عبوری از آن‌ها با هم یکسان و برابر I_1 می‌باشد بنابراین ولتاژ معادل دو سر مقاومت‌های 5Ω و 7Ω برابر است.

$$V_{5\Omega,7\Omega}=5I_1+7I_1=12I_1$$

مقاومت معادل 5Ω و 7Ω با مقاومت معادل 3Ω و 3Ω موازی می‌باشد، پس ولتاژ دو سر آن‌ها برابر است با $12I_1$، بنابراین جریان عبوری از هر کدام از مقاومت‌های 3Ω که با هم متوالی هستند، برابر است با:

$$\begin{matrix}V_{AB}=12I_1\\R_{AB}=3+3=6\Omega\end{matrix}\Rightarrow I=\frac{12I_1}{6}=2I_1$$

بنابراین داریم:



اکنون با توجه به قاعده‌ی انشعابی کیرشهوف I را حساب می‌کنیم:

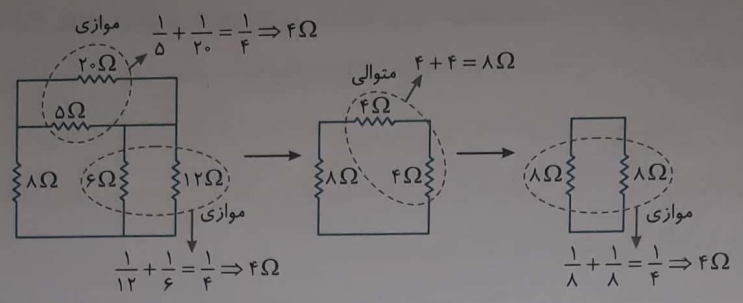
$$I=2I_1+I_1=3I_1\Rightarrow P_{10\Omega}=RI^2=10\times(3I_1)^2$$

نسبت توان مصرفی در مقاومت 5Ω به توان مصرفی در مقاومت 10Ω خواهد شد:

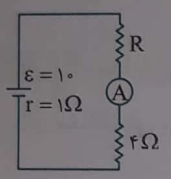
$$\frac{P_{5\Omega}}{P_{10\Omega}}=\frac{5\times I_1^2}{10\times9I_1^2}=\frac{1}{18}$$

Scanned by CamScanner

Ⓐ **۸- گزینه‌ی ۳** ابتدا مقاومت معادل را به‌دست می‌آوریم:



بنابراین مقاومت معادل خواهد شد:



$$R_{eq}=4+R$$

آمپرسنج در این مدار جریان کل را نشان می‌دهد از این‌رو:

$$I=\frac{10}{4+R+1}=1\Rightarrow 10=4+1+R\Rightarrow R=5\Omega$$

Ⓒ **۹- گزینه‌ی ۳** با افزایش مقاومت متغیر R_1، مقاومت معادل R_1 و R_2 افزایش می‌یابد یعنی مقاومت معادل مدار R_{eq} افزایش می‌یابد و جریان مدار کاهش می‌یابد.

$$I_{\text{کل}}=\frac{V}{\uparrow R_{eq}+r}\xrightarrow{R_{eq}\text{ با افزایش}}I_{\text{کل}}\text{ کاهش می‌یابد}$$

ولت‌سنج V_1 اختلاف پتانسیل دو سر مولد را نشان می‌دهد:

$$V_1=\varepsilon-Ir\xrightarrow{I\text{ کاهش یافته}}V_1\text{ افزایش می‌یابد}$$

اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_2 را بررسی می‌کنیم:

$$V_{R_2}=R_2I\xrightarrow{I\text{ کاهش یافته}}V_{R_2}\text{ کاهش می‌یابد}$$

با توجه به این‌که ولتاژ کل مدار برابر مجموع ولتاژ مقاومت‌های R_1 و R_2 می‌باشد؛ داریم:

$$\uparrow V_1=V_{R_1}+V_{R_2}\downarrow\xrightarrow[V_{R_2}\text{ کاهش یافته}]{V_1\text{ افزایش یافته}}V_{R_1}\text{ افزایش می‌یابد}$$

ولت‌سنج V_2 ولتاژ مقاومت R_1 را نشان می‌دهد، پس V_2 افزایش می‌یابد.

Ⓑ **۱۰- گزینه‌ی ۳** پروتون دارای بار $+1/6\times10^{-19}C$ می‌باشد. با توجه به نیروی وارد بر ذره، سرعت ذره را به‌دست می‌آوریم:

$$F=qvB\sin\alpha\xrightarrow{\alpha=90^\circ}6/4\times10^{-16}=1/6\times10^{-19}\times7\times10\times10^{-3}\Rightarrow v=4\times10^{5}\ \frac{m}{s}$$

انرژی جنبشی پروتون خواهد شد:

$$K=\frac{1}{2}mv^2=\frac{1}{2}\times1/7\times10^{-27}\times16\times10^{10}=8\times1/7\times10^{-17}J$$

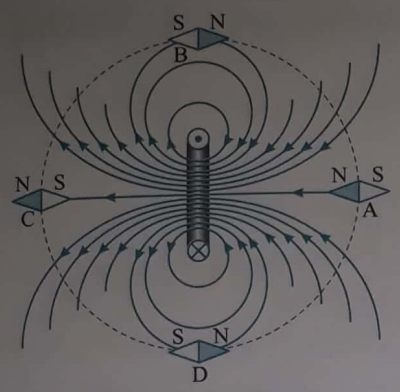
اکنون یکای انرژی را تبدیل به یکای الکترون ولت می‌کنیم:

$$5\times1/7\times10^{-17}J\times\frac{1eV}{1/6\times10^{-19}J}=8/5\times10^{2}eV$$

