خرید کتاب های کنکور
با تخفیف ویژه
و
ارسال رایگان
Medabook.com
مدابوک
دریافت برنامه ریزی و مشاوره
از مشاوران رتبه برتر
موسسه کنکوری آیدی نوین
۰۲۱ ۲۸۴۲۵۴

مقدمه

دانش‌آموز گرامی؛

در جلد اول کتاب فیزیک جامع پایهٔ دهم و یازدهم، در بخش درس‌نامه‌ها، مثال‌های متنوع همراه با پاسخ‌های روان و آموزشی برایتان آوردیم تا یادگیری مطالب درسی در این مرحله کامل شود. همچنین در قسمت سؤال‌ها، انواع تست‌ها با کیفیت و کمیت بسیار خوبی طراحی کردیم و گنجاندیم. ترتیب تست‌ها را نیز با روند آموزشی و از ساده به دشوار در نظر گرفتیم تا مباحث در ذهنتان تثبیت شود و در نهایت بر آنها مسلط شوید.

اما سؤال خوب پاسخ خوب هم لازم دارد. پاسخ‌ها را با وسواس زیادی نوشته‌ایم و با گام‌بندی و ارائه روش‌های گوناگون تستی و مفهومی کوشیدیم تا نه تنها ابهامی برای شما باقی نماند، بلکه مفاهیم درسی برایتان مرور شود. از این رو پیشنهاد می‌کنیم تست‌هایی را که درست پاسخ دادید، را هم ببینید. احتمالاً راه و روش دیگری را هم یاد خواهید گرفت.

در پایان لازم می‌دانیم از همهٔ همکاران بزرگوار مهروماه به ویژه جناب آقای احمد اختیاری که ما را از هر گونه حمایت خود بهره‌مند ساختند سپاسگزاری کنیم.

مؤلفان کتاب

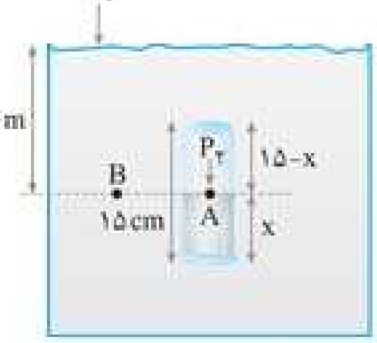
گام دوم: چون دما ثابت است، با استفاده از قانون گازهای آرمانی می‌توان نوشت:

$$T = \text{ثابت} \Rightarrow P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow P_0 \times 18 = (P_0 + 15) \times 15$$

$$\Rightarrow 18P_0 = 15P_0 + 15\times 15 \Rightarrow 3P_0 = 15\times 15 P_0 = 75\,\text{cmHg}$$

۱۱۸۹. گزینه ۳

قبل از وارد کردن لوله در آب حجم هوای درون لوله برابر $V_1 = h_1A = 15A$ و فشار آن برابر $P_1 = P_0$ است. بعد از وارد کردن لوله در آب، اگر فرض کنیم به اندازهٔ ارتفاع x، آب در لوله بالا رفته باشد، ارتفاع هوای حبس شده در لوله $h_2 = 15 - x$ و حجم هوای حبس شده برابر $V_2 = h_2A = (15 - x)A$ و فشار آن برابر $P_2 = P_A = P_B = P_0 + \rho gh$ است. بنابراین با توجه به این که دمای گاز ثابت است، می‌توان نوشت:



$$\begin{cases} V_1 = 15A \\ P_1 = P_0 = 10^5\,\text{Pa} \end{cases}$$

$$\begin{cases} V_2 = (15 - x)A \\ P_2 = P_0 + \rho gh = 10^5 + 10^3 \times 10 \times 15 \\ = 2/5 \times 10^5\,\text{Pa} \end{cases}$$

$$T = \text{ثابت} \Rightarrow P_1V_1 = P_2V_2$$

$$\Rightarrow 10^5 \times 15A = 2/5 \times 10^5 \times (15 - x)A$$

$$\Rightarrow 15 = 2/5 \times (15 - x) \Rightarrow \frac{15}{2/5} = 15 - x \Rightarrow 6 = 15 - x \Rightarrow x = 9\,\text{cm}$$

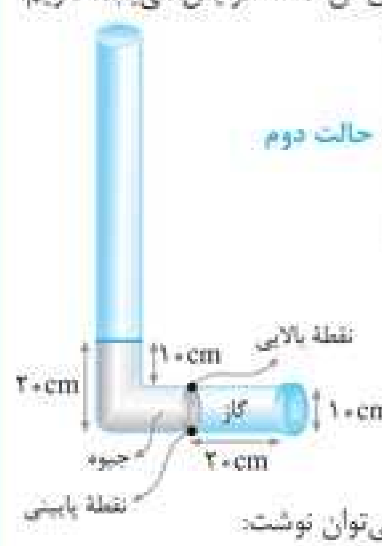
۱۱۹۰. گزینه ۴

یادآوری: اگر فشار وارد بر بالاترین و پایین‌ترین نقطهٔ وجه قائم به ترتیب P_1 و P_2 باشد، فشار متوسط وارد بر این وجه برابر $P = \frac{P_1 + P_2}{2}$ است.

گام اول: با توجه به شکل، فشار وارد بر نقطهٔ بالای پیستون برابر $10\,\text{cmHg}$ و فشار وارد بر نقطهٔ پایینی آن $20\,\text{cmHg}$ است. بنابراین فشار متوسط وارد بر پیستون از طرف مایع برابر $P = \frac{10 + 20}{2} = 15\,\text{cmHg}$ خواهد بود. از طرف دیگر، چون فشار هوای محیط $P_0 = 75\,\text{cmHg}$ است، فشار کل وارد بر پیستون که برابر فشار گاز محبوس می‌باشد برابر $P_1 = P_0 + 15 = 75 + 15 = 90\,\text{cmHg}$ و حجم گاز برابر V_1 است.

$$\text{حالت اول} \begin{cases} P_1 = 90\,\text{cmHg} \\ V_1 \\ T_1 \end{cases}$$

در حالت دوم که حجم گاز ۲۵٪ کاهش و دمای آن ۲۵٪ افزایش می‌یابد، داریم:



$$\text{حالت دوم} \begin{cases} P_2 = ? \\ V_2 = V_1 - \frac{25}{100}V_1 = V_1 - \frac{1}{4}V_1 = \frac{3}{4}V_1 \\ T_2 = T_1 + \frac{25}{100}T_1 = T_1 + \frac{1}{4}T_1 = \frac{5}{4}T_1 \end{cases}$$

گام دوم: با استفاده از قانون گازهای آرمانی می‌توان نوشت:

$$\frac{PV}{T} = nR = \text{ثابت} \Rightarrow \frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{90V_1}{T_1} = \frac{P_2 \times \frac{3}{4}V_1}{\frac{5}{4}T_1}$$

$$\Rightarrow P_2 = 150\,\text{cmHg}$$

گام سوم: چون در حالت دوم فشار گاز برابر $150\,\text{cmHg}$ است، فشار گاز نسبت به حالت اول $150 - 90 = 60\,\text{cmHg}$ اضافه شده است، یعنی ارتفاع ستون جیوه‌ای که باید اضافه شود $60\,\text{cm}$ می‌باشد. از طرف دیگر وقتی حجم گاز ۲۵٪ کاهش می‌یابد، پیستون به اندازه $20 \times \frac{25}{100} = 5\,\text{cm}$ به سمت راست حرکت می‌کند، در نتیجه ارتفاع ستون جیوه هم $5\,\text{cm}$ کم می‌شود که این مقدار باید به $60\,\text{cm}$ اضافه شود. بنابراین ارتفاع ستون جیوه اضافه شده برابر $h = 65\,\text{cm}$ و حجم جیوه اضافه شده برابر است با:

$$V = Ah \xrightarrow{A = 75\,\text{cm}} V = 75 \times 65 = 4875\,\text{cm}^3$$

۱۱۹۱. گزینه ۲

گام اول: ابتدا باید مشخص کنیم فشار ستونی از روغن به ارتفاع $68\,\text{cm}$ معادل فشار چند سانتی‌متر جیوه است:

$$(\rho h)_{\text{جیوه}} = (\rho' h')_{\text{روغن}} \xrightarrow[h' = 68\,\text{cm}]{\rho_{\text{جیوه}} = 13/6\,\text{g/cm}^3,\ \rho_{\text{روغن}} = 0/8\,\text{g/cm}^3}$$

$$13/6 \times h = 0/8 \times 68 \Rightarrow h = 4\,\text{cm}$$

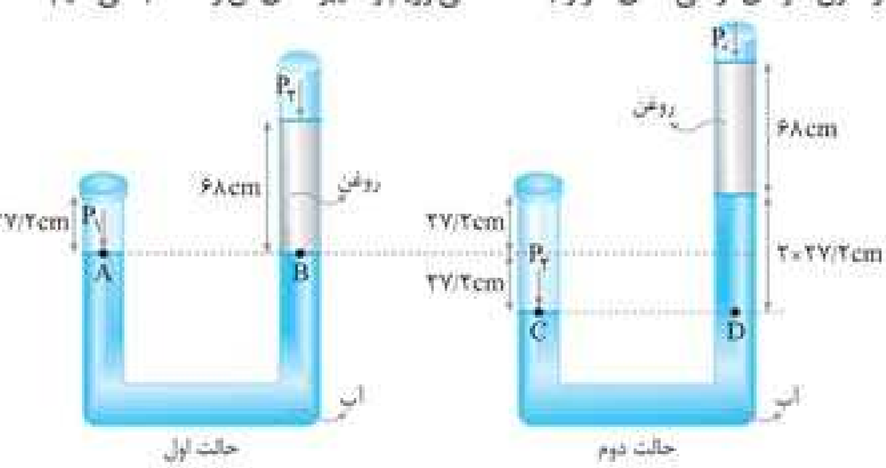
یعنی فشار $68\,\text{cm}$ روغن معادل فشار $4\,\text{cmHg}$ است.

گام دوم: قبل از افزایش دما، حجم گاز محبوس V_1 و فشار آن $P_1 = P_{\text{روغن}} = 4\,\text{cmHg}$ است. بعد از افزایش دما چون حجم هوای محبوس دو برابر می‌شود، ارتفاع آن نیز دو برابر خواهد شد؛ بنابراین باید آب درون سمت چپ لوله به اندازهٔ $27/2\,\text{cm}$ پایین آید تا ارتفاع هوای محبوس دو برابر شود. لذا آب در لولهٔ سمت راست به اندازهٔ $27/2\,\text{cm}$ بالا می‌رود. در این حالت فشار هوای محبوس برابر فشار هوای محیط به اضافهٔ فشار $68\,\text{cm}$ روغن و فشار $2 \times 27/2$ سانتی‌متر آب است. بنابراین لازم است در این جا فشار $2 \times 27/2\,\text{cm}$ آب را برحسب cmHg بیابیم.

$$(\rho h)_{\text{آب}} = (\rho' h')_{\text{جیوه}} \Rightarrow 1 \times 2 \times 27/2 = 13/6 \times h' \Rightarrow h' = 4\,\text{cm}$$

یعنی فشار $2 \times 27/2$ سانتی‌متر آب معادل فشار $4\,\text{cmHg}$ است.

