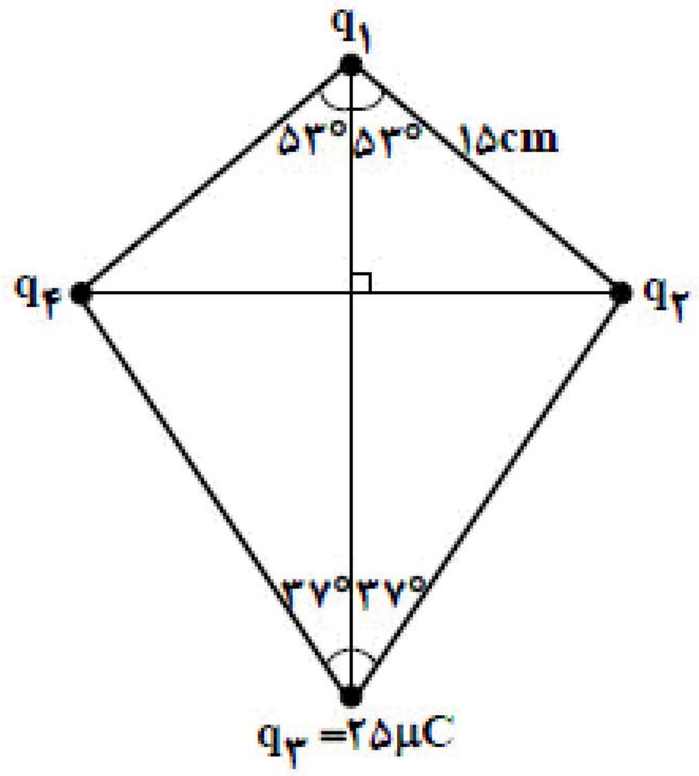
۱- دو کره‌ی رسانای مشابه A و B هریک روی پایه‌های عایقی قرار دارند. بار الکتریکی کره‌های A و B به‌ترتیب $+۲\mu C$ و $+۴\mu C$ است. اگر دو کره را با هم تماس دهیم و جدا کنیم، چگالی سطحی بار کره‌ی A و B، به‌ترتیب از راست به چپ، چند درصد تغییر می‌کنند؟

۱) ۵۰ ، ۲۵ ۲) ۷۵ ،۲۵ ۳) ۵۰ ، ۵۰ ۴) ۵۰ ، ۷۵

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. بار هریک از کره‌ها به $۳\mu C$ می‌رسد، بنابراین، بار کره‌ی A، ۵۰ درصد افزایش می‌یابد و بار الکتریکی کره‌ی B، ۲۵ درصد کاهش می‌یابد و چگالی سطحی هر کره، متناسب با بار الکتریکی آن است.

۲- چهار ذره‌ی باردار مطابق شکل قرار دارند، برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار $q_۲$ برابر صفر است. $|q_۴|$ چند میکروکولن است؟ $(\sin ۳۷^\circ = ۰/۶)$

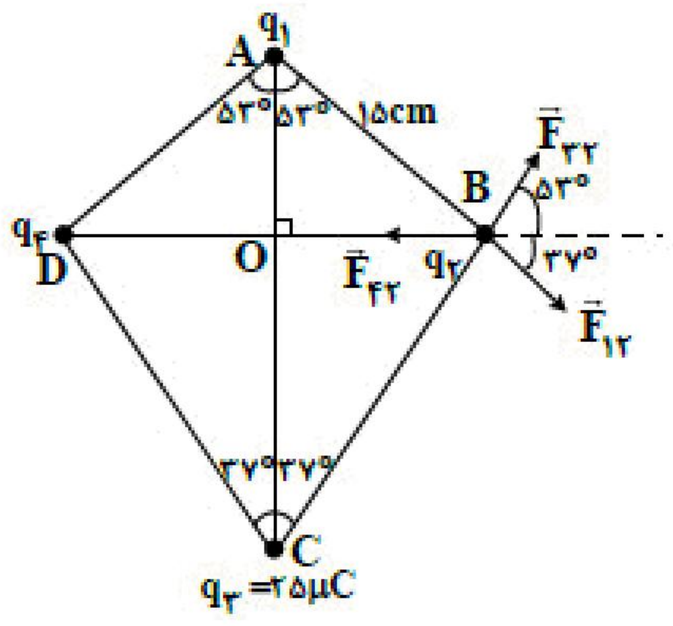


۱) $۹\sqrt{۲}$

۲) ۱۸/۲۵

۳) ۳۶

۴) ۶۰



گزینه ۴ پاسخ صحیح است. چون برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار الکتریکی $q_۲$، صفر است و $q_۳ > ۰$ می‌باشد، نتیجه می‌گیریم که $q_۱ > ۰$ و $q_۴ < ۰$ است، لذا با فرض این‌که $q_۲ > ۰$ می‌باشد، نمایش نیروهای الکتریکی وارد بر آن، مطابق شکل روبه‌رو است.

$$OB = AB\sin ۵۳^\circ = ۱۵ \times ۰/۸ cm = ۱۲ cm$$
$$\Rightarrow DB = ۲OB = ۲۴ cm$$
$$CB\sin ۳۷^\circ = OB \Rightarrow CB \times ۰/۶ = ۱۲ \Rightarrow CB = ۲۰ cm$$

چون برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار $q_۲$ صفر است، خواهیم داشت:

$$\vec{F}_{۱۲} + \vec{F}_{۳۲} + \vec{F}_{۴۲} = ۰ \Rightarrow \vec{F}_{۱۲} + \vec{F}_{۳۲} = -\vec{F}_{۴۲} \Rightarrow \left|\vec{F}_{۱۲} + \vec{F}_{۳۲}\right| = \left|\vec{F}_{۴۲}\right|$$