Scanned by CamScanner

Ⓐ **۱۱- گزینه‌ی ۴** با توجه به شکل، عقربه از نقطه‌ی A تا B 180°، از نقطه‌ی B تا C، 180° از نقطه C تا D 180° و از نقطه D تا A 180° می‌چرخد که جمعاً خواهد شد:

$$180^\circ+180^\circ+180^\circ+180^\circ=720^\circ$$



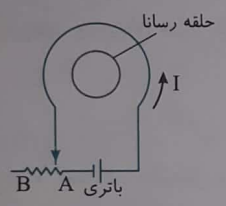
Ⓐ **۱۲- گزینه‌ی ۳** ابتدا با توجه به رابطه‌ی $F=qVB\sin\alpha$ نیروی وارد بر ذره را به‌دست می‌آوریم. دقت کنید که ذره در جهت عمود بر میدان مغناطیسی برآن وارد شده بنابراین $\sin\alpha$ برابر یک می‌باشد:

$$F=qvB\sin\alpha=qvB=40\times10^{-6}\times10^{4}\times2\times10^{-3}=8\times10^{-4}N$$

حال با توجه به قانون دوم نیوتون $F=ma$ شتاب ذره را به‌دست می‌آوریم:

$$F=ma\Rightarrow8\times10^{-4}=400\times10^{-6}\times a\Rightarrow a=2\frac{m}{s^2}$$

Ⓐ **۱۳- گزینه‌ی ۱** با حرکت رئوستا از A به سمت B مقاومت بیش‌تری درمدار قرار می‌گیرد، بنابراین جریان عبوری I کاهش می‌یابد و شار در حال کاهش می‌باشد؛ تغییر شار سبب ایجاد جریان القایی در حلقه‌ی رسانا می‌شود که میدان مغناطیسی القایی باید با میدان مغناطیسی حاصل از جریان I هم‌جهت باشد تا با کاهش شار مخالفت کند (بنا به قانون لنز) از این‌رو جهت میدان مغناطیسی القایی باید برونسو باشد.



Ⓐ **۱۴- گزینه‌ی ۴** ابتدا ضریب القاوری را به‌دست می‌آوریم:

$$L=\frac{N^2AK\mu_0}{l}=\frac{(100)^2\times(\pi\times(2\times10^{-2})^2)(1)\times(4\pi\times10^{-7})}{0/1}=\frac{10^4\times3\times4\times10^{-4}\times12\times10^{-7}}{0/1}=144\times10^{-6}=1/44\times10^{-4}H$$

حال جریان را در لحظه $t=3s$ حساب می‌کنیم:

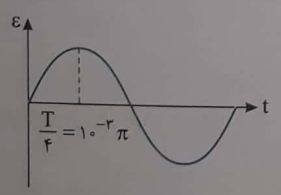
$$I=4\times(3)^2-5(3)-1=20A$$

انرژی ذخیره شده در سیم‌لوله در $t=3s$ خواهد شد:

$$U=\frac{1}{2}LI^2=\frac{1}{2}\times1/44\times10^{-4}\times400=2/88\times10^{-2}J=28/8mJ$$

Ⓑ **۱۵- گزینه‌ی ۴** با توجه به رابطه‌ی شار $\Phi=BA\cos(\frac{2\pi}{T}t)$ بنابراین $BA=0/002Wb$ و $\frac{2\pi}{T}=500\frac{rad}{s}$:

$$I_{max}=\frac{NBA(\frac{2\pi}{T})}{R}=\frac{40\times0/002\times500}{10}=4A$$



حال معادله‌ی نیرو محرکه‌ی القایی را می‌نویسیم:

$$\varepsilon=NBA(\frac{2\pi}{T})\sin(500t)=40\sin(500t)\Rightarrow\frac{2\pi}{T}=500$$

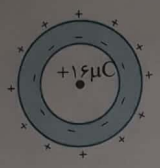
$$\Rightarrow T=\frac{2\pi}{500}=4\times10^{-3}\pi\Rightarrow\frac{T}{4}=10^{-3}\pi$$

بنابراین نمودار شکل (۴) درست است.

Scanned by CamScanner

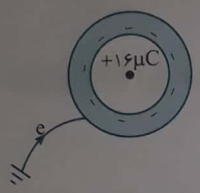
آزمون ۲

Ⓐ **۱- گزینه‌ی ۳** اگر بار $+16\mu C$ را در مرکز یک کره‌ی رسانای توخالی قرار دهیم، روی سطح داخلی کره بار $-16\mu C$ و روی سطح خارجی آن، بار $+16\mu C$ قرار می‌گیرد. هنگامی که این کره‌ی تو خالی را به زمین وصل می‌کنیم بار سطح خارجی کره خنثی می‌شود. پس بار منتقل شده $+16\mu C$ است (بار روی سطح داخلی تحت تأثیر بار در مرکز پوسته می‌باشد و حرکت نمی‌کند)



$$q=\pm ne \Rightarrow 1/6\times10^{-6}=n\times1/6\times10^{-19}\Rightarrow n=10^{13}$$

در واقع 10^{13} الکترون از زمین به سطح خارجی پوسته منتقل شده و سطح خارجی بدون بار می‌شود.