گام سوم: فشار و حجم هوای محبوس در دو حالت را مشخص می‌کنیم و سپس با استفاده از قانون گازهای آرمانی دمای گاز را به دست می‌آوریم و تغییر دمای آن را حساب می‌کنیم:



$$\text{حالت اول} \begin{cases} P_1 = P_0 + P_{\text{روغن}} = 76 + 4 = 80\,\text{cm} \\ T_1 = 27 + 273 = 300\,\text{K} \\ V_1 \end{cases}$$

$$\text{حالت دوم} \begin{cases} P_2 = P_0 + P_{\text{روغن}} + P_{\text{آب}} = 76 + 4 + 4 = 84\,\text{cmHg} \\ T_2 = ? \\ V_2 = 2V_1 \end{cases}$$

$$\frac{PV}{T} = nR = \text{ثابت} \Rightarrow \frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{80 \times V_1}{300} = \frac{84 \times 2V_1}{T_2}$$

$$\Rightarrow T_2 = 630\,\text{K}$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 630 - 300 \Rightarrow \Delta T = 330\,\text{K}$$

۱۱۹۲. گزینه ۴

گام اول: تغییرات دمای جسم را بر حسب درجهٔ سلسیوس می‌یابیم:

$$T_1 = \theta_1 + 273 \xrightarrow{\theta_1 = 127^\circ\text{C}} T_1 = 127 + 273 = 400\,\text{K}$$

$$\Delta T = \frac{25}{100}T_1 = \frac{25}{100} \times 400 = 100\,\text{K} \xrightarrow{\Delta\theta = \Delta T} \Delta\theta = 100^\circ\text{C}$$

$$\xrightarrow[q_2=-2q\,,\,q_1=q]{\vec{E}_2=\vec{E}_1\,,\,m_1=m\,,\,m_2=4m}\frac{\vec{a}_2}{\vec{a}_1}=\frac{-2q}{q}\times\frac{m}{4m}$$

$$\Rightarrow\frac{\vec{a}_2}{\vec{a}_1}=-\frac{1}{2}\Rightarrow\vec{a}_1=-2\vec{a}_2$$

۱۴۱۰. گزینه ۴

بر ذره دو نیرو وارد می‌شود: ۱ نیروی گرانشی، ۲ نیروی الکتریکی. نیروی گرانش که همواره به طرف پایین است و نیروی الکتریکی وارد بر بار منفی که خلاف جهت میدان و در اینجا رو به پایین است.

از قانون دوم نیوتون می‌توان نوشت:

$$\begin{cases}\vec{F}_T=m\vec{a}\\ \vec{F}_T=\vec{F}_1+m\vec{g}\end{cases}\Rightarrow\vec{F}_1+m\vec{g}=m\vec{a}\xrightarrow{F=|q|E}|q|E+mg=ma$$

$$\Rightarrow 1\times10^{-6}\times10^{4}+1\times10^{-3}\times10=10^{-3}a$$

$$\Rightarrow a=\frac{10^{-2}+10^{-2}}{10^{-3}}=20\,m/s^2$$

۱۴۱۱. گزینه ۳

یادآوری: در حرکت با شتاب ثابت، جابه‌جایی جسم در ثانیهٔ tاُم از رابطهٔ $\Delta x=\frac{1}{2}a(2t-1)+v_0$ به‌دست می‌آید.

گام اول: میدان الکتریکی به طرف بالا و ذره مثبت است، پس میدان بر ذره نیروی به طرف بالا وارد می‌کند که این نیرو از رابطهٔ $F=qE$ به‌دست می‌آید:

$$F=qE=2\times10^{-3}\times10^{2}=0/2N$$

گام دوم: میدان گرانش زمین نیز بر ذره نیروی mg به طرف پایین وارد می‌کند که برابر است با: $mg=40\times10^{-3}\times10=0/4N$

گام سوم: از قانون دوم نیوتون شتاب ذره را به‌دست می‌آوریم:

$$F_T=ma\Rightarrow mg-F=ma\Rightarrow 0/4-0/2=40\times10^{-3}\times a\Rightarrow a=5\,m/s^2$$

گام چهارم: از رابطهٔ جابه‌جایی در ثانیهٔ tاُم برای حرکت شتاب‌دار با شتاب ثابت می‌توان نوشت:

$$\Delta x=\frac{1}{2}a(2t-1)+v_0\xrightarrow{v_0=0}\Delta x=\frac{1}{2}\times5(2\times2-1)\Rightarrow\Delta x=7/5m$$

۱۴۱۲. گزینه ۱

بنابر رابطهٔ $q=ne$ می‌توانیم بنویسیم:

$$\xrightarrow[e=1/6\times10^{-19}C]{q=4\times10^{-6}C}q=ne\Rightarrow n=\frac{4\times10^{-6}}{1/6\times10^{-19}}=2/5\times10^{13}$$ الکترون

۱۴۱۳. گزینه ۳

می‌دانیم که تفلون در سری الکتریسیته مالشی در پایین‌ترین قسمت قرار دارد. از این‌رو هر جسمی که با آن مالش داده شود بار مثبت می‌یابد، بنابراین میلهٔ شیشه‌ای بار مثبت خواهد داشت و چون الکتروسکوپ بار نداشته است با نزدیک‌کردن میله شیشه‌ای به الکتروسکوپ، کلاهک بار منفی و ورقه‌ها بار مثبت خواهند داشت.

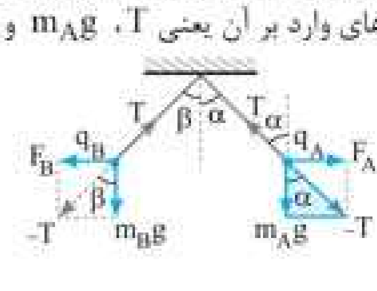
۱۴۱۴. گزینه ۲

دقت کنید چون با اضافه کردن بار $+2\mu C$ به یکی از بارهای نقطه‌ای q، نیروی الکتریکی دو بار افزایش یافته است، می‌توان دریافت بار نقطه‌ای q مثبت بوده است. از رابطهٔ قانون کولن و مقایسه نیروی الکتریکی بین دو بار می‌توان نوشت:

$$\frac{F'}{F}=\frac{q'_1q'_2}{q_1q_2}\times\left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2\xrightarrow[F=0/02]{F'=0/03}\frac{0/03}{0/02}=\frac{(q+2)q}{q^2}\Rightarrow q=4\mu C$$

۱۴۱۵. گزینه ۲

گام اول: با توجه به شکل زیر، برای بار q_A می‌توان گفت چون ذره در حال تعادل است، برایند نیروهای وارد بر آن یعنی T، m_Ag و F برابر صفر است.



پس برایند دو نیروی $\vec{F}$ و $m\vec{g}$ برابر $-\vec{T}$ می‌باشد و در مثلث هاشورخورده می‌توان از نسبت تانژانت زاویه α نوشت: $\tan\alpha=\frac{F_A}{m_Ag}$

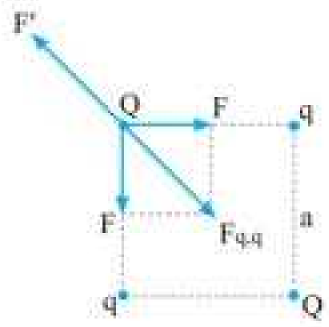
گام دوم: به همین دلیل و ترتیب برای ذرهٔ B می‌توان نوشت: $\tan\beta=\frac{F_B}{m_Ag}$

توجه داریم که نیروی الکتریکی بین دو ذره اندازه یکسانی دارد، یعنی: $F_A=F_B$

گام سوم: از مقایسهٔ دو رابطهٔ فوق می‌توان نتیجه گرفت:

$$\frac{\tan\alpha}{\tan\beta}=\frac{m_Bg}{m_Ag}\xrightarrow{m_A<m_B}\alpha>\beta$$

۱۴۱۶. گزینه ۴



گام اول: برای اینکه Q ثابت و در حال تعادل باشد باید بارهای q نیروی دافعه بار Q بر Q یعنی F' را خنثی کنند، پس باید q ناهمنام با Q باشد.

گام دوم: برایند نیروهای الکتریکی بارهای q بر بار Q را (که F نامیده‌ایم) حساب می‌کنیم:

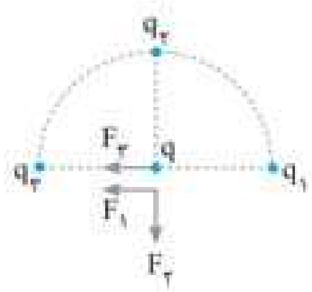
$$F_{q,q}=\sqrt{F^2+F^2}=\sqrt{2}F\xrightarrow{F=k\frac{|q||Q|}{a^2}}F_{q,q}=\sqrt{2}k\frac{|qQ|}{a^2}$$

گام سوم: نیروی $F_{q,q}$ باید برابر نیروی بین دو بار Q و Q یعنی F' باشد تا Q در حال تعادل الکتریکی باشد:

$$F'=F_{q,q}\Rightarrow k\frac{|QQ|}{(\sqrt{2}a)^2}=\sqrt{2}k\frac{|qQ|}{a^2}$$

$$\Rightarrow\frac{|Q|}{|q|}=2\sqrt{2}\xrightarrow{\text{q و Q ناهمنام‌اند.}}\frac{Q}{q}=-2\sqrt{2}$$

۱۴۱۷. گزینه ۱



گام اول: چون اندازهٔ q_1 و q_3 یکسان و برابر $4\mu C$ و فاصله آن‌ها تا بار q یکسان است، اندازهٔ نیروی الکتریکی آن‌ها بر q نیز یکسان و برابر است با:

$$F_1=F_3=9\times10^{9}\times\frac{4\times10^{-6}\times2\times10^{-6}}{(6\times10^{-2})^2}$$

$$\Rightarrow F_1=F_3=20N$$

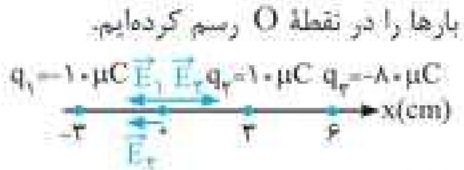
گام دوم: $F_2=9\times10^{9}\times\frac{2\times10^{-6}\times4\times10^{-6}}{(6\times10^{-2})}=20N$

گام سوم: با توجه به شکل، نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q را می‌نویسیم:

$$\vec{F}=(-F_1-F_3)\vec{i}-F_2\vec{j}\Rightarrow\vec{F}=-40\vec{i}-20\vec{j}(N)$$

۱۴۱۸. گزینه ۴

گام اول: مطابق شکل میدان الکتریکی بارها را در نقطهٔ O رسم کرده‌ایم.



گام دوم: چون اندازه q_1 و q_2 و فاصله آن‌ها تا نقطهٔ O یکسان است، بزرگی میدان آن‌ها یکسان است و برابر است با:

$$E_1=E_2=9\times10^{9}\times\frac{10\times10^{-6}}{(3\times10^{-2})^2}\Rightarrow E_1=E_2=10^{8}N/C$$

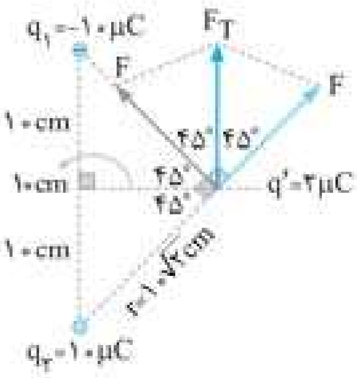
گام سوم: میدان الکتریکی q_3 را در O حساب می‌کنیم. دقت کنید فاصله q_3 تا O دو برابر q_2 تا O و اندازهٔ آن ۸ برابر q_2 است پس می‌توان دریافت بزرگی میدان q_3 در O، دو برابر بزرگی میدان q_2 در O است.

$$E\propto\frac{q}{r^2}\xrightarrow[\text{r دو برابر}]{\text{q هشت برابر}}\frac{E_3}{E_2}=2\Rightarrow E_3=2\times10^{8}N/C$$

گام چهارم: میدان الکتریکی خالص را حساب می‌کنیم:

$$E=E_3-E_1-E_2=2\times10^{8}-10^{8}-10^{8}=0$$

۱۵۳۱. گزینه ۲



گام اول: ابتدا نیروی خالص وارد بر q' را به دست می‌آوریم. سپس با استفاده از قانون دوم نیوتون، شتاب ذره را حساب می‌کنیم. چون q_1 و q_2 اندازهٔ یکسان دارند و فاصلهٔ آن‌ها تا q' نیز یکسان است، بزرگی نیروی الکتریکی آن‌ها بر q' یکسان می‌باشد.