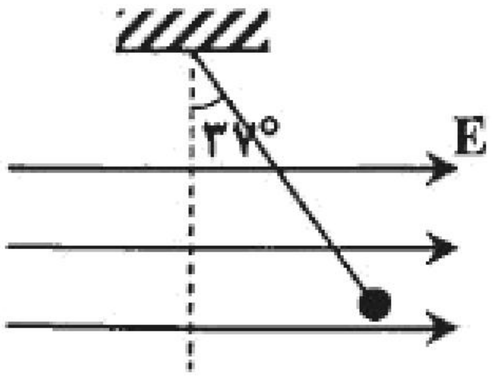
چون برایند دو نیروی $\vec{F}_{۱۲}$ و $\vec{F}_{۳۲}$ باید هم‌اندازه با $\vec{F}_{۴۲}$ و در خلاف جهت آن باشد، نتیجه می‌گیریم که:

$$F_{۱۲}\sin ۳۷^\circ = F_{۳۲}\sin ۵۳^\circ \Rightarrow F_{۱۲} \times ۰/۶ = F_{۳۲} \times ۰/۸ \Rightarrow F_{۱۲} = \frac{۴}{۳}F_{۳۲}$$

$$F_{۱۲}\cos ۳۷^\circ + F_{۳۲}\cos ۵۳^\circ = F_{۴۲} \Rightarrow ۰/۸ \times \frac{۴}{۳}F_{۳۲} + ۰/۶F_{۳۲} = F_{۴۲}$$

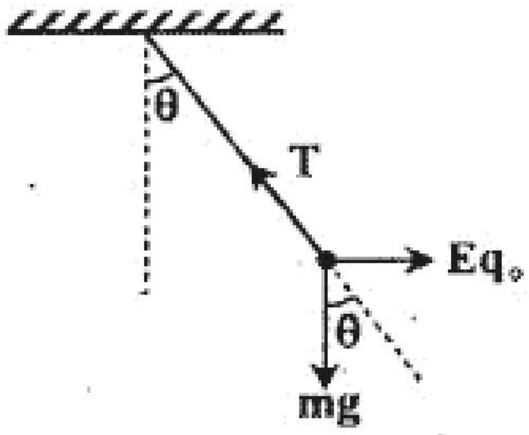
$$\Rightarrow F_{۴۲} = \frac{۵}{۳}F_{۳۲} \Rightarrow K\frac{|q_۴||q_۲|}{۲۴^۲} = \frac{۵}{۳} \times K\frac{۲۵ \times |q_۲|}{۲۰^۲} \Rightarrow |q_۴| = \left(\frac{۵ \times ۲۵ \times ۲۴ \times ۲۴}{۳ \times ۲۰ \times ۲۰}\right)\mu C = ۶۰\mu C$$

۳- مطابق شکل مقابل، گلوله‌ای به جرم ۸g و بار الکتریکی ۶μC در میدان الکتریکی یک‌نواخت $\vec{E}$ به حال تعادل قرار دارد. بزرگی میدان الکتریکی چند نیوتون بر کولن است؟ $\left(g = ۱۰\frac{m}{s^۲}, \sin ۳۷^\circ = ۰/۶\right)$



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

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.



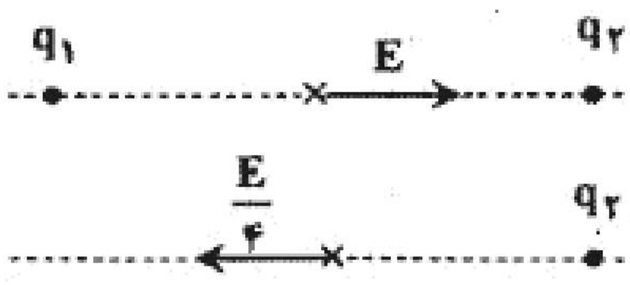
$$\tan\theta = \frac{Eq_۰}{mg} = \frac{E\times ۶\times ۱۰^{-۶}}{۸\times ۱۰^{-۳}\times ۱۰} = \tan ۳۷^\circ$$

$$\frac{۳}{۴} = \frac{E\times ۶}{۸۰\times ۱۰^{۳}} \Rightarrow E = ۱۰^{۴}\frac{N}{C}$$

۴- میدان الکتریکی ناشی از دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۱$ و $q_۲$ در نقطه‌ای واقع بر وسط آن‌ها، $\vec{E}$ است. با حذف بار $q_۱$، میدان به $\frac{-\vec{E}}{۴}$ تبدیل می‌شود. نسبت $\frac{q_۱}{q_۲}$ کدام است؟

۱) ۵
۲) -۵
۳) $-\frac{۱}{۴}$
۴) $\frac{۱}{۴}$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. فرض می‌کنیم در حضور $q_۱$ و $q_۲$ میدان در مرکز $\vec{E}$



است. وقتی بار $q_۱$ را برداشتیم، میدان $\frac{-\vec{E}}{۴}$ شد؛ یعنی میدان بار $q_۲$ $\left(\frac{\vec{E}}{۴}\right)$، به سمت چپ خواهد بود؛ بنابراین میدان $q_۱$ باید $\frac{۵}{۴}\vec{E}$ باشد، پس: اولاً هر دو بار هم‌نام هستند، ثانیاً داریم:

$$\frac{q_۱}{q_۲} = \frac{\frac{۵}{۴}E}{\frac{۱}{۴}E} = ۵$$

۵- دو گلوله‌ی کوچک فلزی کاملاً مشابه که دارای بارهای $-۵q$ و $+۲q$ هستند، از فاصله‌ی r به هم نیروی F وارد می‌کنند. دو گلوله را به هم تماس داده و در فاصله‌ی $\frac{r}{۲}$ از یک‌دیگر قرار می‌دهیم. در این حالت دو کره به هم نیروی F' وارد می‌کنند. نسبت $\frac{F'}{F}$ کدام است؟

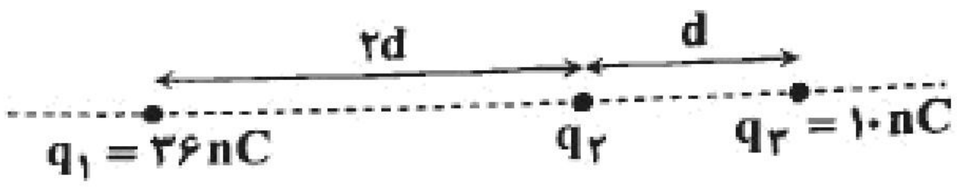
۱) ۱۰ ۲) ۹ ۳) $\frac{۱۰}{۹}$ ۴) $\frac{۹}{۱۰}$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

بار هر کدام از گلوله‌ها پس از تماس : $q' = \frac{۲q + (-۵q)}{۲} = -\frac{۳}{۲}q$

$$\frac{F'}{F} = \left|\frac{q'_۱ q'_۲}{q_۱ q_۲}\right| \cdot \left(\frac{r}{r'}\right)^۲ = \frac{\left|\frac{-۳}{۲}q \times \frac{-۳}{۲}q\right|}{|۲q \times (-۵q)|} \times \left(\frac{r}{\frac{r}{۲}}\right)^۲ = \frac{\frac{۹}{۴}}{۱۰} \times ۴ = \frac{۹}{۱۰}$$