Ⓑ **۲- گزینه‌ی ۴** هنگامی که ٪۲۵ از بار q_2 را به بار q_1 می‌دهیم مجدداً مجموع دو بار ثابت می‌ماند؛ بنابراین:

$$q_1+q_2=q_1'+q_2'$$

اگر دو کره را به هم تماس دهیم بار هر دو کره با هم یکسان و برابر خواهد شد:

$$q_1''=q_2''=\frac{q_1'+q_2'}{2}\xrightarrow{q_1'+q_2'=q_1+q_2}q_1''=q_2''=\frac{q_1+q_2}{2}=\frac{15+5}{2}=10\mu C$$

نیروی بین دو کره را در دو حالت به‌دست می‌آوریم:

$$F=k\frac{q_1q_2}{r^2}=k\times\frac{5\times10^{-6}\times15\times10^{-6}}{r^2}=75\times10^{-12}\frac{k}{r^2}$$

$$F'=k\frac{q_1''q_2''}{r_2}=k\times\frac{10\times10^{-6}\times10\times10^{-6}}{r^2}=100\times10^{-12}\times\frac{k}{r^2}$$

در حالت دوم نیرو به اندازه زیر افزایش می‌یابد:

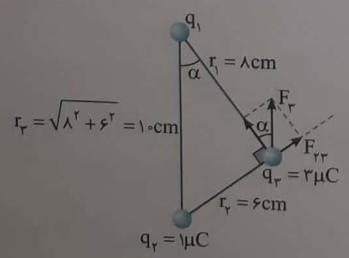
$$\Delta F=\left(\frac{100\times10^{-12}-75\times10^{-12}}{r^2}\right)k=\frac{25\times10^{-12}}{r^2}k$$

در نتیجه:

$$\frac{\Delta F}{F}=\frac{\frac{25\times10^{-12}}{r^2}k}{\frac{75\times10^{-12}}{r^2}k}=\frac{1}{3}\simeq0/33$$

بنابراین نیرو تقریباً ٪۳۳ افزایش می‌یابد.

Ⓑ **۳- گزینه‌ی ۱** با توجه به اینکه F_3 با خط واصل بین q_1 و q_2 موازی است و با استفاده از قضیه خطوط موازی و مورب داریم:



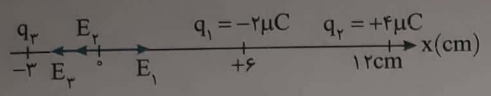
$$F_{23}=F_3\sin\alpha\Rightarrow k\frac{q_2q_3}{r_2^2}=F_3\frac{r_2}{r_3}$$

$$9\times10^9\times\frac{3\times10^{-12}}{36\times10^{-4}}=F_3\times0/6\Rightarrow\frac{3}{4}\times10=F_3\times0/6\Rightarrow\frac{50}{4}=F_3\Rightarrow F_3=12/5N$$

Scanned by CamScanner

Ⓐ **۴- گزینه‌ی ۳** بارها را روی محور xها قرار می‌دهیم:

با توجه به فرض مسأله E_T باید در مبدأ صفر شود، یعنی بردارهای $E_۲$ و $E_۳$ باید $E_۱$ را خنثی کنند از این‌رو:



$$E_۱=E_۲+E_۳\Rightarrow\frac{k\times۲\times۱۰^{-۶}}{(۶\times۱۰^{-۲})^۲}=\frac{k\times۴\times۱۰^{-۶}}{(۱۲\times۱۰^{-۲})^۲}+\frac{kq_۳}{(۳\times۱۰^{-۲})^۲}$$

$$\frac{۲\times۱۰^{-۶}}{۳۶\times۱۰^{-۴}}-\frac{۴\times۱۰^{-۶}}{۱۴۴\times۱۰^{-۴}}=\frac{q_۳}{۹\times۱۰^{-۴}}\Rightarrow\frac{۸\times۱۰^{-۶}-۴\times۱۰^{-۶}}{۱۴۴\times۱۰^{-۴}}=\frac{q_۳}{۹\times۱۰^{-۴}}$$

$$\frac{۴\times۱۰^{-۶}}{۱۴۴\times۱۰^{-۴}}=\frac{q_۳}{۹\times۱۰^{-۴}}\Rightarrow q_۳=\frac{۱}{۴}\times۱۰^{-۶}=۰/۲۵\times۱۰^{-۶}C=۰/۲۵\mu C$$

Ⓐ **۵- گزینه‌ی ۴** اختلاف پتانسیل بین دو نقطه‌ی A و B برابر است با:

$$\Delta V=\frac{\Delta U}{q}=\frac{(۰/۵-۰/۳)\times۱۰^{-۳}}{-۲\times۱۰^{-۶}}=-۱۰۰V$$

قدرمطلق (اندازه) پتانسیل B، ۸۰ ولت شده است از این‌رو $V_B=\pm۸۰V$ می‌تواند باشد. در نتیجه:

$$V_B-V_A=-۱۰۰V\begin{cases}V_B=+۸۰V\Rightarrow ۸۰-V_A=-۱۰۰\Rightarrow V_A=+۱۸۰V\\ V_B=-۸۰V\Rightarrow -۸۰-V_A=-۱۰۰\Rightarrow V_A=+۲۰V\end{cases}$$

Ⓐ **۶- گزینه‌ی ۳** روی خازن ظرفیت آن $۶\mu F$ و بیشینه اختلاف پتانسیل قابل تحمل آن برابر ۱۰۰V نوشته شده است بنابراین:

$$U=\frac{۱}{۲}CV^۲=\frac{۱}{۲}\times۶\times۱۰^{-۶}\times(۱۰۰)^۲=۳\times۱۰^{-۶}\times۱۰^۴=۳\times۱۰^{-۲}J=۳۰mJ$$