با توجه به شکل، نیروهای وارد بر q' بر هم عمود هستند و برایند این دو نیرو از رابطهٔ $F_T = \sqrt{۲}F$ به دست می‌آید.

گام دوم: بزرگی نیروی F و درنهایت نیروی برایند را به دست می‌آوریم. از تکنیک ۹۰ استفاده می‌کنیم:

$$F = k\frac{|q_1||q'|}{r^۲}$$

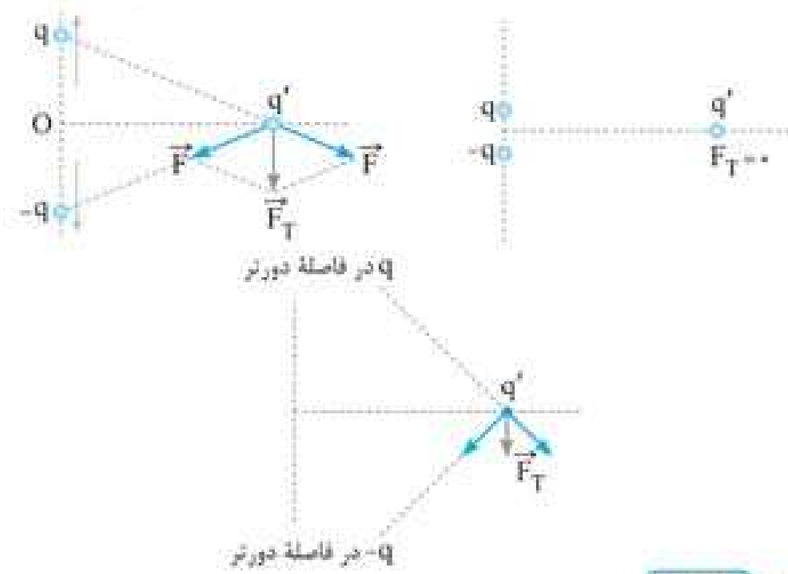
$$\xrightarrow{r=\sqrt{۱۰^۲+۱۰^۲}=۱۰\sqrt{۲}cm} F = ۹۰ \times \frac{۱۰\times ۲}{(۱۰\sqrt{۲})^۲} = ۹N$$

نیروی خالص وارد بر q' برابر است با: $F_T = \sqrt{۲}F \Rightarrow F_T = ۹\sqrt{۲}\ N$

گام سوم: اکنون از قانون دوم نیوتون یعنی $F_T = ma$ استفاده می‌کنیم تا شتاب q' را به دست آوریم: $F_T = ma \Rightarrow ۹\sqrt{۲} = ۹\times ۱۰^{-۶}\times a \Rightarrow a = \sqrt{۲}\times ۱۰^۶ m/s^۲$

۱۵۳۲. گزینه ۳

مطابق شکل $q>۰$ و $-q$ بسیار نزدیک به نقطهٔ O می‌باشند پس یکی بر بار $q'>۰$ نیروی رانشی و دیگری نیروی ربایشی و هم‌اندازه وارد می‌کند. بنابراین برایند این دو نیرو صفر است. اگر q و $-q$ از O فاصله بگیرند، مطابق شکل نیروی خالص وارد بر q' مقدار غیرصفر خواهد بود و با دور شدن q و $-q$ تا فاصلهٔ بسیار زیاد نیروی الکتریکی هر یک از آن‌ها بر بار q' تقریباً برابر صفر و در نتیجه نیروی خالص نیز برابر صفر خواهد شد. پس بزرگی نیروی خالص وارد بر بار q' ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد. اگر $q'<۰$ باشد نیز فقط جهت F_T مخالف حالت $q'>۰$ می‌شود.



۱۵۳۳. گزینه ۴

یادآوری: حاصل‌ضرب میانگین دو عدد هم‌علامت بزرگ‌تر از حاصل‌ضرب دو عدد است. مثلاً برای دو بار الکتریکی همنام q_1 و q_2 داریم:

$$(\frac{q_1+q_2}{۲})(\frac{q_1+q_2}{۲}) > q_1q_2$$

گام اول: می‌دانیم که پس از تماس دو گلولهٔ فلزی و مشابه، بار هر کره برابر نصف مجموع بارهایی است که دو کره قبل از تماس به یکدیگر داشته‌اند. بنابراین:

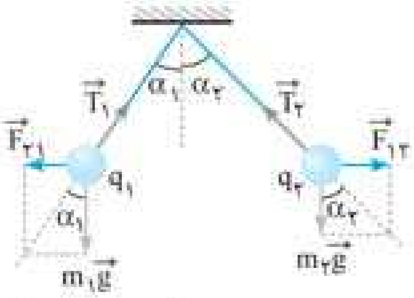
$$q_1' = q_2' = \frac{q_1+q_2}{۲}$$

گام دوم: با توجه به این که q_1 و q_2 در ابتدا همنام و گلوله‌های هم‌اندازه هستند، حالت‌های مختلفی می‌تواند پدید آید.

$$\begin{cases} q_1 = q_2 \Rightarrow q_1' = q_2' = q_1 = q_2 \Rightarrow F' = F \Rightarrow \beta = \alpha & ۱ \\ q_1 \neq q_2 (\text{همنام}) \Rightarrow q_1' = q_2' = \frac{|q_1+q_2|}{۲} \\ \xrightarrow{\text{با توجه به یادآوری ریاضی}} F' > F \Rightarrow \beta > \alpha & ۲ \end{cases}$$

بنابراین گزینه «۱» و گزینه «۳» می‌توانند درست باشند.

۱۵۳۴. گزینه ۳



گلوله‌ها بارهای همنام دارند. از آن‌جایی که اندازهٔ نیروی دافعهٔ الکتریکی بین دو گلوله یکسان، افقی و بر وزن گلوله‌ها عمود است، همچنین با توجه به درسنامه، برای تعادل هر گلوله داریم:

$$\begin{cases} \tan\alpha_1 = \frac{F_{۲۱}}{m_1g} \\ \tan\alpha_2 = \frac{F_{۱۲}}{m_2g} \end{cases} \xrightarrow{F_{۱۲}=F_{۲۱}} \frac{\tan\alpha_1}{\tan\alpha_2} = \frac{m_2g}{m_1g}$$

$$\xrightarrow{m_1>m_2} \frac{\tan\alpha_1}{\tan\alpha_2} < ۱ \Rightarrow \tan\alpha_1 < \tan\alpha_2 \Rightarrow \alpha_1 < \alpha_2$$

یعنی گلوله‌ای که جرم بیشتر دارد انحراف کم‌تر دارد.

۱۵۳۵. گزینه ۲

یادآوری: اگر جسمی به جرم m درون آسانسوری باشد و آسانسور با شتاب ثابت a در حرکت باشد، نیرویی که در اثر وزن جسم بر تکیه‌گاه یا طناب وارد می‌شود، برابر یکی از دو حالت روبه‌رو خواهد بود: $W' = m(g\pm a)$

علامت + برای حالتی است که شتاب آسانسور رو به بالا باشد مثلاً آسانسور تندشونده به طرف بالا حرکت کند یا به طرف بالا شروع به حرکت کند. علامت − برای حالتی است که شتاب آسانسور رو به پایین باشد مثلاً آسانسور تندشونده به طرف پایین حرکت کند یا به طرف پایین شروع به حرکت کند. در این سؤال چون آسانسور به طرف پایین شروع به حرکت کرده است، a را در رابطهٔ $W' = m(g\pm a)$، با علامت منفی در نظر می‌گیریم: $W' = m(g-a)$

چون نیروی الکتریکی که دو گلوله بر هم وارد می‌کنند، افقی است و عمود بر W (وزن جسم) است، می‌توان نوشت:

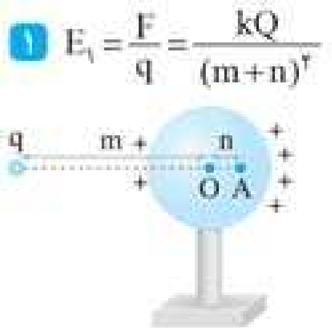
$$\tan\theta = \frac{F}{W}$$

در حالت شتابدار، مقدار $W' = m(g-a)$ و در حالت سکون $W = mg$ است. پس در حالت شتابدار رو به پایین $W' < W$ است در نتیجه نیروی F اثر بیشتری بر گلوله‌ها خواهد داشت و فاصلهٔ آن‌ها بیشتر و زاویهٔ بین نخ‌ها نیز بیشتر می‌شود.

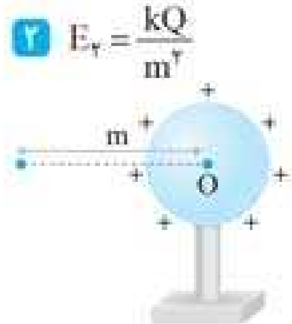
۱۵۳۶. گزینه ۳

هنگامی‌که بار q را نزدیک‌کره قرار می‌دهیم، توزیع بار در کرهٔ رسانا تغییر می‌کند، به‌طوری که می‌توانیم فرض کنیم همهٔ بار کره در نقطه‌ای مانند A قرار دارد. وقتی بار q را از رسانا دور کنیم، بارهای مثبت روی رسانا به‌طور یکنواخت پخش می‌شوند، به‌طوری که این دفعه می‌توانیم فرض کنیم بار کل رسانا در مرکز آن قرار دارد. (m فاصلهٔ نقطهٔ موردنظر تا مرکز کره است.)

۱ $E_1 = \frac{F}{q} = \frac{kQ}{(m+n)^۲}$



۲ $E_2 = \frac{kQ}{m^۲}$



۱۶۴۴. گزینه۴

چون جریانی که از مقاومت خارجی R و از مقاومت داخلی r عبور می‌کند، یکسان است، با استفاده از رابطهٔ $P=VI$، نسبت $\frac{P_R}{P_r}$ را به‌دست می‌آوریم:

$$V=\mathcal{E}-rI\xrightarrow[rI=V_r]{V=18V,\ \mathcal{E}=20V}18=20-V_r\Rightarrow V_r=2V$$

$$\frac{P_R}{P_r}=\frac{VI}{V_rI}\xrightarrow[V_r=2V]{V=18V}\frac{P_R}{P_r}=\frac{18}{2}\Rightarrow P_R=9P_r$$

۱۶۴۵. گزینه۴

چون I و P را در دو حالت داریم، با استفاده از رابطهٔ $P=\mathcal{E}I-rI^2$، نیروی محرکهٔ مولد را به‌دست می‌آوریم:

$$P=\mathcal{E}I-rI^2\Rightarrow\begin{cases}\xrightarrow[P_1=9W]{I_1=1A}9=\mathcal{E}-r\\ \xrightarrow[P_2=25W]{I_2=5A}25=5\mathcal{E}-25r\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}-25\times9=-25\mathcal{E}+25r\\ 25=5\mathcal{E}-25r\end{cases}$$

$$\Rightarrow(-25\times9)+25=-20\mathcal{E}\Rightarrow-200=-20\mathcal{E}\Rightarrow\mathcal{E}=10V$$

۱۶۴۶. گزینه۱

چون به ازای $I=\frac{\mathcal{E}}{2r}$ توان خروجی مولد بیشینه است، می‌توان نوشت:

$$I=\frac{\mathcal{E}}{R+r}\Rightarrow\frac{\mathcal{E}}{2r}=\frac{\mathcal{E}}{R+r}\Rightarrow R+r=2r\Rightarrow R=r\Rightarrow\frac{R}{r}=1$$

۱۶۴۷. گزینه۳

گام اول: می‌دانیم وقتی $r=R_{eq}$ باشد، توان خروجی مولد به حداکثر مقدار خود می‌رسد. از طرف دیگر، در این سوال وقتی مقاومت R را 70Ω کاهش می‌دهیم، توان خروجی مولد به حداکثر مقدار خود خواهد رسید. بنابراین باید $r=R-70$ باشد.