۶- در شکل مقابل، برآیند نیروهای وارد بر بار $q_۳$ صفر است. $q_۲$ چند نانوکولن است؟



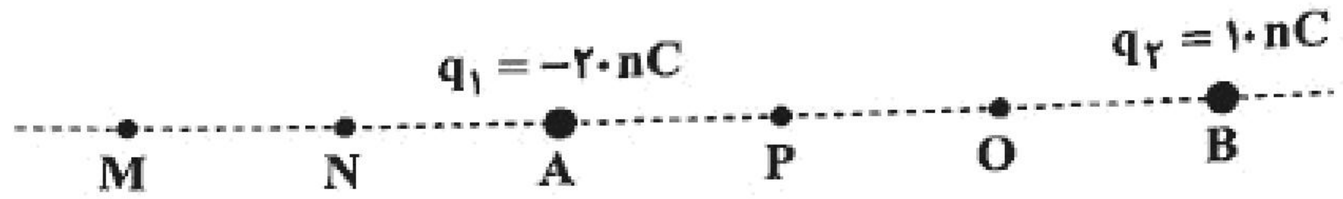
۱) ۱۲-
۲) ۱۲
۳) ۴-
۴) ۴

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. $\vec{F}_{۱۳}$ به طرف راست است؛ پس $\vec{F}_{۲۳}$ باید به سمت چپ باشد، یعنی $q_۲$ باید $q_۳$ را جذب کند، پس $q_۲$ منفی است.

$$F_{۱۳} = F_{۲۳} \Rightarrow \frac{k|q_۱ q_۳|}{(۳d)^۲} = \frac{k|q_۲ q_۳|}{d^۲} \Rightarrow \left|\frac{q_۱}{۹}\right| = |q_۲| = \frac{۳۶}{۹} = ۴\,nC$$

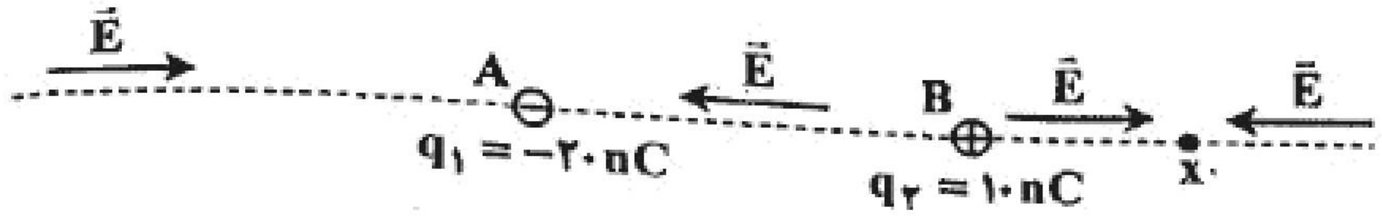
چون $q_۲$ منفی است، باید گفت $q_۲ = -۴\,nC$.

۷- بارهای نقطه ای $q_۱$ و $q_۲$ به‌ترتیب در نقاط A و B قرار دارند. در مورد مقایسه‌ی پتانسیل الکتریکی در نقاط O ، P ، N و M کدام درست است؟



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) $V_P < V_O$, $V_M < V_N$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. جهت میدان الکتریکی حاصل از $q_۱$ و $q_۲$ به‌ترتیب شکل روبه‌رو است. (در نقطه‌ی x میدان صفر می‌شود) هرگاه در جهت خطوط میدان حرکت کنیم پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد.



۸- پتانسیل نقطه‌ی A برابر ۶۰۰+ ولت است و وقتی بار ذره‌ای ۵- میکروکولن از A به B برده می‌شود، کار میدان الکتریکی روی آن ۲- میلی‌ژول می‌شود. پتانسیل نقطه‌ی B چند ولت است؟

۱) ۱۰۰۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۸۰۰ ۴) ۴۰۰

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\Delta U = -W_{\text{میدان}} \Rightarrow \Delta U = +۲\,mJ$$

$$\Delta U = q.\Delta V \Rightarrow V_B - V_A = \frac{\Delta U}{q} \Rightarrow V_B - ۶۰۰ = \frac{۲\times۱۰^{-۳}}{-۵\times۱۰^{-۶}} \Rightarrow V_B - ۶۰۰ = -۴۰۰$$

$$\Rightarrow V_B = ۲۰۰\,V$$

۹- دو بار الکتریکی نقطه‌ای هم‌نامِ نامساوی در اختیار داریم. اگر روی خط واصل دو بار، به سمت بارِ با مقدار کم‌تر حرکت کنیم، مقدار میدان الکتریکی برآیند، ..... .

۱) ابتدا زیاد و سپس کم می‌شود. ۲) ابتدا کم و سپس زیاد می‌شود.
۳) همواره زیاد می‌شود. ۴) همواره ثابت است.

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. بزرگی میدان الکتریکی برآیند روی خط واصل دو بار نقطه‌ای، در محلی که میدان آن‌ها برابر و خلاف جهت یک‌دیگر است، صفر خواهد شد. بنابراین با توجه به این‌که به سمت بار با مقدار کم‌تر حرکت کرده‌ایم، ابتدا به این نقطه نزدیک و سپس از آن دور می‌شویم؛ پس میدان الکتریکی ابتدا کم می‌شود و سپس افزایش می‌یابد.

۱۰- پس از توزیع بار الکتریکی روی یک رسانا، ..... .

۱) نقاط مختلف داخل آن ممکن است هم‌پتانسیل نباشد. ۲) درون آن یک میدان الکتریکی برقرار می‌شود.
۳) چگالی بار در تمام نقاط یک رسانا برابر است. ۴) خطوط میدان الکتریکی بر سطح رسانا عمود است.

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

۱۱- در محلی که میدان الکتریکی یک‌نواخت E وجود دارد، وقتی ذره‌ای با بار ۱۰- نانوکولن و جرم ۲۰ گرم را رها می‌کنیم. با شتاب $۶\frac{m}{s^۲}$ پایین می‌آید. جهت میدان الکتریکی به کدام طرف و اندازه‌ی آن چند ولت بر متر است؟

$(g \simeq ۱۰\frac{m}{s^۲}$ و از نیروی اصطکاک چشم‌پوشی کنید.)