قدرت دی‌الکتریک، بیشینه میدان الکتریکی قابل تحمل خازن می‌باشد:

$$E_{max}=\frac{V_{max}}{d}=\frac{۱۰۰}{۲\times۱۰^{-۲}}=۵\times۱۰^۳\frac{V}{m}\times\frac{۱kV}{۱۰^۳V}\times\frac{۱m}{۱۰^۳mm}=۵\times۱۰^{-۳}\frac{kV}{mm}$$

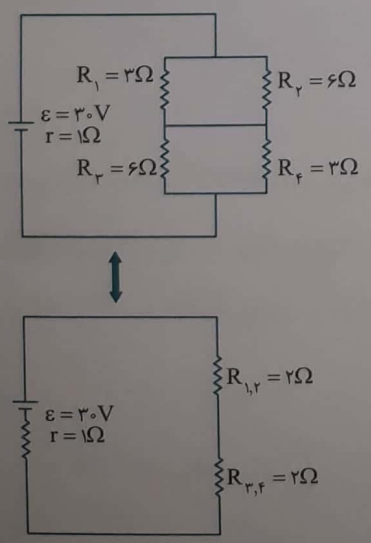
Ⓐ **۷- گزینه‌ی ۳** جرم جسم تغییر نمی‌کند بنابراین:

$$m_۱=m_۲\Rightarrow\frac{V_۱}{\rho}=\frac{V_۲}{\rho}\Rightarrow V_۱=V_۲\Rightarrow A_۱L_۱=A_۲L_۲\Rightarrow\frac{A_۱}{A_۲}=\frac{L_۲}{L_۱}$$

حال مقاومت سیم را در دو حالت به هم تقسیم می‌کنیم:

$$\frac{R_۲}{R_۱}=\frac{\rho\frac{L_۲}{A_۲}}{\rho\frac{L_۱}{A_۱}}=\frac{L_۲}{L_۱}\times\frac{A_۱}{A_۲}=(\frac{L_۲}{L_۱})^۲=۹\Rightarrow\frac{L_۲}{L_۱}=۳\Rightarrow L_۲=۳\times۱۲=۳۶cm$$

Ⓒ **۸- گزینه‌ی ۳** مقاومت آمپرسنج ایده‌آل ناچیز است از این‌رو شبیه یک سیم بدون مقاومت عمل کرده و با توجه به مدار مقاومت‌های $R_۱$ و $R_۲$ با هم موازی و مقاومت‌های $R_۳$ و $R_۴$ نیز با هم موازی‌اند:

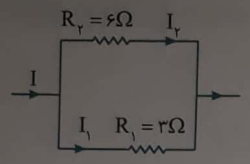


$$\frac{۱}{R_{۱,۲}}=\frac{۱}{R_۱}+\frac{۱}{R_۲}=\frac{۱}{۶}+\frac{۱}{۳}=\frac{۱}{۲}\Rightarrow R_{۱,۲}=۲\Omega$$

$$\frac{۱}{R_{۳,۴}}=\frac{۱}{R_۳}+\frac{۱}{R_۴}=\frac{۱}{۶}+\frac{۱}{۳}=\frac{۱}{۲}\Rightarrow R_{۳,۴}=۲\Omega$$

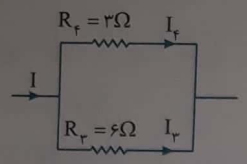
$$I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}=\frac{۳۰}{R_{۲,۳}+R_{۳,۴}+r}=\frac{۳۰}{۲+۲+۱}=۶A$$

Scanned by CamScanner



مقاومت‌های $R_{1,2}$ و $R_{3,4}$ با هم متوالی‌اند، بنابراین جریان‌های عبوری از آن‌ها با هم یکسان می‌باشند و برابر جریان I هستند.

$$I_{1,2}=I_{3,4}=I=6A$$

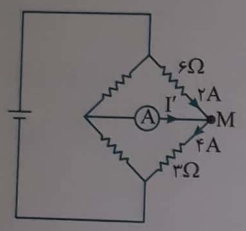


مقاومت‌های R_2 و R_1 با هم موازی‌اند بنابراین:

$$\begin{cases} I_1+I_2=6A \\ V_1=V_2\Rightarrow R_2I_2=R_1I_1\Rightarrow 6I_2=3I_1\Rightarrow I_1=2I_2 \end{cases}\Rightarrow 2I_2+I_2=6A\Rightarrow I_1=4A,\ I_2=2A$$

برای مقاومت‌های R_3 و R_4 نیز داریم:

$$\begin{cases} I_3+I_4=6 \\ R_3I_3=R_4I_4\Rightarrow 6I_3=3I_4\Rightarrow I_4=2I_3 \end{cases}\Rightarrow I_3=2A,\ I_4=4A$$

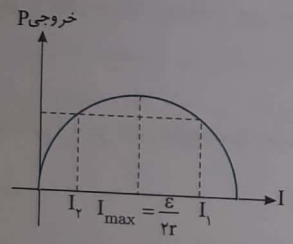


در مدار اصلی برای گره M می‌نویسیم:

$$I'+2=4\Rightarrow I'=2A$$

آمپرسنج جریان I' یعنی ۲A را نشان می‌دهد.