گام دوم: با داشتن r، $\mathcal{E}$ و I به صورت زیر مقاومت R را به‌دست می‌آوریم:

$$I=\frac{\mathcal{E}}{R+r}\xrightarrow[r=R-70]{\mathcal{E}=9V,\ I=0.1A}\frac{1}{10}=\frac{9}{R+R-70}\Rightarrow2R-70=90$$

$$\Rightarrow2R=160\Rightarrow R=80\Omega$$

۱۶۴۸. گزینه۳

چون توان خروجی مولد بیشینه است، الزاماً $R=r$ است؛ بنابراین با استفاده از رابطهٔ $I=\frac{\mathcal{E}}{R+r}$ مقاومت درونی مولد را حساب می‌کنیم:

$$I=\frac{\mathcal{E}}{R+r}\xrightarrow[R=r]{I=4A,\ \mathcal{E}=12V}4=\frac{12}{r+r}\Rightarrow8r=12\Rightarrow r=1/5\Omega$$

۱۶۴۹. گزینه۳

روش۱ گام اول: با استفاده از رابطهٔ $P=\mathcal{E}I-rI^2$، نیروی محرکه و مقاومت درونی را به‌دست می‌آوریم:

$$P=\mathcal{E}I-rI^2\xrightarrow{P_1=P_2=5W}\begin{cases}I_1=1A\Rightarrow5=\mathcal{E}-r\\ I_2=5A\Rightarrow5=5\mathcal{E}-25r\end{cases}$$

$$\Rightarrow\begin{cases}-25=-5\mathcal{E}+5r\\ 5=5\mathcal{E}-25r\end{cases}\Rightarrow-20=-20r\Rightarrow r=1\Omega$$

$$5=\mathcal{E}-r\Rightarrow5=\mathcal{E}-1\Rightarrow\mathcal{E}=6V$$

گام دوم: وقتی توان خروجی مولد بیشینه باشد، $r=R$ است؛ بنابراین با استفاده از رابطهٔ $I=\frac{\mathcal{E}}{R+r}$ می‌توان نوشت:

$$I=\frac{\mathcal{E}}{R+r}\xrightarrow[R=r=1\Omega]{\mathcal{E}=6V}I=\frac{6}{1+1}\Rightarrow I=3A$$

روش ۲ چون به‌ازای جریان‌های $I_1=1A$ و $I_2=5A$ توان خروجی مولد با هم برابر است، جریانی که به ازای آن توان خروجی مولد به بیشینه مقدار خود می‌رسد از رابطهٔ مقابل به‌دست می‌آید: $I_{P_{max}}=\frac{I_1+I_2}{2}\xrightarrow[I_2=5A]{I_1=1A}I_{P_{max}}=\frac{1+5}{2}=3A$

۱۶۵۰. گزینه۴

با توجه به جهت جریان الکتریکی در مولد (از پایانهٔ منفی به پایانهٔ مثبت)، این باتری در حال تولید انرژی الکتریکی است. بنابراین گزینهٔ «۴» اشتباه است!

$$P_{\text{تولیدی}}=VI=12\times2=24W\Rightarrow U_{\text{تولیدی}}=24\times60=1440J$$

با توجه به رابطهٔ $P=rI^2$ میزان توان تلف‌شده در باتری را محاسبه می‌کنیم:

$$P_{\text{تلف‌شده}}=rI^2=2\times(2)^2=8W\Rightarrow U=8\times60=480J$$

بنابراین، از ۱۴۴۰J انرژی الکتریکی تولیدی توسط باتری، تنها ۹۶۰J انرژی به مدار تزریق شده و مابقی در مقاومت درونی باتری تلف می‌شود.

۱۶۵۱. گزینه۳

همان‌طور که می‌دانیم شرط بیشینه شدن توان خروجی مولد، برابری مقاومت معادل مدار با مقاومت درونی باتری است $(R=r)$؛ بنابراین گزینهٔ «۴» درست است. حال به بررسی دیگر گزینه‌ها می‌پردازیم:

گزینهٔ «۱» درست است. $P=RI^2\xrightarrow[I=\frac{\mathcal{E}}{2r}]{r=R}P=r(\frac{\mathcal{E}}{2r})^2=\frac{\mathcal{E}^2}{4r}$

گزینهٔ «۲» درست است. $V_{\text{دوسر مولد}}=\mathcal{E}-rI=\mathcal{E}-r(\frac{\mathcal{E}}{2r})=\frac{\mathcal{E}}{2}$

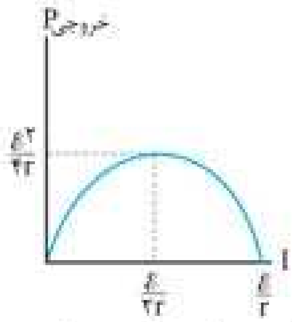
گزینهٔ «۳» نادرست است. $I=\frac{\mathcal{E}}{R+r}\xrightarrow{R=r}I=\frac{\mathcal{E}}{2r}$

بنابراین پاسخ این تست، گزینهٔ «۳» است.

۱۶۵۲. گزینه۱

رابطهٔ توان خروجی یک مولد بر حسب جریان عبوری از آن به‌صورت زیر است:

$$P_{\text{خروجی}}=\mathcal{E}I-rI^2$$



بنابراین نمودار آن به‌صورت روبه‌رو خواهد بود:

با مقایسهٔ این نمودار و نمودار سوال، داریم:

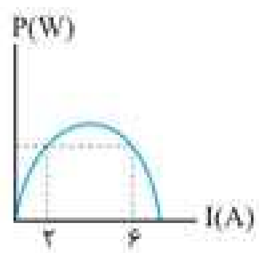
$$\frac{\mathcal{E}}{2r}=3\Rightarrow\mathcal{E}=6r$$

$$\frac{\mathcal{E}^2}{4r}=18\Rightarrow(6r)^2=72r\Rightarrow r=2\Omega$$

در یک مولد محرکه، انرژی مصرفی در مقاومت درونی آن مصرف می‌شود و داریم:

$$U_{\text{مصرفی}}=rI^2t=2\times2^2\times(3\times60)\Rightarrow U_{\text{مصرفی}}=1440J$$

۱۶۵۳. گزینه۴

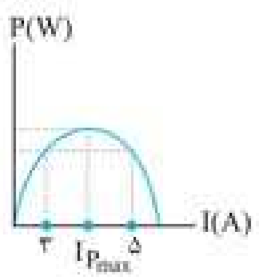


چون به ازای $I_1=2A$ و $I_2=6A$ توان خروجی مولد با هم برابر است، با استفاده از رابطهٔ زیر نیروی محرکهٔ مولد را به‌دست می‌آوریم:

$$I_1+I_2=\frac{\mathcal{E}}{r}\xrightarrow[I_2=6A]{I_1=2A,\ r=3\Omega}2+6=\frac{\mathcal{E}}{3}$$

$$\Rightarrow\mathcal{E}=24V$$

۱۶۵۴. گزینه۲



روش۱ گام اول: مقدار جریانی که به ازای آن توان خروجی مولد بیشینه است را به‌دست می‌آوریم.

چون به ازای $I_1=3A$ و $I_2=5A$ توان الکتریکی مصرفی با هم برابر است، می‌توان نوشت:

$$I_{P_{max}}=\frac{I_1+I_2}{2}=\frac{3+5}{2}\Rightarrow I_{P_{max}}=4A$$

گام دوم: با استفاده از رابطهٔ $P_{max}=\frac{1}{2}\mathcal{E}I_{P_{max}}$، بیشینهٔ توان خروجی مولد را به‌دست می‌آوریم:

$$P_{max}=\frac{1}{2}\mathcal{E}I_{P_{max}}\xrightarrow{\mathcal{E}=24V}P_{max}=\frac{1}{2}\times24\times4$$

$$\Rightarrow P_{max}=48W$$

روش ۲ گام اول: با استفاده از رابطهٔ $I_1+I_2=\frac{\mathcal{E}}{r}$، مقاومت درونی مولد را حساب می‌کنیم:

$$I_1+I_2=\frac{\mathcal{E}}{r}\xrightarrow[\mathcal{E}=24V]{I_1=3A,\ I_2=5A}3+5=\frac{24}{r}$$

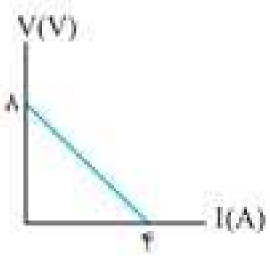
$$\Rightarrow8=\frac{24}{r}\Rightarrow r=3\Omega$$

گام دوم: با استفاده از رابطهٔ $P_{max}=\frac{\mathcal{E}^2}{4r}$، بیشینهٔ توان خروجی مولد را حساب می‌کنیم:

$$P_{max}=\frac{\mathcal{E}^2}{4r}\xrightarrow[r=3\Omega]{\mathcal{E}=24V}P_{max}=\frac{24\times24}{4\times3}\Rightarrow P=48W$$

۱۶۵۵. گزینه۱

گام اول: با استفاده از نمودار $V-I$، نیروی محرکهٔ مولد و مقاومت درونی آن را به‌دست می‌آوریم:



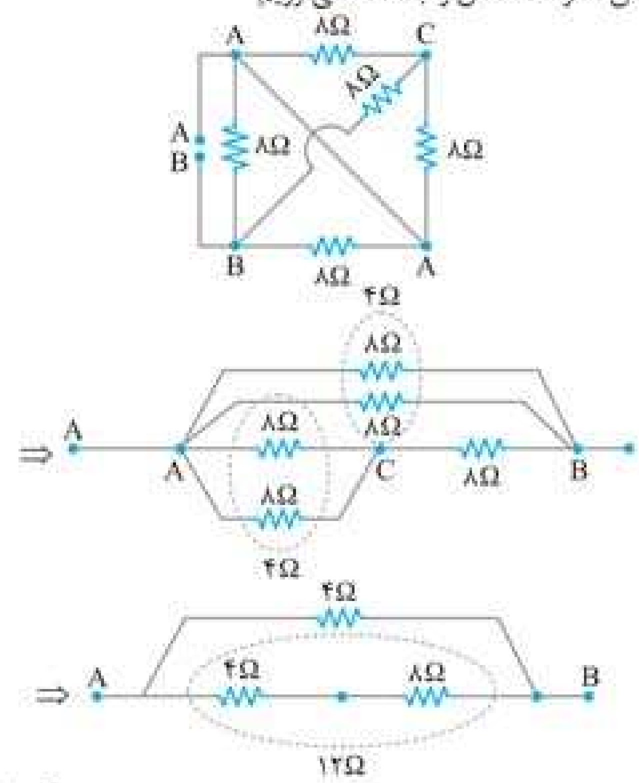
$$V=\mathcal{E}-rI\Rightarrow\begin{cases}I=0\Rightarrow V=\mathcal{E}=8V\\ \xrightarrow[\mathcal{E}=8V]{I=4A,\ V=0}0=8-4r\\ \Rightarrow r=2\Omega\end{cases}$$

حال مقاومت معادل R_{eq_2} با 18Ω موازی است و برابر مقاومت معادل بین دو نقطهٔ M و N است.

$$\frac{\frac{3}{5}R\times 18}{\frac{3}{5}R+18}=\frac{R}{2}\Rightarrow 3\times 18\times 2=3R+18\times 5\Rightarrow R=6\Omega$$