۱) پایین، ۸×۱۰^{۶} ۲) بالا، ۸×۱۰^{۶} ۳) بالا، $۳/۲\times۱۰^{۶}$ ۴) پایین، $۳/۲\times۱۰^{۶}$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. نیروی وزن این ذره را به طرف پایین می‌کشد و میدان الکتریکی آن‌را به طرف بالا می‌راند (چون شتاب سقوط کم‌تر از g است) و چون بار منفی است، جهت نیروی وارد بر آن مخالف $\vec{E}$ است؛ پس جهت میدان به طرف پایین است.

$$\sum F = ma \Rightarrow mg - E|q| = ma \Rightarrow ۲۰\times۱۰^{-۳}\times۱۰ - ۱۰\times۱۰^{-۹}E = ۲۰\times۱۰^{-۳}\times۶$$

$$\Rightarrow ۰/۲ - ۱۰^{-۸}E = ۰/۱۲ \Rightarrow ۰/۰۸ = ۱۰^{-۸}E \Rightarrow E = ۸\times۱۰^{۶}\frac{N}{C} = ۸\times۱۰^{۶}\frac{V}{m}$$

۱۲- خازن شارژ شده‌ای را که دی‌الکتریک آن هوا است، از مولد جدا می‌کنیم اگر در این حالت بدون تغییر فاصله‌ی صفحات، دی‌الکتریک میکا، بین دو صفحه قرار دهیم، میدان الکتریکی بین دو صفحه و انرژی خازن، به‌ترتیب از راست به چپ چه تغییری می‌کنند؟

۱) کاهش، افزایش ۲) افزایش، کاهش ۳) کاهش، کاهش ۴) افزایش، افزایش

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. بار الکتریکی خازن ثابت می‌ماند، ظرفیت افزایش می‌یابد و با توجه به $V = \frac{q}{C}$، اختلاف پتانسیل بین دو صفحه کاهش می‌یابد و با توجه به $E = \frac{V}{d}$، میدان الکتریکی کاهش می‌یابد و هم‌چنین، با توجه به $U = \frac{۱}{۲}qV$، با کاهش یافتن V، انرژی نیز کاهش می‌یابد.

۱۳- می‌خواهیم ۳۰ الکترون را بین دو کره‌ی رسانای A و B به گونه‌ای تقسیم کنیم که چگالی سطحی بار الکتریکی آن‌ها با هم برابر شود. اگر حجم کره‌ی A، ۸ برابر حجم کره‌ی B باشد در این‌صورت به‌ترتیب از راست به چپ به هر یک از کره‌های A و B چند الکترون باید بدهیم؟

۱) ۱۰، ۲۰ ۲) ۲۰، ۱۰ ۳) ۲۴، ۶ ۴) ۶ ، ۲۴

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا با استفاده از نسبت حجم کره‌ها، نسبت شعاع آن‌ها را به‌دست می‌آوریم. با توجه به رابطه‌ی $\sigma = \frac{q}{A}$ و از آن‌جا که مساحت کره برابر با $۴\pi r^۲$ است، داریم:

$$V_{کره} = \frac{۴}{۳}\pi r^۳ \Rightarrow \frac{V_A}{V_B} = \left(\frac{r_A}{r_B}\right)^۳ \xrightarrow{V_A = ۸V_B} \frac{r_A}{r_B} = ۲$$

$$\sigma = \frac{q}{A} \Rightarrow \frac{\sigma_A}{\sigma_B} = \frac{q_A}{q_B} \times \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^۲ \xrightarrow[\frac{r_A}{r_B} = ۲]{\sigma_A = \sigma_B} ۱ = \frac{q_A}{q_B} \times \frac{۱}{۴} \Rightarrow \frac{q_A}{q_B} = ۴$$

$$\begin{cases} q = ne \Rightarrow \dfrac{n_A}{n_B} = ۴ \\ n_A + n_B = ۳۰ \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_A = ۲۴ \text{ الکترون} \\ n_B = ۶ \text{ الکترون} \end{cases}$$

۱۴- اگر خازن تختی را که بین صفحات آن هوا قرار دارد، پس از شارژ شدن کامل از مولد جدا و فاصله‌ی بین صفحه‌های آن‌را نصف کرده و بین صفحه‌های آن‌را با دی‌الکتریکی با ثابت ۲ کاملاً پر کنیم، در آن‌صورت به‌ترتیب از راست به چپ اختلاف پتانسیل بین صفحه‌های خازن، ظرفیت خازن و بزرگی میدان الکتریکی بین صفحه‌های آن چند برابر می‌شوند؟

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

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به این‌که خازن از مولد جدا شده است، بار الکتریکی روی صفحه‌های آن ثابت خواهد ماند، بنابراین $q_۱ = q_۲$ است. از طرفی با توجه به رابطه‌ی ظرفیت یک خازن تخت، داریم:

$$C = k\varepsilon_۰\frac{A}{d} \Rightarrow \frac{C_۲}{C_۱} = \frac{k_۲}{k_۱} \times \frac{A_۲}{A_۱} \times \frac{d_۱}{d_۲} \Rightarrow \frac{C_۲}{C_۱} = \frac{۲}{۱} \times ۱ \times \frac{d_۱}{\frac{۱}{۲}d_۱} \Rightarrow C_۲ = ۴C_۱$$

اکنون برای اختلاف پتانسیل بین صفحه‌های خازن، داریم:

$$q = CV \xrightarrow{q_۱ = q_۲} C_۱V_۱ = C_۲V_۲ \xrightarrow{C_۲ = ۴C_۱} V_۲ = \frac{۱}{۴}V_۱$$

و هم‌چنین با توجه به رابطه‌ی بزرگی میدان الکتریکی بین صفحه‌های خازن، داریم:

$$E = \frac{V}{d} \Rightarrow \frac{E_۲}{E_۱} = \frac{V_۲}{V_۱} \times \frac{d_۱}{d_۲} \Rightarrow \frac{E_۲}{E_۱} = \frac{۱}{۴} \times ۲ \Rightarrow E_۲ = \frac{۱}{۲}E_۱$$

۱۵- یک استوانه‌ی توخالی فلزی که بر روی پایه‌ی عایق قرار دارد مفروض است. اگر کره‌ی فلزی دارای بار مثبت را بدون تماس به داخل استوانه وارد کنیم، کدام مورد رخ می‌دهد؟

۱) بار داخل استوانه صفر و بار خارج آن مشابه بار کره‌ی فلزی است.
۲) بار داخل استوانه مخالف بار کره و بار خارج آن هم‌نام بار کره است.
۳) بار خارج استوانه صفر و بار داخل آن مخالف بار کره است.
۴) بار داخل استوانه مشابه بار کره و بار خارج آن مخالف بار کره است.