۹- گزینه‌ی ۱ (C) توان خروجی مولد $P=\varepsilon I-rI^2$ است که نمودار آن یک سهمی مطابق شکل است. با توجه به نمودار $P_{\text{خروجی}}-I$ خروجی هنگامی توان خروجی در دو حالت با هم برابر است که جریان آن‌ها در آن دو حالت به فاصله‌ی یکسانی از I_{max} قرار گیرد بنابراین:



$$\frac{I_1+I_2}{2}=I_{max}\Rightarrow I_1+I_2=2I_{max}$$

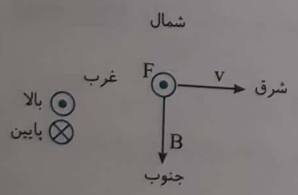
با توجه به رابطه‌ی $I=\frac{\varepsilon}{R+r}$ رابطه‌ی بالا خواهد شد:

$$\frac{\varepsilon}{R_{eq,1}+r}+\frac{\varepsilon}{R_{eq,2}+r}=2\frac{\varepsilon}{2r}$$

$$\frac{1}{1+0/2+2}+\frac{1}{R_2+1+2}=\frac{1}{2}\Rightarrow\frac{1}{R_2+3}=\frac{1}{2}-\frac{1}{3/2}=\frac{0/6}{3/2}$$

$$0/6R_2+1/8=3/2\Rightarrow 0/6R_2=1/4\Rightarrow R_2=\frac{14}{6}=\frac{7}{3}\Omega$$

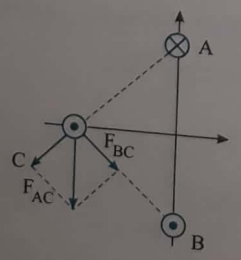
بنابراین مقاومت به اندازه‌ی $\frac{7}{3}-\frac{2}{10}=\frac{64}{30}$ افزایش یافته است.



۱۰- گزینه‌ی ۳ (B) اندازه‌ی نیروی وارد بر ذره از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

$$F=qvB\sin\theta\xrightarrow{\theta=90^\circ}50\times10^{-6}\times100\times0/02=10^{-4}N$$

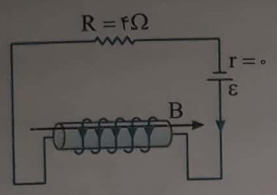
حال جهت خطوط میدان و جهت حرکت ذره که در فرض سوال است را مشخص می‌کنیم که با توجه به قاعده‌ی دست راست جهت نیرو درونسو می‌باشد که چون ذره منفی است جهت نیرو برعکس آن، یعنی برونسو و به سمت بالا می‌باشد.



۱۱- گزینه‌ی ۳ (B) نیرویی که سیم‌ها با جریان‌های ناهمسو بر هم وارد می‌کنند رانشی است. از این‌رو A، C را می‌راند و B، سیم C را می‌رباید و این نیروها هم‌اندازه هستند. نیرویی که سیم‌های دارای جریان همسو بر هم وارد می‌کنند ربایشی و زیرا جریان‌های سیم‌ها و فاصله‌ی A و B از سیم C یکسان است. بنابراین نیروی برآیند وارد بر سیم C مطابق شکل رو به پایین خواهد بود.

Scanned by CamScanner

Ⓐ **۱۲- گزینه‌ی ۱** با توجه به توان مصرفی داده شده جریان عبوری را به‌دست می‌آوریم



$$P=RI^{۲}\Rightarrow ۳۶=۴\times I^{۲}\Rightarrow I=۳A$$

$$\begin{cases} B=\mu_{۰}nI \\ n=\dfrac{N}{l}=\dfrac{۲}{۰/۰۱}=۲۰۰ \end{cases}\Rightarrow B=۴\pi\times ۱۰^{-۷}\times ۲۰۰\times ۳=۲/۴\pi\times ۱۰^{-۴}T$$

و با توجه به جهت جریان عبوری از سیملوله و قاعده‌ی دست راست جهت میدان به سمت راست است.

Ⓒ **۱۳- گزینه‌ی ۴** نمودار شار مغناطیسی گذرنده از یک حلقه به صورت سهمی است بنابراین:

$$\Phi=at^{۲}+bt+c\Rightarrow\begin{cases} t=۰,\Phi=۵\Rightarrow ۵=a(۰)^{۲}+b(۰)+c\Rightarrow c=۵ \\ t=۳,\Phi=۲\Rightarrow ۲=a(۳)^{۲}+b(۳)+۵\Rightarrow -۴\times(۹a+۳b=-۳) \\ t=۴,\Phi=۵\Rightarrow ۵=a(۴)^{۲}+b(۴)+۵\Rightarrow ۳\times(۱۶a+۴b=۰) \end{cases}$$

$$\begin{cases} -۳۶a-۱۲b=۱۲ \\ ۴۸a+۱۲b=۰ \end{cases}\Rightarrow ۱۲a=۱۲\Rightarrow a=۱,b=-۴$$

بنابراین شار عبوری برابر است با:

$$\Phi=t^{۲}-۴t+۵$$

نمودار شار سهمی می‌باشد پس کمترین شار عبوری برابر است با:

$$t=\frac{-b}{۲a}=\frac{۴}{۲}=۲\Rightarrow\Phi_{min}=(۲)^{۲}-۴(۲)+۵=۱Wb$$

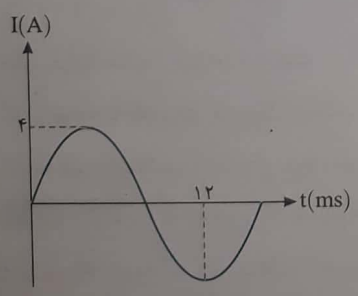
حال نیرو محرکه‌ی متوسط را به‌دست می‌آوریم:

$$\varepsilon=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=-N\times\frac{\Phi(۳)-\Phi(۱)}{۳-۱}=-۱\times\frac{۰}{۲}=۰$$