۱۷۲۴. گزینه ۳

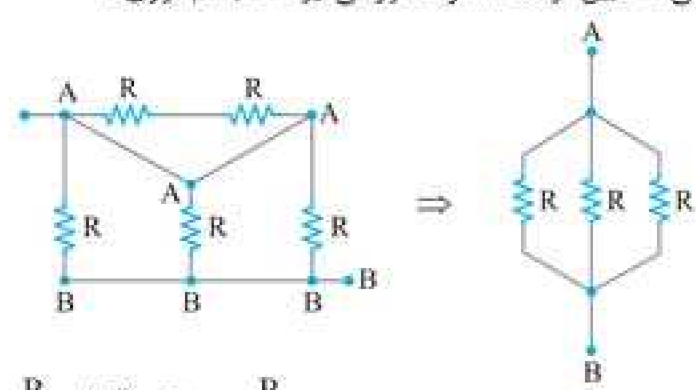
ابتدا گره‌ها را شناسایی و نام‌گذاری کرده و سپس مدار را به‌صورت ساده‌تر رسم می‌کنیم و با توجه به آن مقاومت معادل را به‌دست می‌آوریم.



$$R_{eq}=\frac{12\times 4}{12+4}\Rightarrow R_{eq}=3\Omega$$

۱۷۲۵. گزینه ۱

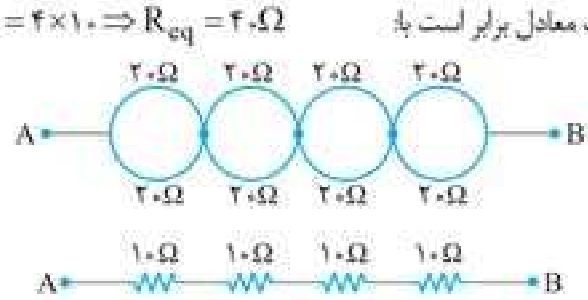
ابتدا گره‌ها را مشخص و نام‌گذاری کرده، سپس شکل مدار را به‌صورت ساده رسم می‌کنیم و با توجه به آن، مقاومت معادل مدار را حساب می‌کنیم. دقت کنید اگر بین دو گره مقاومت وجود نداشته باشد، آن دو گره هم‌پتانسیل‌اند. با توجه به شکل زیر، چون مقاومت معادل دو مقاومت متوالی R بین دو نقطهٔ هم پتانسیل A قرار گرفته‌اند (اتصال کوتاه رخ می‌دهد)، از این دو مقاومت جریان عبور نمی‌کند و از مدار حذف می‌شود؛ بنابراین سه مقاومت باقی‌مانده بین دو نقطهٔ A و B قرار می‌گیرند که با هم موازی‌اند.



$$R_{eq}=\frac{R}{n}\xrightarrow{n=3}R_{eq}=\frac{R}{3}$$

۱۷۲۶. گزینه ۳

اگر سیم یکنواخت ۱۶۰ اهمی را به چهار قسمت مساوی تقسیم کنیم، مقاومت هر قسمت 40Ω می‌شود. وقتی هر یک از این ۴ قسمت را به صورت یک حلقه درمی‌آوریم، مقاومت هر نیم‌حلقهٔ آن 20Ω می‌شود. بنابراین با توجه به شکل، مقاومت هر دو نیم حلقهٔ موازی برابر 10Ω است، $R_1=\frac{R}{n}=\frac{20}{2}=10\Omega$ که در مجموع به چهار مقاومت متوالی تبدیل می‌شود. بنابراین مقاومت معادل برابر است با: $R_{eq}=nR=4\times 10\Rightarrow R_{eq}=40\Omega$

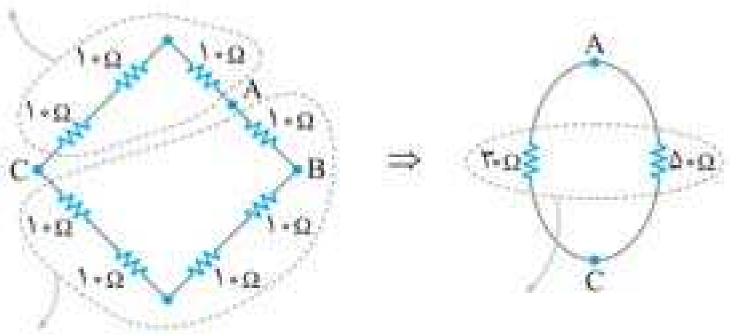


۱۷۲۷. گزینه ۱

مقاومت الکتریکی سیم، طبق رابطهٔ $R=\rho\frac{L}{A}$ با طول آن متناسب است، پس با توجه به این که قسمت‌های مشخص‌شده در صورت سؤال کمان‌های روبه‌روی زوایای مساوی هستند، بنابراین مقدار مقاومت‌ها برابر و مساوی $\frac{80}{8}=10\Omega$ است.

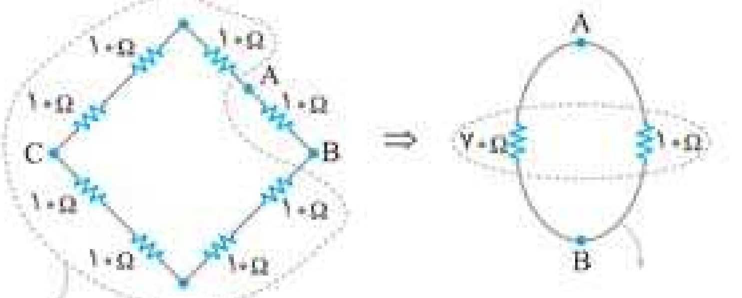
گام اول: ابتدا مقاومت معادل بین A و C را به‌دست می‌آوریم:

متوالی: $3\times 10=30\Omega$



۱ موازی: $R_{eq}=\frac{30\times 50}{30+50}=\frac{150}{8}\Omega$ متوالی: $5\times 10=50\Omega$

گام دوم: مقاومت معادل بین A و B را مشابه روش بالا به‌دست می‌آوریم:

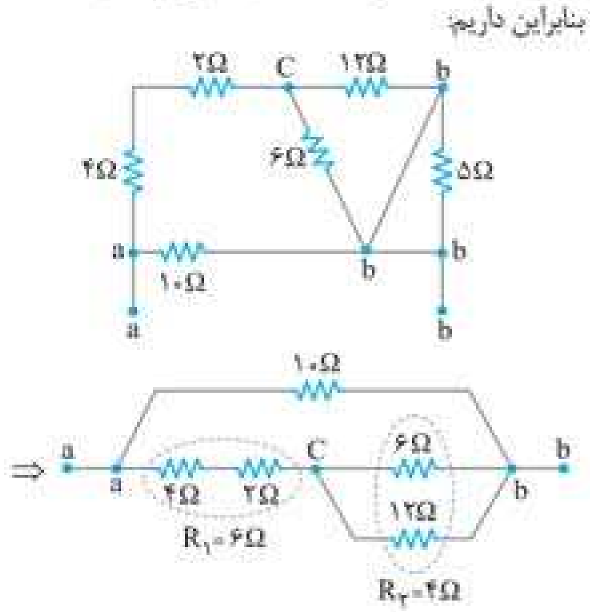


۲ موازی $R_{eq}=\frac{70\times 10}{70+10}=\frac{70}{8}\Omega$ متوالی $7\times 10=70\Omega$

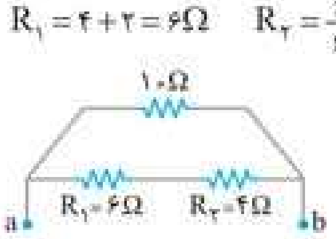
$$\xrightarrow{1,2}\frac{R_{AC}}{R_{AB}}=\frac{15}{7}$$

۱۷۲۸. گزینه ۱

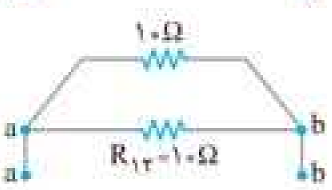
با توجه به شکل، چون مقاومت ۵ اهمی بین دو نقطهٔ هم پتانسیل b قرار گرفته است (اتصال کوتاه رخ می‌دهد)، جریان الکتریکی از آن عبور نمی‌کند و از مدار حذف می‌شود. در این شکل، مقاومت‌های 4Ω و 2Ω با هم متوالی و مقاومت‌های 6Ω و 12Ω با هم موازی‌اند؛ بنابراین داریم:



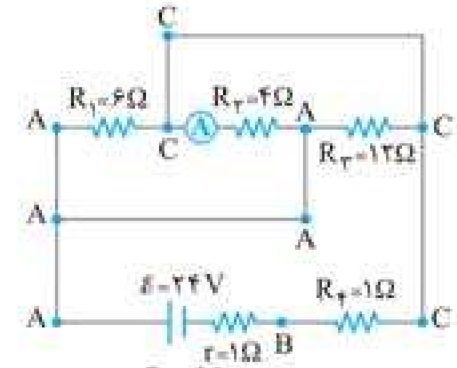
$$R_1=4+2=6\Omega \qquad R_2=\frac{6\times 12}{6+12}=4\Omega$$

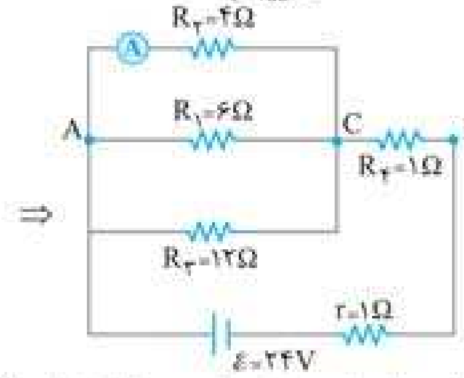


$$\Rightarrow R_{1,2}=6+4=10\Omega$$



$$\Rightarrow R_{eq}=\frac{10\times 10}{10+10}\Rightarrow R_{eq}=5\Omega$$





گام دوم: مقاومت معادل مدار را به‌دست می‌آوریم. مقاومت‌های R_1، R_2 و R_3 با هم موازی و مقاومت معادلشان با R_4 متوالی است. بنابراین داریم:

$$\frac{1}{R_{1,2,3}}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}=\frac{1}{6}+\frac{1}{4}+\frac{1}{12}\Rightarrow R_{1,2,3}=2\Omega$$

با محاسبهٔ جریان اصلی مدار، اختلاف پتانسیل بین دو نقطهٔ A و C را حساب می‌کنیم و در آخر جریان I_2 که آمپرسنج نشان می‌دهد را به‌دست می‌آوریم:

$$R_{eq}=R_{1,2,3}+R_4=2+1=3\Omega$$

گام سوم: جریان شاخهٔ اصلی را حساب می‌کنیم:

$$I=\frac{\mathcal{E}}{R_{eq}+r}\xrightarrow[R_{eq}=3\Omega]{\mathcal{E}=24V\ ,\ r=1\Omega}I=\frac{24}{3+1}=6A$$

گام چهارم: اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت $R_{1,2,3}$ یعنی V_{AC} را حساب می‌کنیم:

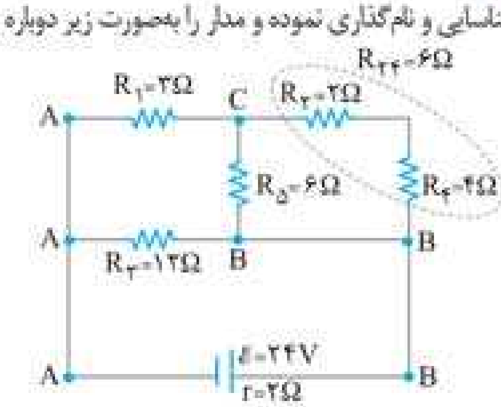
$$V_{AC}=R_{1,2,3}I=2\times6=12V$$

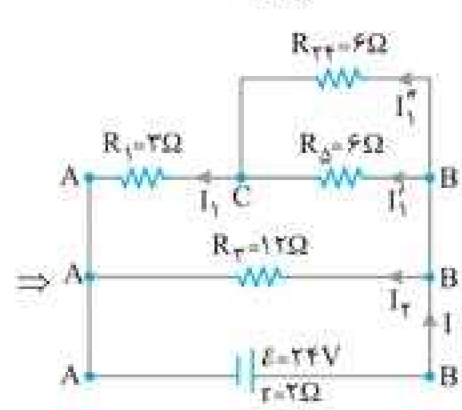
گام پنجم: جریان مقاومت R_2 را به‌دست می‌آوریم:

$$I_2=\frac{V_{AC}}{R_2}=\frac{12}{4}\Rightarrow I_2=3A$$

۱۷۶۹. (گزینه ۲)