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.
در اثر القا بار داخل استوانه مخالف بار کره خواهد بود و بار خارجی نیز مخالف بار داخل استوانه است.

۱۶- جسم بارداری را از فاصله‌ی دور تا نزدیکی کلاهک الکتروسکوپی با بار الکتریکی منفی جابه‌جا می‌کنیم. اگر زاویه‌ی بین ورقه‌های الکتروسکوپ نسبت به حالت اول همواره کاهش یابد، بار الکتریکی جسم از کدام نوع بوده است؟

۱) فقط منفی
۲) فقط مثبت
۳) منفی یا مثبت
۴) بدون اطلاع در مورد رسانا یا نارسانا بودن جسم نمی‌توان اظهار نظر قطعی کرد.

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. به سبب آن‌که با نزدیک شدن جسم باردار به کلاهک الکتروسکوپ، زاویه‌ی بین ورقه‌های الکتروسکوپ کاهش یافته است، لذا بار الکتریکی الکتروسکوپ و جسم ناهم‌نام‌اند. یعنی جسم دارای بار مثبت است. توجه کنید که رسانا یا نارسانا بودن جسم باردار تأثیری در پاسخ سؤال ندارد.

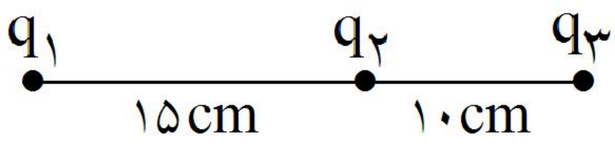
۱۷- دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۱$ و $q_۲$ در فاصله‌ی ۱۵ سانتی‌متری از یک‌دیگر ثابت شده‌اند. اگر در فاصله‌ی ۱۰ سانتی‌متری از بار $q_۲$ ، روی امتداد خط واصل دو بار و در خارج از فاصله‌ی بین دو بار، بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۳$ را قرار دهیم، این بار به حالت تعادل قرار می‌گیرد. مقدار $\left|\frac{q_۱}{q_۲}\right|$ کدام است؟

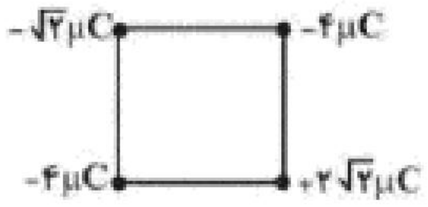
۱) ۰/۱۶ ۲) ۲/۵ ۳) ۶/۲۵ ۴) ۰/۴

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. بار $q_۳$ در حال تعادل است، در نتیجه برایند نیروهای الکتریکی وارد بر آن از طرف بارهای $q_۱$ و $q_۲$ برابر با صفر است، بنابراین:

$$F_{۱۳} = F_{۲۳} \Rightarrow \frac{|q_۱|}{r_۱^۲} = \frac{|q_۲|}{r_۲^۲} \Rightarrow \left|\frac{q_۱}{q_۲}\right| = \left(\frac{r_۱}{r_۲}\right)^۲ \xrightarrow[r_۲ = ۱۰\,cm]{r_۱ = ۱۵+۱۰ = ۲۵\,cm}$$

$$\left|\frac{q_۱}{q_۲}\right| = \left(\frac{۲۵}{۱۰}\right)^۲ = \left(\frac{۵}{۲}\right)^۲ = \frac{۲۵}{۴} = ۶/۲۵$$



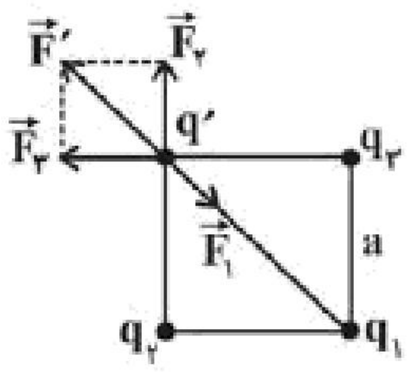


۱۸- مطابق شکل زیر، چهار بار الکتریکی نقطه‌ای روی رئوس مربعی به قطر $۲m$ ثابت شده‌اند. بزرگی برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار از طرف بارهای دیگر برابر با چند نیوتون است؟ $\left(k = ۹ \times ۱۰^{۹}\ \frac{N.m^{۲}}{C^{۲}}\right)$

۱) ۰/۰۰۹ ۲) ۰/۰۱۸ ۳) ۰/۰۲۷ ۴) ۰/۰۳۶

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به شکل زیر و با استفاده از رابطه‌ی قانون کولن $\left(F = k\frac{qq'}{r^{۲}}\right)$ داریم:

نیرویی که بارهای الکتریکی $q_۲$ و $q_۳$ بر بار الکتریکی q' وارد می‌کنند، رانشی است.



$$F_۲ = F_۳ = K\frac{q_۲ q'}{r_۲^{۲}} \xrightarrow[q_۲ = ۴\mu C,\ q' = \sqrt{۲}\mu C]{k = ۹ \times ۱۰^{۹}\ \frac{N.m^{۲}}{C^{۲}},\ r_۲ = a = \sqrt{۲}m}$$

$$F_۲ = F_۳ = ۹ \times ۱۰^{۹} \times \frac{۴ \times ۱۰^{-۶} \times \sqrt{۲} \times ۱۰^{-۶}}{\left(\sqrt{۲}\right)^{۲}} \Rightarrow F_۲ = F_۳ = ۰/۰۱۸\sqrt{۲}N$$

$$F' = ۲F_۲ \cos\frac{۹۰^{\circ}}{۲} \xrightarrow{F_۲ = ۰/۰۱۸\sqrt{۲}N} F' = ۲ \times ۰/۰۱۸\sqrt{۲} \times \frac{\sqrt{۲}}{۲} \Rightarrow F' = ۰/۰۳۶N$$