Ⓐ **۱۴- گزینه‌ی ۲** انرژی ذخیره شده در سیملوله از رابطه‌ی $U=\frac{۱}{۲}LI^{۲}$ به‌دست می‌آید؛ بنابراین:

$$۱۰۰\times ۱۰^{-۳}=\frac{۱}{۲}\times L\times(I)^{۲}=\frac{۱}{۲}\times L\times ۴=۲L\Rightarrow L=۵۰\times ۱۰^{-۳}=۵\times ۱۰^{-۲}H$$

Ⓑ **۱۵- گزینه‌ی ۲** با توجه به نمودار:



$$\frac{۳T}{۴}=۱۲ms\Rightarrow T=۱۶ms\quad,\quad\Phi=\Phi_{max}\cos\frac{۲\pi}{T}t$$

بیشینه‌ی نیروی محرکه‌ی القایی برابر است با:

$$\varepsilon_m=RI_m\Rightarrow\varepsilon_m=۳\times ۴=۱۲V$$

رابطه‌ی بین بیشینه‌ی نیروی محرکه و بیشینه‌ی شار به‌صورت زیر است:

$$\varepsilon_m=N\Phi_m\frac{۲\pi}{T}\Rightarrow ۱۲=۱\times\Phi_m\times\frac{۲\pi}{۱۶\times ۱۰^{-۳}}\Rightarrow\Phi_{max}=۳/۲\times ۱۰^{-۲}Wb$$

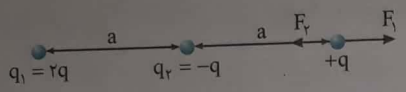
بنابراین معادله‌ی شار عبوری از مدار برابر است با:

$$\Phi=۳/۲\times ۱۰^{-۲}\cos(\frac{۲\times ۳}{(۱۶\times ۱۰^{-۳})}t)=۳/۲\times ۱۰^{-۲}\cos(\frac{۳}{۸}\times ۱۰^{۳}t)=۳/۲\times ۱۰^{-۲}\cos(۳۷۵t)$$

Scanned by CamScanner

آزمون ۳

Ⓑ **۱- گزینه‌ی ۴** نیروی بین دو بار q و |−q| در فاصله‌ی a را F_2 فرض می‌کنیم. در این صورت نیروی بین دو بار q و ۲q خواهد شد:

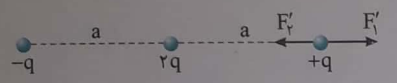


$$F_1 = k\frac{|2q||q|}{(2a)^2} = \frac{1}{2}k\frac{q^2}{a^2} \Rightarrow F_1 = \frac{1}{2}F_2$$

نیروی برایند F وارد بر q برابر است با:

$$\vec{F} = \vec{F}_2 - \vec{F}_1 = \vec{F}_2 - \frac{1}{2}\vec{F}_2 = \frac{1}{2}\vec{F}_2$$

با عوض کردن جای −q و ۲q فاصله‌ی بین −q و q دو برابر و نیروی بین آن‌ها $\frac{1}{4}$ یعنی $F'_2 = \frac{1}{4}F_2$ خواهد شد و نیروی بین ۲q و q با نصف شدن فاصله چهار برابر می‌شود. $F'_1 = 4F_1 = 4\times\frac{1}{2}F_2 = 2F_2$ در این صورت نیروی خالص وارد بر بار +q برابر است با:



$$\vec{F}' = \vec{F}'_2 - \vec{F}'_1 = \frac{1}{4}\vec{F}_2 - 2\vec{F}_2 = \frac{-7}{4}\vec{F}_2$$

اکنون نسبت F' به F را به‌دست می‌آوریم.

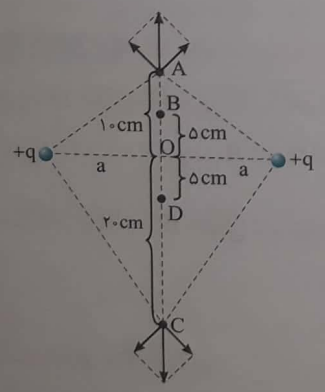
$$\frac{\vec{F}'}{F} = \frac{-\frac{7}{4}\vec{F}_2}{\frac{1}{2}\vec{F}_2} = \frac{-7}{2} \Rightarrow \vec{F}' = \frac{-7}{2}\vec{F}$$

مفهوم علامت منفی تغییر جهت نیروی برایند است.

Ⓐ **۲- گزینه‌ی ۳** دو کره مجزا هستند و بر هم تأثیری ندارند، از این رو وقتی در مرکز کره‌ی سمت راست بار مثبت قرار گیرد در سطح درونی و بیرونی کره به ترتیب بار القایی منفی و مثبت ایجاد می‌شود. یعنی سطح (۱) دارای بار منفی و سطح (۲) دارای بار مثبت می‌شود. اگر به سطح کره سمت چپ یعنی سطح (۳) بار مثبت بدهیم بار به روی سطح خارجی رسانا (فلز) منتقل می‌شود، سطح (۳) خنثی و سطح (۴) دارای بار مثبت می‌شود.

Ⓒ **۳- گزینه‌ی ۲** ذره دارای بار الکتریکی مثبت می‌باشد و زمانی که آن را درون میدان رها می‌کنیم به‌صورت خود به خودی در جهت میدان جابه‌جا می‌شود بنابراین پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد و کم‌تر می‌شود و چون حرکت خودبه‌خودی می‌باشد انرژی پتانسیل الکتریکی نیز کاهش می‌یابد. هم‌چنین با توجه به‌صورت سؤال میدان الکتریکی ثابت و یکنواخت است؛ بنابراین اندازه‌ی میدان در تمام نقاط یکسان و ثابت می‌باشد.