گام اول: گره‌ها را شناسایی و نام‌گذاری نموده و مدار را به‌صورت زیر دوباره رسم می‌کنیم:





گام دوم: برای به‌دست آوردن جریان مقاومت $R_5=6\Omega$، کافی است V_{AB} را به‌دست آوریم. به همین منظور ابتدا مقاومت معادل مدار را حساب می‌کنیم. مقاومت $R_{2,4}$ با R_5 موازی و معادل آن‌ها با R_1 متوالی و معادل این سه مقاومت با R_3 موازی است.

$$R_{2,4,5}=\frac{R}{n}=\frac{6}{2}=3\Omega\ ،\ R_{1,2,4,5}=R_1+R_{2,4,5}=3+3=6\Omega$$

$$R_{eq}=\frac{R_{1,2,4,5}\times R_3}{R_{1,2,4,5}+R_3}=\frac{6\times12}{6+12}=4\Omega$$

گام سوم: جریان شاخهٔ اصلی برابر است با:

$$I=\frac{\mathcal{E}}{R_{eq}+r}\xrightarrow[r=2\Omega]{\mathcal{E}=24V}I=\frac{24}{4+2}=4A$$

گام چهارم: V_{AB} که برابر اختلاف پتانسیل دو سر مدار است را حساب می‌کنیم:

$$V_{AB}=R_{eq}\cdot I=4\times4=16V$$

گام پنجم: جریان I_1 را حساب می‌کنیم:

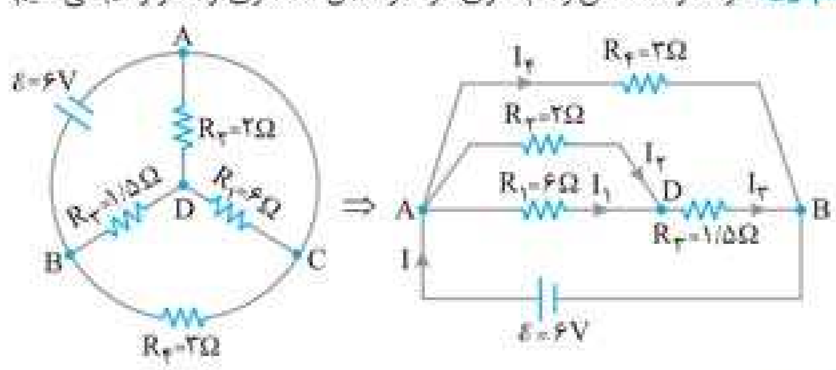
$$I_1=\frac{V_{AB}}{R_{1,2,4,5}}=\frac{16}{6}=\frac{8}{3}A$$

گام ششم: جریان I_1 به دو قسمت مساوی بین مقاومت‌های موازی 6Ω تقسیم می‌شود:

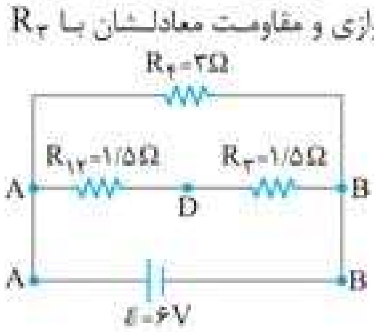
$$I''_1=I'_1=\frac{I_1}{2}=\frac{\frac{8}{3}}{2}\Rightarrow I'_1=\frac{4}{3}A$$

۱۷۷۰. (گزینه ۱)

گام اول: گره‌ها را مشخص و نام‌گذاری کرده و شکل ساده‌تری از مدار رسم می‌کنیم:



گام دوم: با توجه به شکل، برای محاسبهٔ جریان مقاومت $R_1=6\Omega$ باید V_{AD} را به‌دست آوریم. به همین منظور ابتدا مقاومت معادل مقاومت‌های R_1، R_2 و R_3 را حساب می‌کنیم. مقاومت R_1 و R_2 با هم موازی و مقاومت معادلشان با R_3 متوالی است:



$$R_{1,2}=\frac{R_1\times R_2}{R_1+R_2}=\frac{6\times2}{6+2}=1/5\Omega$$

$$R_{1,2,3}=R_{1,2}+R_3$$

$$\Rightarrow R_{1,2,3}=1/5+1/5=3\Omega$$

گام سوم: طبق رابطهٔ اختلاف پتانسیل دو سر مولد و با توجه به این که $r=0$ است، داریم:

$$V_{AB}=V_{\text{مولد}}=\mathcal{E}-rI=6-0\Rightarrow V_{AB}=6V$$

گام چهارم: چون R_{AD} و R_{DB} با هم برابر است، $V_{AB}=6V$ بین این دو مقاومت به طور مساوی تقسیم می‌شود. بنابراین $V_{AD}=3V$ می‌باشد و جریان مقاومت $R_1=6\Omega$ برابر است با:

$$I_1=\frac{V_{AD}}{R_1}=\frac{3}{6}\Rightarrow I_1=0/5A$$

۱۷۷۱. (گزینه ۱)

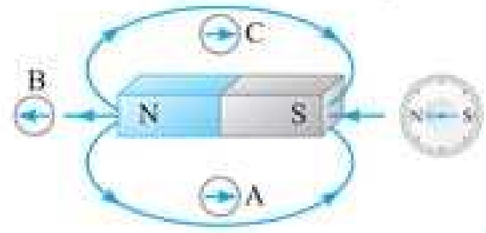
گام اول: آمپرسنج ایده‌آل جریان اصلی مدار را نشان می‌دهد؛ بنابراین ابتدا با استفاده از رابطهٔ $I=\frac{\mathcal{E}}{R_{eq}+r}$، مقاومت معادل مدار را به‌دست می‌آوریم:

$$I=\frac{\mathcal{E}}{R_{eq}+r}\xrightarrow[I=2A]{\mathcal{E}=20V,\ r=1\Omega}2=\frac{20}{R_{eq}+1}\Rightarrow R_{eq}=9\Omega$$

گام دوم: گره‌ها را مشخص و نام‌گذاری کرده و سپس با رسم شکل ساده‌تر و با توجه به نوع اتصال مقاومت‌ها، مقاومت معادل را به‌دست می‌آوریم و با استفاده از آن مقاومت R_1 را حساب می‌کنیم.

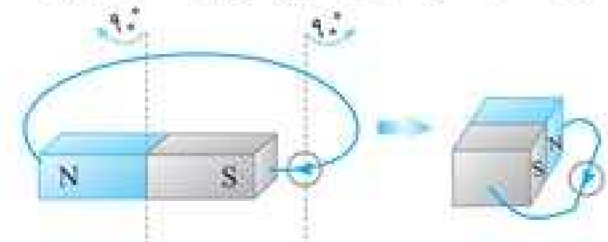
گام دوم: خطوط میدان را رسم می‌کنیم. (جهت خطوط در بیرون آهنربا، از قطب N به سمت قطب S خواهد بود.)

گام سوم: عقربهٔ مغناطیسی مماس بر خطوط و در جهت آن است.



۱۸۷۶. گزینه ۲

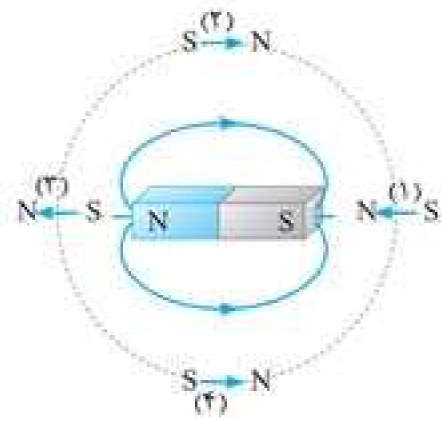
با چرخش آهنربا حول محور خط‌چین، عقربه مغناطیسی هم شروع به چرخش می‌کند (چون محل قطب‌ها تغییر کرده و در نتیجه خطوط میدان مغناطیسی هم تغییر می‌کنند). در چرخش 90° آهنربا مطابق شکل زیر، عقربه نیز می‌چرخد. پس در یک دور کامل (360°)، عقربه نیز یک دور کامل (360°) می‌چرخد.



۱۸۷۷. گزینه ۴

گام اول: خطوط میدان را رسم کرده و قطب‌نما را در ۴ نقطهٔ مشخص شده قرار می‌دهیم. می‌دانیم قطب‌نما در جهت خطوط میدان قرار می‌گیرد.

گام دوم: عقربهٔ مغناطیسی، در هر نقطه بر خطوط میدان مماس و در جهت خطوط است و می‌بینیم که جهت در نقطهٔ (۲) نسبت به (۱)، 180° تغییر داشته (جهت کاملاً عکس شده)، پس بین هر دو نقطه یعنی (۱) تا (۲) و (۲) تا (۳) و (۳) تا (۴) و در نهایت (۴) تا (۱)، قطب‌نما (مطابق شکل) 180° و در نتیجه در کل $4\times180^\circ=720^\circ$ می‌چرخد.



۱۸۷۸. گزینه ۴

نکته:

۱ اگر بین دو آهنربا نیروی دافعه ایجاد شود، دو قطب همنام آن‌ها مجاور هم قرارگرفته است.

۲ اگر بین آهنربا و جسمی نیروی جاذبه دیدید، دو حالت زیر ممکن است اتفاق افتاده باشد:

(۱) جسم آهنربا است ⇐ قطب‌های ناهمنام مجاور هم هستند.

(۲) جسم آهنربا نیست (ماده‌ای فرومغناطیس، مانند آهن است) ⇐ در مورد آن نمی‌توان نظر داد.

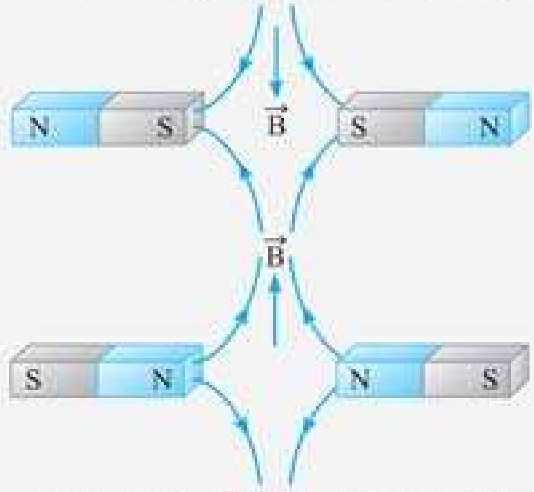
با این اوصاف چون میلهٔ A آهنربا را دفع کرده، حتماً خودش آهنربا است و از طرف قطب N به قطب N آهنربا نزدیک شده، ولی چون آهنربا، میلهٔ B را جذب کرده، در مورد آن نمی‌توان اظهار نظر قطعی کرد.

۱۸۷۹. گزینه ۲

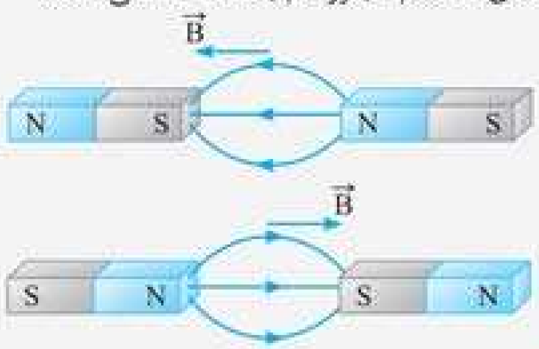
با توجه به شکل خطوط میدان دو آهنربای مشابه، باید قطب‌های ناهمنام دو آهنربا (مطابق شکل) مجاور همدیگر قرار گرفته باشند. با توجه به جهت خطوط میدان، P' قطب N و P قطب S است.