نیرویی که بار الکتریکی $q_۱$ بر q' وارد می‌کند، ربایشی است.

$$F_۱ = K\frac{q_۱ q'}{r_۱^{۲}} \xrightarrow[q_۱ = ۲\sqrt{۲}\mu C,\ q' = \sqrt{۲}\mu C]{k = ۹ \times ۱۰^{۹}\ \frac{N.m^{۲}}{C^{۲}},\ r_۱ = ۲m}$$

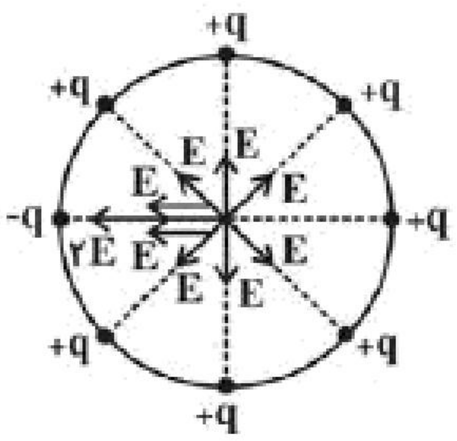
$$F_۱ = ۹ \times ۱۰^{۹}\ \frac{۲\sqrt{۲} \times ۱۰^{-۶} \times \sqrt{۲} \times ۱۰^{-۶}}{(۲)^{۲}} \Rightarrow F_۱ = ۰/۰۰۹N$$

$$F_T = ۰/۰۳۶ - ۰/۰۰۹ = ۰/۰۲۷N$$

۱۹- هشت بار الکتریکی نقطه‌ای به فاصله مساوی از هم روی محیط دایره‌ای به شعاع r ثابت شده‌اند. اگر فقط یکی از این بارها منفی و اندازه‌ی میدان الکتریکی ناشی از هر بار در مرکز دایره در غیاب بقیه‌ی بارها برابر با E باشد. اندازه‌ی میدان الکتریکی برایند حاصل از این هشت بار الکتریکی در مرکز دایره چند برابر E خواهد بود؟

۱) صفر ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) ۸

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.



هر دو بار هم‌نام که مقابل یک‌دیگر قرار دارند میدان‌هایی هم اندازه و در خلاف جهت یک‌دیگر ایجاد می‌کنند، بنابراین میدان یک‌دیگر را خنثی می‌کنند. ولی یک جفت از بارها که ناهم‌نام می‌باشند میدان هم اندازه و در یک جهت ایجاد می‌کنند با توجه به صورت سؤال، اگر اندازه‌ی میدان حاصل از هر بار الکتریکی E باشد مطابق شکل بالا اندازه‌ی میدان برایند ۲E خواهد بود.

$$E_T = E + E = ۲E$$

۲۰- دو صفحه‌ی همگن و فلزی مشابه هر یک به مساحت $۱\,m^۲$ ، به فاصله‌ی $۵\,cm$ از هم و به موازات یک‌دیگر در خلأ قرار دارند. اگر اختلاف پتانسیل الکتریکی ۱۰۰ ولت بین آن‌ها برقرار کنیم، اندازه‌ی بار الکتریکی ذخیره شده روی هر یک از صفحه‌ها چند کولن می‌شود؟ $\left(\varepsilon_۰ = ۹\times ۱۰^{-۱۲}\ \frac{C^۲}{N.m^۲}\right)$

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

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. دو صفحه‌ی فلزی مشابه که به موازات یک‌دیگر و دقیقاً روبه‌روی هم قرار دارند، یک خازن تخت را تشکیل می‌دهند که ظرفیت آن برابر است با:

$$C = k\varepsilon_۰\frac{A}{d} \xrightarrow[A = ۱\,m^۲,\ d = ۵\times ۱۰^{-۲}\,m]{k = ۱,\ \varepsilon_۰ = ۹\times ۱۰^{-۱۲}\ \frac{C^۲}{N.m^۲}}$$

$$C = ۱\times ۹\times ۱۰^{-۱۲}\times \frac{۱}{۵\times ۱۰^{-۲}} \Rightarrow C = ۱/۸\times ۱۰^{-۱۰}\,F$$

بنابراین اندازه‌ی بار الکتریکی ذخیره شده بر روی هر یک از صفحه‌ها برابر است با:

$$q = CV \xrightarrow[V = ۱۰^۲\,V]{C = ۱/۸\times ۱۰^{-۱۰}\,F} q = ۱/۸\times ۱۰^{-۱۰}\times ۱۰^۲ \Rightarrow q = ۱/۸\times ۱۰^{-۸}\,C$$

۲۱- دو بار الکتریکی نقطه‌ای و هم‌نام $q_1 = +۱۲\mu C$ و $q_۲$ در فاصله‌ی r نیرویی الکتریکی به بزرگی F به یک‌دیگر وارد می‌کنند. اگر ۲۵% از بار q_1 را برداشته و به بار $q_۲$ اضافه کنیم و فاصله‌ی آن‌ها را به ۱/۵r افزایش دهیم، اندازه‌ی نیروی الکتریکی بین آن‌ها ۵۰ درصد کاهش می‌یابد. $q_۲$ چند میکروکولن بوده است؟

۱) ۶ ۲) ۹ ۳) ۱۲ ۴) ۱۵

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. براساس قانون کولن داریم:

$$\frac{F'}{F} = \frac{q'_۱}{q_۱} \times \frac{q'_۲}{q_۲} \times \left(\frac{r}{r'}\right)^۲$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{۲} = \frac{۱۲ - ۳}{۱۲} \times \frac{q_۲ + ۳}{q_۲} \times \left(\frac{r}{\frac{۳}{۲}r}\right)^۲ \Rightarrow \frac{q_۲ + ۳}{q_۲} = \frac{۱}{۲} \times \frac{۱۲}{۹} \times \frac{۹}{۴} = \frac{۳}{۲} \Rightarrow q_۲ = +۶\mu C$$

۲۲- ذره‌ای به جرم ۲g و بار الکتریکی ۲μC را در میدان الکتریکی یک‌نواختی به بزرگی $۴ \times ۱۰^۴ \frac{N}{C}$ قرار می‌دهیم. اندازه‌ی شتاب حاصل از نیروی الکتریکی وارد بر این ذره چند متر بر مجذور ثانیه است؟