Ⓑ **۴- گزینه‌ی ۴** با توجه به شکل میدان در نقاط A و B روبه‌بالا است و اگر بار منفی از نقطه‌ی A به نقطه‌ی B برود در خلاف جهت میدان جابه‌جا شده و انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش می‌یابد $U_B < U_A$.



در نقطه‌ی D و B که فاصله‌ی یکسانی تا خط واصل دارند. انرژی پتانسیل الکتریکی بار به دلیل تقارن برابر است وقتی از نقطه‌ی D به نقطه‌ی C بار منفی جابه‌جا شود، انرژی پتانسیل الکتریکی آن افزایش می‌یابد. بنابراین $U_D = U_B < U_C$ در نتیجه $U_B < U_A < U_C$ خواهد بود. البته می‌توان به صورت دیگر و ساده‌تری استدلال کرد. اگر بار −q را در نقطه‌ی A رها کنیم خودبه‌خود به سوی نقطه‌ی B می‌رود و سرعت و انرژی جنبشی آن افزایش و انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش می‌یابد. $U_B < U_A$ اما در قسمت پایین خط واصل دوبار، بار −q تمایلی برای حرکت ندارد و باید بار منفی را به اجبار از نقطه‌ی O تا نقطه‌ی C جابه‌جا کرد و کاری که روی بار منفی انجام می‌شود به صورت انرژی پتانسیل الکتریکی در آن ذخیره می‌شود. با توجه به دورتر بودن فاصله‌ی C تا O از فاصله‌ی A تا O، انرژی پتانسیل الکتریکی بیش‌تری در آن ذخیره می‌شود. در این صورت $U_B < U_A < U_C$

Scanned by CamScanner

Ⓒ **۵- گزینه‌ی ۱** با توجه به تعریف ظرفیت خازن $C=\frac{Q}{V}$ و رابطه‌ی ساختمانی خازن خواهیم داشت:

$$C=\frac{Q}{V}\Rightarrow k\varepsilon_{\circ}\frac{A}{d}=\frac{Q}{V}\Rightarrow V=\frac{Qd}{k\varepsilon_{\circ}A}\xrightarrow{k=۱}V=\frac{Qd}{\varepsilon_{\circ}A}$$

از طرفی میدان الکتریکی بین صفحات خازن برابر است با:

$$E=\frac{V}{d}\Rightarrow E=\frac{Qd}{\varepsilon_{\circ}Ad}\Rightarrow E=\frac{Q}{\varepsilon_{\circ}A}\xrightarrow{k=\frac{۱}{۴\pi\varepsilon_{\circ}}}E=\frac{Q}{\frac{۱}{۴\pi k}A}\Rightarrow E=\frac{۴\pi kQ}{A}\Rightarrow E=\frac{۴\times۳\times۹\times۱۰^{۹}\times۲۰\times۱۰^{-۹}}{(۰/۶)^{۲}}$$

$$\Rightarrow E=\frac{۴\times۹\times۶۰}{۳۶\times۱۰^{-۲}}\Rightarrow E=۶\times۱۰^{۳}\frac{N}{C}$$

Ⓐ **۶- گزینه‌ی ۲** با جدا شدن خازن از باتری، بار روی صفحات خازن ثابت می‌ماند.

$$C=\varepsilon_{\circ}\frac{A}{d}$$

$$C'=k\varepsilon_{\circ}\frac{A}{d'}=۲\varepsilon_{\circ}\frac{A}{\frac{d}{۲}}\Rightarrow C'=۴\varepsilon_{\circ}\frac{A}{d}\Rightarrow C'=۴C$$

اکنون بررسی می‌کنیم انرژی چه تغییری می‌کند.

$$U=\frac{۱}{۲}\frac{Q^{۲}}{C}\xrightarrow[q=\text{ثابت}]{C'=۴C}U'=\frac{۱}{۴}U$$

Ⓐ **۷- گزینه‌ی ۳** مقاومت این سیم قبل از قطعه قطعه شدن برابر $R=\rho\frac{l}{A}$ است بعد از آن که آن را به n قسمت مساوی تقسیم می‌کنیم مقاومت هر قسمت آن $R'=\frac{۱}{n}R=\frac{۱}{n}\rho\frac{l}{A}$ می‌شود و هنگامی که به صورت موازی بسته می‌شوند. مقاومت کل آن خواهد شد:

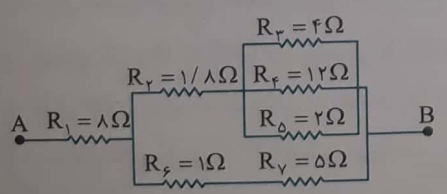
$$R_{eq}=\frac{۱}{n}R'\Rightarrow R_{eq}=\frac{۱}{n^{۲}}\rho\frac{l}{A}$$

در نتیجه اختلاف پتانسیل دو سر مجموعه با عبور جریان I برابر است با:

$$V=IR_{eq}\Rightarrow V=\frac{\rho lI}{n^{۲}A}$$

Ⓐ **۸- گزینه‌ی ۳** ابتدا مقاومت معادل را به‌دست می‌آوریم.