نکته: در دو آهنربای مشابه مجاور هم، برای شیب خطوط میدان بر خط عمود منصف داریم:

۱ اگر قطب‌های مشابه مجاور هم باشند ⇐ قائم است.



۲ اگر قطب‌های ناهمنام مجاور هم باشند ⇐ افقی است.



۱۸۸۰. گزینه ۲

گام اول: خطوط میدان از قطب N خارج می‌شوند.

گام دوم: خطوط میدان خارج‌شده از قطب‌های مشابه همدیگر را دفع می‌کنند.

گام سوم: تعداد یا تراکم خطوط میدان در نزدیک آهنربای قوی‌تر باید بیشتر باشد. در نتیجه گزینه «۲» صحیح است.

۱۸۸۱. گزینه ۳

گام اول: خطوط میدان از N خارج شده و به S وارد می‌شوند.

گام دوم: تعداد یا تراکم خطوط میدان باید در مجاورت آهنربای قوی‌تر، بیشتر باشد.

دام آموزشی: گزینه «۲» انحنا در سمت آهنربای قوی‌تر بیشتر است که این نادرست است، زیرا هم تعداد و هم فشردگی در سمت آهنربای قوی‌تر بیشتر است. در نتیجه گزینه «۳» صحیح است.

۱۸۸۲. گزینه ۲

۱ قطب‌های مغناطیسی زمین بر قطب‌های جغرافیایی منطبق نیستند. (گزینه‌های «۱» و «۴» نادرست هستند.)

۲ قطب N مغناطیسی مجاور قطب جنوب جغرافیایی و قطب S مغناطیسی مجاور قطب شمال جغرافیایی است. (گزینه «۳» نادرست است.)

۳ خطوط میدان در خارج آهنربا (زمین) از سمت N به S است.

۱۸۸۳. گزینه ۳

بررسی همهٔ عبارت‌ها

الف زمین مثل یک آهنربا است که قطب S آن در نزدیکی قطب شمال جغرافیایی است، اما منطبق بر آن نیست و قطب N در مجاورت جنوب جغرافیایی است. (مورد الف نادرست است.)

ب میل مغناطیسی، اختلاف امتداد قطب‌های مغناطیسی با امتداد قطب‌های جغرافیایی است. (مورد ب نادرست است.)

پ زاویهٔ عقربهٔ مغناطیسی (قطب‌نما) در هر نقطه با سطح افق را شیب مغناطیسی می‌نامند. (مورد پ نادرست است.)

ت قطب مغناطیسی زمین بر قطب‌های جغرافیایی آن منطبق نیست، در واقع فاصله نسبتاً زیادی از یکدیگر دارند.

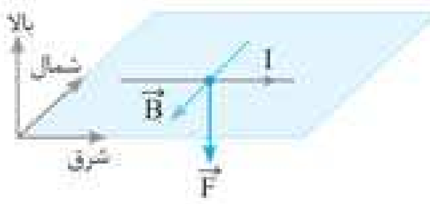
گام دوم: با توجه به این‌که میدان از N به سمت S بوده، با توجه به جهت جریان در سیم و قاعدهٔ دست راست، نیروی وارد به سیم درون‌سو خواهد بود.

۱۹۲۹. گزینه ۱

گام اول: ابتدا اندازهٔ نیروی وارد بر سیم را حساب می‌کنیم: $F=I\ell B\sin\theta$

$F=۲\times(۱/۵)\times۰/۵\times۱=۱/۵\,N$

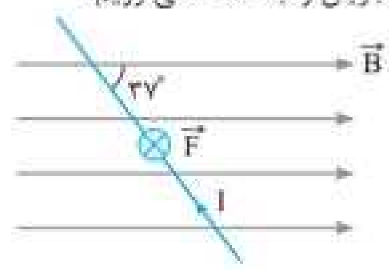
گام دوم: با توجه به قاعدهٔ دست راست جهت نیروی وارد بر سیم را در شکل تعیین کرده‌ایم. این نیرو به سمت پایین است.



۱۹۳۰. گزینه ۴

گام اول: توجه کنید جهت جریان در خلاف جهت حرکت الکترون‌ها و عکس جهت نشان‌داده‌شده در شکل است، یعنی به سمت بالا.
بنابراین با توجه به قاعدهٔ دست راست، نیروی وارد بر سیم درون‌سو خواهد بود.

گام دوم: اندازهٔ شدت جریان را به دست می‌آوریم:



$$\begin{cases}|q|=ne\\ I=\dfrac{|q|}{\Delta t}\end{cases}\Rightarrow I=\frac{ne}{\Delta t}=\frac{۵\times۱۰^{۱۸}\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹}}{۲\times۱۰^{-۳}}=۴۰۰\,A$$

گام سوم: برای اندازهٔ نیروی وارد بر سیم داریم:

$F=I\ell B\sin\theta=۴۰۰\times۱\times(۱۰^{۳}\times۱۰^{-۴})\times۰/۶=۲۴\,N$

۱۹۳۱. گزینه ۲

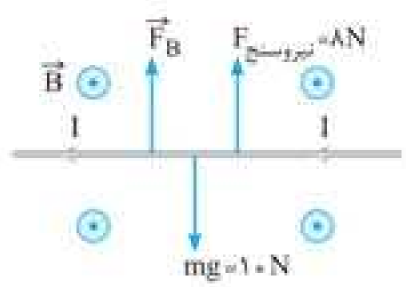
نیروی مغناطیسی برای این که وزن را خنثی کند باید با آن هم‌اندازه و به سمت بالا باشد. طول سیم را ℓ فرض می‌کنیم. با توجه به فرض مسئله داریم:

$$\begin{cases}W=mg=(\ell\times\frac{۵۰}{۱۰۰۰})\times۱۰=۰/۵\ell\\ F_B=I\ell B\sin\theta\end{cases}$$

$\xrightarrow[\theta=\frac{\pi}{2}]{F_B=mg}۲۵\times\ell\times B_{min}=۰/۵\ell\Rightarrow B_{min}=۰/۰۲\,T$

۱۹۳۲. گزینه ۲

گام اول: با توجه به این که میله در حال تعادل است و نیروسنج عددی کم‌تر از وزن را نشان می‌دهد، باید نیروی مغناطیسی به سمت بالا باشد. میدان مغناطیسی هم برون‌سو است. با توجه به قاعدهٔ دست راست جهت جریان به سمت چپ خواهد بود.



گام دوم: برای تعیین شدت جریان داریم:

$F_B+F_{\text{نیروسنج}}=mg$

$\Rightarrow F_B+۸=۱۰\Rightarrow F_B=۲\,N$

$F_B=I\ell B\sin\theta$

$\Rightarrow۲=I\times۲\times۵\times۱\Rightarrow I=۰/۲\,A$

۱۹۳۳. گزینه ۱

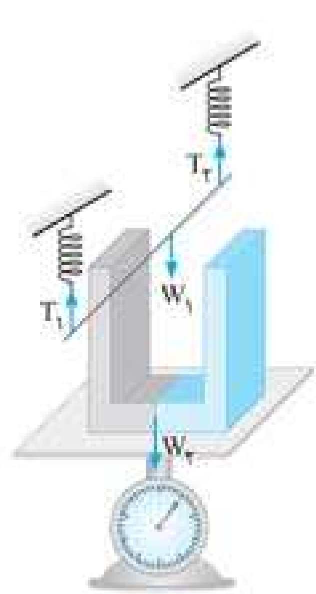
برای اینکه نیروی وارد بر سیم ۲۰٪ کم شود، بنابر رابطه $F=I\ell B$ باید جریان سیم نیز ۲۰٪ کاهش یابد و بنابر رابطهٔ $I=\frac{\mathcal{E}}{R}$ می‌توان نوشت:

$I=\frac{\mathcal{E}}{R}\Rightarrow\frac{I_2}{I_1}=\frac{R_1}{R_2}\Rightarrow\frac{I_2-I_1}{I_1}=\frac{R_1-R_2}{R_2}$

$\Rightarrow-\frac{۲۰}{۱۰۰}=\frac{R_1-R_2}{R_2}\Rightarrow\frac{R_2-R_1}{R_2}=\frac{۲۰}{۱۰۰}\xrightarrow{R_1=۶\Omega}R_2=۷/۵\Omega$

درصد تغییر مقاومت $=\frac{۷/۵-۶}{۶}=٪+۲۵$

۱۹۳۴. گزینه ۱

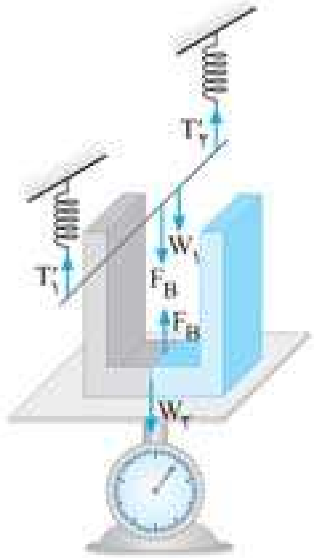


گام اول: وقتی از سیم جریانی نگذرد، مجموع عددهایی که نیروسنج‌ها نشان می‌دهند برابر وزن سیم و عددی که ترازو نشان می‌دهد برابر وزن آهنرباست:

$T_1+T_2=W_1=۴N$

$F_{\text{ترازو}}=W_2=۱۰N$

گام دوم: پیش از این دیدیم که نیروی وارد بر سیم و آهنربا پس از برقراری جریان در سیم کنش و واکنش همدیگر هستند و چون نیروسنج‌ها عدد بزرگ‌تری را نشان می‌دهند، نیروی مغناطیسی وارد بر سیم، به سمت پایین و در نتیجه نیروی وارد به آهنربا به همان اندازه و به سمت بالا است.



$$\begin{cases}T'_1+T'_2=F_B+W_1\\ T'_1=T'_2=۲/۲\ ,\ W_1=۴\end{cases}$$

$\Rightarrow F_B=۰/۴\,N$

$\Rightarrow F_{\text{ترازو}}=W_2-F_B=۱۰-۰/۴=۹/۶\,N$

گام سوم: اکنون اندازهٔ میدان مغناطیسی را به‌دست می‌آوریم:

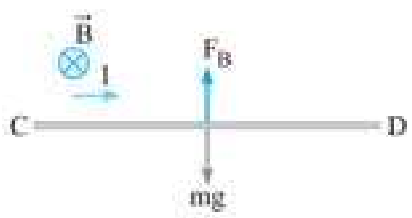
$F_B=I\ell B\sin\theta$

$۲۰\times۰/۲\times B\times۱=۰/۴$

$\Rightarrow B=۰/۱T$

۱۹۳۵. گزینه ۱

گام اول: باید وزن میله با نیروی مغناطیسی خنثی شود با توجه به جهت میدان و قاعده دست راست جریان باید از C به سمت D باشد.



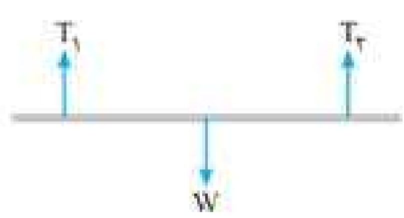
گام دوم: محاسبهٔ شدت جریان:

$F_B=mg\Rightarrow BI\ell\sin\theta=mg$

$\Rightarrow(۰/۴)\times I\times(۰/۸)\times۱$

$=(۱۶۰\times۱۰^{-۳})\times۱۰\Rightarrow I=\frac{۱۶۰}{۳۲}=۵\,A$

۱۹۳۶. گزینه ۴



گام اول: در ابتدا نیروسنج‌ها وزن سیم را نشان می‌دهند.