۱) ۰/۴ ۲) ۴ ۳) ۴۰ ۴) ۴۰۰

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

با استفاده از رابطه‌ی نیروی الکتریکی وارد بر ذره‌ی باردار و هم‌چنین با توجه به قانون دوم نیوتون داریم:

$$F = ma \Rightarrow Eq = ma \Rightarrow a = \frac{Eq}{m} \Rightarrow a = \frac{۴ \times ۱۰^۴ \times ۲ \times ۱۰^{-۶}}{۲ \times ۱۰^{-۳}} \Rightarrow a = ۴۰ \frac{m}{s^۲}$$

۲۳- وقتی بار $-۵\mu C$ از پایانه‌ی A به پایانه‌ی B باتری جابه‌جا می‌شود، معادل ۲۰μJ انرژی آزاد می‌شود. اگر پتانسیل الکتریکی پایانه‌ی B برابر با $-۶V$ باشد، پتانسیل الکتریکی پایانه‌ی A کدام است؟

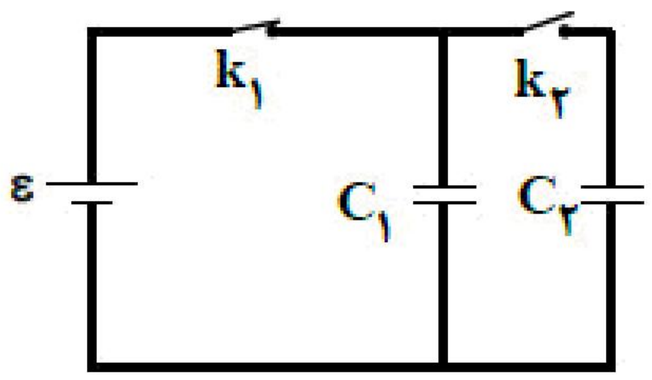
۱) -۲V ۲) ۲V ۳) ۱۰V ۴) -۱۰V

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

$$\frac{as(\Delta U)}{|q|} = |\Delta V| \Rightarrow \frac{۲۰}{۵} = |\Delta V| \Rightarrow |\Delta V| = ۴V \Rightarrow (V_+) - (V_-) = ۴V$$

$$V_B - V_A = ۴ \Rightarrow -۶ - V_A = ۴ \Rightarrow V_A = -۱۰V$$

۲۴- در شکل روبه‌رو، خازن‌ها مشابه‌اند و در ابتدا خازن $C_۲$ خالی است. اگر کلید $K_۱$ را قطع کنیم و سپس کلید $K_۲$ را وصل کنیم، انرژی خازن $C_۱$ چند برابر می‌شود؟



۱) صفر ۲) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$

۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) $\frac{۱}{۴}$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. نصف بار الکتریکی خازن $C_۱$ منتقل می‌شود. و با نصف شدن بار خازن $C_۱$، طبق رابطه‌ی $U = \frac{q^۲}{۲C}$، انرژی آن به $\frac{۱}{۴}$ انرژی اولیه کاهش می‌یابد.

۲۵- ذره‌ای به جرم ۲۰۰ میلی‌گرم و بار الکتریکی $+۰/۲\mu C$ در یک میدان الکتریکی یک‌نواخت قرار دارد و برایند نیروی الکتریکی و وزن ذره که به ذره وارد می‌شوند صفر است. بزرگی میدان الکتریکی چند نیوتون بر کولن و جهت آن کدام است؟

۱) $۱۰^{۴}$، بالا ۲) $۱۰^{۴}$، پایین ۳) $۱۰^{۷}$، بالا ۴) $۱۰^{۷}$، پایین

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. باید نیروی میدان روبه‌بالا باشد (خلاف جهت وزن) ، پس میدان هم باید روبه‌بالا باشد.

$$m = ۲۰۰\,mg = ۲\times ۱۰^{-۴}\,kg$$

$$Eq = mg \Rightarrow E\times ۲\times ۱۰^{-۴} = ۲\times ۱۰^{-۴}\times ۱۰ \Rightarrow ۱۰^{-۷}E = ۱۰^{-۳} \Rightarrow E = ۱۰^{۴}\frac{N}{C}$$

۲۶- بر روی دو کره‌ی رسانا که شعاع یکی دو برابر دیگری است، بارهای هم‌نام قرار دارند. اگر مجموع بارها $۶۰\mu C$ باشد و چگالی سطحی بار الکتریکی دو کره یکسان باشد، بار الکتریکی کره‌ی بزرگ‌تر چند μC است؟

۱) ۱۲ ۲) ۲۰ ۳) ۴۰ ۴) ۴۸

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. با استفاده از رابطه‌ی چگالی سطحی باز داریم:

$$\sigma = \frac{q}{۴\pi r^{۲}} \xrightarrow{\sigma_{۲} = \sigma_{۱}} \frac{q_{۲}}{r_{۲}^{۲}} = \frac{q_{۱}}{r_{۱}^{۲}} \xrightarrow{r_{۲} = ۲r_{۲}} \frac{q_{۲}}{۴r^{۲}} = \frac{q_{۱}}{r_{۱}^{۲}} \rightarrow q_{۲} = ۴q_{۱}\ ,\ q_{۲} + q_{۱} = ۶۰\mu C$$

$$\rightarrow \begin{cases} q_{۲} = ۴۸\mu C \\ q_{۱} = ۱۲\mu C \end{cases}$$

بدیهی است که بار بیش‌تری بر روی کره‌ی بزرگ‌تر قرار خواهد داشت.

۲۷- چند میکروکولن بار الکتریکی بر روی کره‌ی رسانایی به شعاع $۱\,cm$ قرار دهیم تا چگالی سطحی بار الکتریکی آن برابر با $۱۰\frac{\mu C}{m^{۲}}$ شود؟ $(\pi = ۳/۱۴)$