مقاومت‌های ۴Ω و ۱۲Ω و ۲Ω با هم موازیند.



$$\frac{۱}{R_{۳۴۵}}=\frac{۱}{۴}+\frac{۱}{۱۲}+\frac{۱}{۲}=\frac{۳+۱+۶}{۱۲}\Rightarrow R_{۳۴۵}=۱/۲\Omega\Rightarrow R_{۲۳۴۵}=۱/۸+۱/۲=۳\Omega$$

مقاومت‌های $R_۶$ و $R_۷$ متوالی و با شاخه‌ی بالایی موازی‌اند.

$$\frac{۱}{R_{۲۳۴۵۶۷}}=\frac{۱}{۶}+\frac{۱}{۳}\Rightarrow R_{۲۳۴۵۶۷}=۲\Omega$$

مقاومت معادل برابر است با:

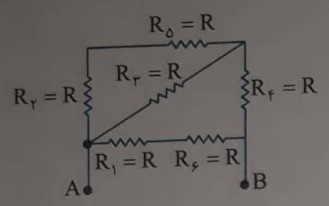
$$R_{eq}=۸+۲=۱۰\Omega$$

توان مصرفی مجموعه خواهد شد.

$$P=R_{eq}I^{۲}=۱۰\times۴=۴۰W$$

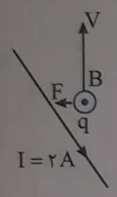
Scanned by CamScanner

Ⓒ **۹- گزینه‌ی ۴** در مقاومت‌های موازی، مقاومت معادل از هر مقاومت مدار کوچک‌تر است. اگر مقاومت $R_4 = R$ در این صورت مقاومت شاخه‌ای که شامل مقاومت‌های R_2، R_3 و R_5 است از مقاومت R کوچک‌تر است.



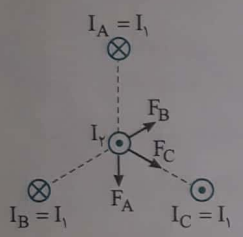
و مقاومت کل شاخه‌ی بالایی که شامل R_2، R_3 و R_4 و R_5 است از ۲R کوچک‌تر است؛ در حالی که مقاومت شاخه پایینی که شامل R_1 و R_6 است برابر ۲R است. از این رو چون مقاومت R_4 از مقاومت همه‌ی شاخه‌ها کم‌تر است، جریان گذرنده از مقاومت R_4 از همه بیش‌تر بوده و با افزایش ولتاژ بین A و B، جریان افزایش می‌یابد و احتمال سوختن مقاومت R_4 از همه بیش‌تر است.

Ⓑ **۱۰- گزینه‌ی ۳** نیروی وارد بر بار در این محل بنا به قاعده‌ی دست راست برای بار منفی به سمت چپ و اندازه‌ی نیرو برابر است با:



$$F = qvB\sin\alpha \Rightarrow F = ۲\times۱۰^{-۶}\times۵۰\times۲\times۱۰^{-۶}\sin ۹۰^\circ \Rightarrow F = ۲\times۱۰^{-۱۰}N$$

Ⓑ **۱۱- گزینه‌ی ۲** نیرویی که دو سیم راست، موازی و طویل با جریان‌های همسو، بر هم وارد می‌کنند. ربایشی و با جریان‌های ناهمسو رانشی است. با توجه به شکل به دلیل تقارن F_A و F_B جهت نیروی خالص وارد بر I_2 در امتداد F_C خواهد بود.



Ⓐ **۱۲- گزینه‌ی ۱** با توجه به شکل P_2 باید قطب S و P_1 قطب N باشد و P_1 قوی‌تر است که S عقربه را به سوی خود متمایل کرده است.

Ⓑ **۱۳- گزینه‌ی ۴** میدان $\vec{B}_2 = \vec{j}$ با نیم‌خط عمود بر سطح حلقه زاویه‌ی ۹۰° می‌سازد و شار گذرنده از سطح به واسطه‌ی B_2 صفر است؛ بنابراین تنها شار گذرنده از سطح توسط B_1 را حساب می‌کنیم:

$$\Phi = BA\cos\theta \Rightarrow \Phi = ۰/۵\times(\pi\times۰/۱^۲)\cos ۱۸۰^\circ \Rightarrow \Phi = -۰/۰۱۵Wb$$

دقت کنید نیم‌خط عمود بر سطح در جهت مثبت محور xها و بردار میدان B_1 در جهت منفی محور xها است بنابراین $\theta = ۱۸۰^\circ$ است.

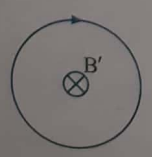
Ⓑ **۱۴- گزینه‌ی ۱** میدان درون سیملوله را به‌دست می‌آوریم:

$$B = \mu_۰\frac{N}{l}I \Rightarrow B = ۴\pi\times۱۰^{-۷}\times\frac{۱۲۰}{۰/۸}\times۲ \Rightarrow B = ۱۲\pi\times۱۰^{-۵}T$$

خطوط میدان سیملوله بر سطح حلقه‌های آن عمود است و $\theta = ۰$ می‌باشد. از این رو:

$$\Phi = BA\cos\theta \Rightarrow \Phi = ۱۲\pi\times۱۰^{-۵}\times\pi(۵\times۱۰^{-۲})^۲\times۱ \Rightarrow \Phi = ۳\times۱۰^{-۶}Wb$$

Ⓐ **۱۵- گزینه‌ی ۴** برای آنکه جریان عبوری از حلقه ساعتگرد باشد باید جهت میدان القایی درونسو باشد. هم‌چنین جهت میدان حاصل از سیم راست درون حلقه نیز برونسو است، بنابراین میدان حاصل از سیم درون حلقه در حال افزایش می‌باشد که میدان‌ها در خلاف جهت هم به‌دست آمده‌اند (قانون لنز)، پس یا حلقه در حال نزدیک شدن به سیم راست است یا جریان سیم راست در حال افزایش است.



Scanned by CamScanner