$W=T_1+T_2=۰/۲+۰/۲=۰/۴\,N$

گام دوم: در حالت دوم با عبور جریان از سیم نیروی مغناطیسی به آن اثر می‌کند که چون نیروسنج‌ها عدد بزرگ‌تری را نشان می‌دهند، این نیرو باید هم‌جهت با وزن و به سمت پایین باشد و مقدار آن برابر است با:

$W+F_B=T_1+T_2$

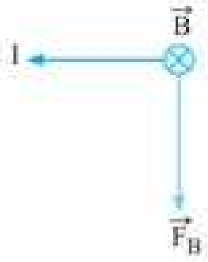
$\Rightarrow۰/۴+F_B=۰/۳+۰/۳$

$\Rightarrow F_B=۰/۲\,N$

اکنون جریان سیم را حساب می‌کنیم:

$F_B=I\ell B\sin\theta\Rightarrow۰/۲=I\times۰/۲۵\times۰/۲\Rightarrow I=۴\,A$

گام سوم: با توجه به قاعدهٔ دست راست چون میدان به سمت شمال (یعنی درون‌سو است) و نیروی مغناطیسی به سمت پایین، جریان باید به سمت غرب باشد.



۲۱۶۶. گزینه ۱

هر چند این نوع مدارها در کتاب درسی مورد بحث قرار نگرفته‌اند، اما به سادگی قابل تحلیل‌اند. آن هم از روش بقای انرژی! در لحظه‌ای که کل انرژی خازن تخلیه گردیده، تمام انرژی در القاگر ذخیره شده و جریان عبوری در القاگر در این لحظه بیشینه است.

$$U_C = U_L \Rightarrow \frac{۱}{۲}\frac{q^۲}{C} = \frac{۱}{۲}LI^۲$$

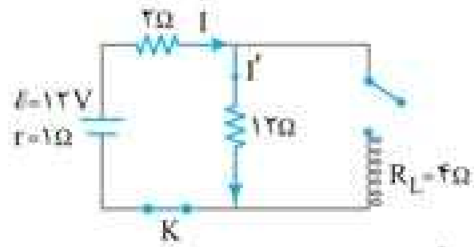
$$\Rightarrow \frac{(۵\times۱۰^{-۶})}{۱۰\times۱۰^{-۶}} = ۱۰\times I^۲ \Rightarrow I = ۵\times۱۰^{-۴}A = ۰/۵mA$$

ممکن است از خودتان بپرسید که اصلاً چرا باید انرژی خازن کاملاً تخلیه گردد. القاگر مسئله، یک رسانای بدون مقاومت است و مثل این است که دو سر یک خازن را با سیم به هم وصل کرده باشیم.

۲۱۶۷. گزینه ۱

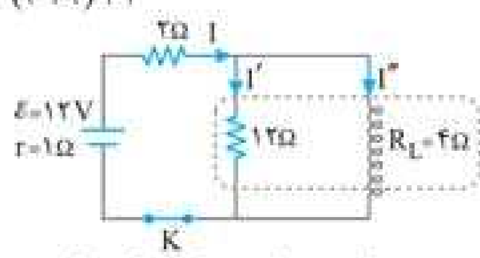
در لحظهٔ وصل کلید چون در مدار جریان از صفر شروع به افزایش می‌کند، القاگر مانند کلید باز عمل نموده و از شاخهٔ القاگر جریانی عبور نمی‌کند و تمام جریان مدار تک حلقه از مقاومت ۱۲Ω عبور می‌کند:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq}+r} = \frac{۱۲}{۱۵} = ۰/۸A$$



با ثابت شدن جریان، آثار القایی در سیملوله از بین رفته چون برای القاگر مقاومت ذکر شده، مدار شامل دو حلقه خواهد بود که در آن مقاومت ۱۲Ω و مقاومت القاگر $R_L = ۴\Omega$ با هم موازی‌اند.

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq}+r} = \frac{۱۲}{(۳+۲)+۱} = ۲A$$



با توجه به رابطهٔ تقسیم جریان در مقاومت‌های موازی داریم:

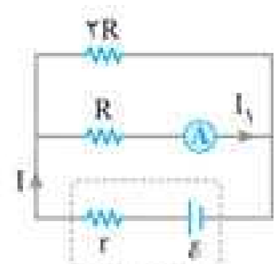
$$I' = \frac{۴}{۱۲+۴}I = ۰/۵A$$

حال اندازهٔ تغییرات جریان گذرنده از مقاومت ۱۲Ω را به‌دست می‌آوریم:

$$\Delta I_{۱۲\Omega} = ۰/۵ - ۰/۸ = -۰/۳A \Rightarrow |\Delta I_{۱۲\Omega}| = ۰/۳A$$

۲۱۶۸. گزینه ۱

گام اول: بلافاصله پس از وصل کلید، القاگر اجازهٔ ورود جریان به شاخه خود را نمی‌دهد؛ بنابراین مدار در این حالت به شکل زیر ساده می‌گردد:



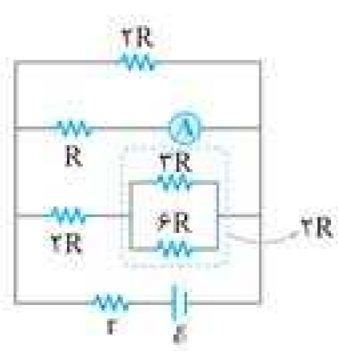
$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq}+r} \text{ ، } R_{eq} = \frac{۲R\times R}{۲R+R} = \frac{۲}{۳}R$$

$$\boxed{۱} \quad \Rightarrow I = \frac{\mathcal{E}}{\frac{۲}{۳}R+r} = \frac{۳\mathcal{E}}{۲R+۳r}$$

حال این جریان به نسبت عکس در شاخه‌های مدار تقسیم می‌شود، بنابراین جریان عبوری از آمپرسنج را مطابق زیر محاسبه می‌کنیم:

$$\xrightarrow{\boxed{۱}} I_۱ = \frac{۲R}{۲R+R}\times\frac{۳\mathcal{E}}{۲R+۳r} = \frac{۲\mathcal{E}}{۲R+۳r} \quad \boxed{۲}$$

گام دوم: بعد از گذشت زمان طولانی، جریان در مدار به مقدار ثابتی می‌رسد و دیگر نیروی محرکه‌ای در مدار القا نمی‌شود. از طرفی چون از مقاومت الکتریکی القاگر صرف‌نظر شده است، مانند سیم بدون مقاومتی عمل کرده و مدار به‌صورت شکل روبه‌رو درمی‌آید.



مقاومت معادل $۲R$ حاصل از دو مقاومت موازی $۶R$ و $۳R$ با مقاومت $۲R$ در همان شاخه متوالی است. بنابراین داریم:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq}+r} = \frac{\mathcal{E}}{\frac{۴}{۷}R+r} = \frac{۷\mathcal{E}}{۴R+۷r} \quad \boxed{۳}$$

$$\xrightarrow{\boxed{۳}} I_۲ = \frac{\frac{۴}{۳}R}{\frac{۴}{۳}R+R}\times\frac{۷\mathcal{E}}{۴R+۷r} = \frac{۴\mathcal{E}}{۴R+۷r} \quad \boxed{۴}$$

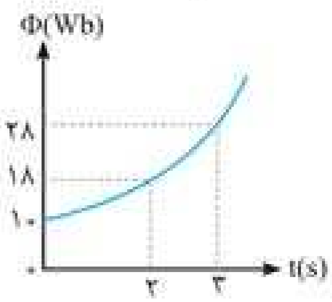
باید توجه کنیم که برای محاسبه جریان آمپرسنج، باید معادل موازی دو مقاومت $۴R$ و $۲R$ را محاسبه کرده و جریان را به نسبت عکس در شاخه‌ها تقسیم کنیم:

$$\xrightarrow{\boxed{۲},\boxed{۴}} \frac{I_۲}{I_۱} = \frac{\frac{۴\mathcal{E}}{۴R+۷r}}{\frac{۲\mathcal{E}}{۲R+۳r}} = \frac{۴R+۶r}{۴R+۷r}$$

۲۱۶۹. گزینه ۴

در دو ثانیهٔ اول، با استفاده از قانون القای الکترومغناطیسی فاراده، داریم:

$$|\overline{\mathcal{E}}_۱| = \left|N\frac{\Delta\Phi_۱}{\Delta t_۱}\right| = ۱\times\frac{\Phi_۲-\Phi_۰}{t_۲-t_۰} \Rightarrow ۴ = \frac{\Phi_۲-۱۰}{۲-۰} \Rightarrow \Phi_۲ = ۱۸\ Wb$$



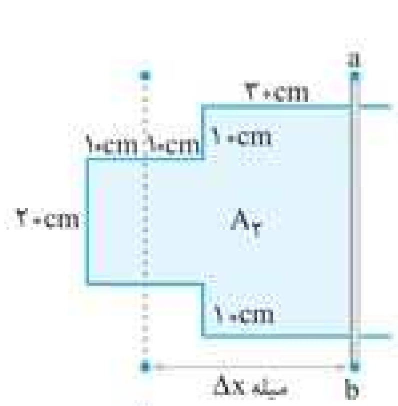
در ثانیهٔ سوم، با استفاده از قانون القای الکترومغناطیسی فاراده، داریم:

$$|\overline{\mathcal{E}}_۲| = \left|N\frac{\Delta\Phi_۱}{\Delta t_۱}\right| = ۱\times\frac{\Phi_۳-\Phi_۲}{t_۳-t_۲}$$

$$\Rightarrow ۱۰ = \frac{\Phi_۳-۱۸}{۳-۲} \Rightarrow \Phi_۳ = ۲۸\ Wb$$

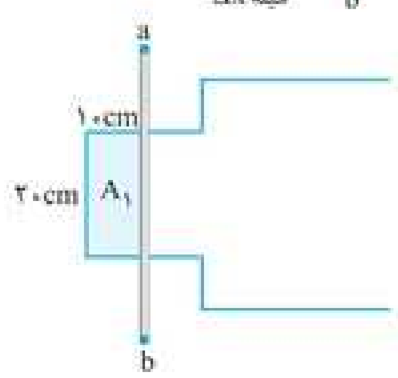
۲۱۷۰. گزینه ۴

در مدت $۰/۲s$ میزان جابه‌جایی میلهٔ ab را حساب کرده و سطح قاب را در دو حالت حساب می‌کنیم:



$$\Delta x = v\times\Delta t = ۲\times۰/۲$$
$$= ۰/۴m = ۴۰cm$$
$$A_۲ = (۰/۲\times۰/۲)+(۰/۴\times۰/۳)$$
$$= ۰/۱۶m^۲$$
$$A_۱ = ۰/۲\times۰/۱ = ۰/۰۲m^۲$$

توجه کنید در این مسئله علت تغییر شار مغناطیسی، تغییر سطح قاب است:



$$(N=۱,\ B=۱۰۰۰G=۰/۱T)$$

$$|\overline{\mathcal{E}}| = N\left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = NB\cos\theta\left|\frac{\Delta A}{\Delta t}\right|$$

$$= ۱\times۰/۱\times۱\times\frac{(۰/۱۶-۰/۰۲)}{۰/۲}$$

$$\Rightarrow |\overline{\mathcal{E}}| = ۰/۰۷V$$

۲۱۷۱. گزینه ۳

در این تست علت تغییر شار مغناطیسی، تغییر سطح است. برای ثابت بودن جریان القایی باید ولتاژ القایی ثابت و در نتیجه تغییرات شار هم یکنواخت باشد. در هنگام خروج حلقه، تا به قطر ab نرسیده‌ایم تغییرات سطح مرتب بزرگ‌تر می‌شود. برای این که تغییرات شار مغناطیسی ثابت بماند، باید سرعت خروج را کم کنیم. اما با عبور قطر ab از منطقهٔ میدان، تغییرات سطح مرتباً کم‌تر شده و برای جبران آن باید با سرعت افزاینده‌ای حلقه را از میدان خارج کنیم:

$$\begin{cases}\Delta A_۲ > \Delta A_۱\\ \Delta A'_۲ < \Delta A'_۱\end{cases}$$