۱) ۱۲/۵۶ ۲) $۱/۲۵۶\times ۱۰^{-۳}$ ۳) $۱/۲۵۶\times ۱۰^{-۲}$ ۴) ۱/۲۵۶

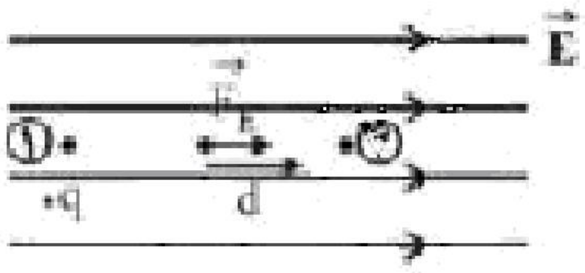
گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. با استفاده از تعریف چگالی سطحی بار الکتریکی، داریم: $\sigma = ۱۰\frac{\mu C}{m^{۲}}$

$$A = ۴\pi r^{۲} = ۴\pi\times ۱۰^{-۴}\,m^{۲} = ۱۲/۵۶\times ۱۰^{-۴}\,m^{۲}$$

$$\sigma = \frac{q}{A} \Rightarrow q = \sigma\,.\,A \Rightarrow q = ۱۰\times ۱۲/۵۶\times ۱۰^{-۴} = ۱/۲۵۶\times ۱۰^{-۲}\mu C$$

۲۸- اگر بار الکتریکی مثبت در جهت خط های یک میدان الکتریکی یک‌نواخت حرکت کند، انرژی پتانسیل الکتریکی آن ..... و اگر بار الکتریکی منفی در خلاف جهت خط های یک میدان الکتریکی یک‌نواخت حرکت کند، پتانسیل الکتریکی نقطه‌های میدان ..... می‌یابد.

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



گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. با حرکت بار الکتریکی مثبت در جهت خط های میدان الکتریکی، انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش می‌یابد. زیرا تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی یک بار در یک میدان الکتریکی، برابر منفی کار نیروی میدان بر روی یک بار می‌باشد.

$$U_2 - U_1 = -W_{F_E} \text{ و } W_{F_E} = \left|\vec{F}_E\right| D\cos 0^\circ = |\vec{E}||q|d \Rightarrow U_2 - U_1 = -|\vec{E}||q|d$$

$$\xrightarrow{\Delta U < 0} U_2 < U_1$$

اما باید دقت کنید که تغییرات پتانسیل الکتریکی بستگی به نوع بار جابه‌جا شده در میدان الکتریکی نخواهد داشت. به‌طور کلی هرگاه در جهت خط های میدان الکتریکی حرکت کنیم، پتانسیل الکتریکی کاهش یافته و هرگاه در خلاف جهت خط های میدان الکتریکی حرکت کنیم، پتانسیل الکتریکی افزایش می‌یابد.

۲۹- خازن تختی به ظرفیت $4\mu F$ به اختلاف پتانسیل الکتریکی $100\,V$ متصل است. هرگاه یکی از صفحه‌های خازن را به موازات صفحه‌ی دیگر جابه‌جا کنیم تا نصف سطح صفحه‌ها مقابل هم قرار گیرند، انرژی پتانسیل خازن، ..... میلی‌ژول ..... می‌یابد.

۱) ۱۰، افزایش ۲) ۱۰، کاهش ۳) ۲۰، افزایش ۴) ۲۰، کاهش

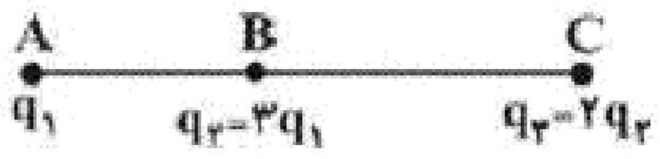
گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. طبق رابطه‌ی $C = k\varepsilon_0 \frac{A}{d}$، با نصف شدن سطح مشترک صفحه‌های خازن، ظرفیت خازن نصف خواهد شد و با توجه به ثابت بودن اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر آن، برای انرژی الکتریکی ذخیره شده در خازن می‌توان نوشت:

$$U = \frac{1}{2}CV^2 \xrightarrow{V = \text{ثابت}} U_2 - U_1 = \frac{1}{2}(C_2 - C_1)V^2 \xrightarrow[C_2 = \frac{1}{2}C_1 = 2\mu F]{C_1 = 4\mu F}$$

$$\Delta U = \frac{1}{2} \times (2 - 4) \times 10^{-6} \times 100^2 \Rightarrow \Delta U = -0/01\,J = -10\,mJ$$

علامت منفی نشان می‌دهد که انرژی خازن کاهش یافته است.

۳۰- مطابق شکل زیر، سه بار نقطه‌ای q_1، q_2 و q_3 به‌ترتیب در سه نقطه‌ی A ، B و C ثابت شده‌اند. اگر نیروی وارد از طرف بار q_1، به بار q_2، ۶ برابر نیروی وارد از طرف بار q_2 به بار q_2 باشد، فاصله‌ی BC کدام است؟



$\left(\overline{AB} = 10\,cm\,,\ k = 9 \times 10^9 \frac{N.m}{C^2}\right)$

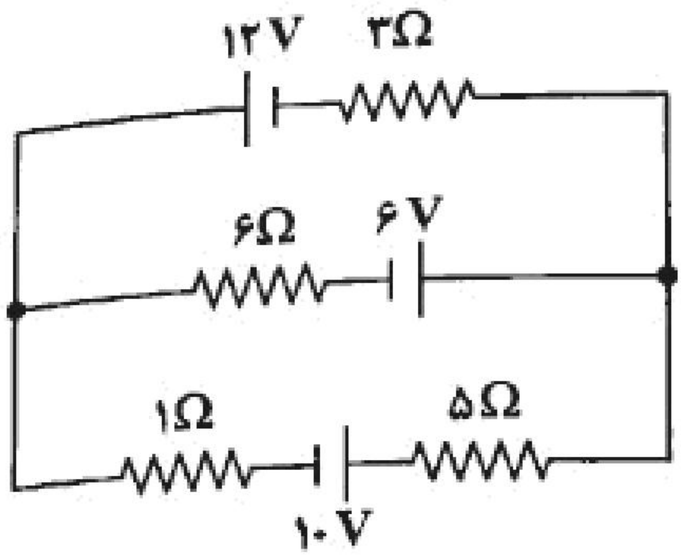
۱) ۲۰ cm ۲) ۴۰ cm ۳) ۶۰ cm ۴) ۸۰ cm

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به قانون کولن داریم:

$$F_{12} = \frac{kq_1q_2}{AB^2}$$
$$F_{23} = \frac{kq_2q_3}{BC^2}$$
$$\Rightarrow \frac{F_{12}}{F_{23}} = \frac{q_1q_2}{q_2q_3} \times \left(\frac{\overline{BC}}{\overline{AB}}\right)^2 \Rightarrow \frac{F_{12}}{F_{23}} = \frac{q_1}{2(3q_1)} \times \left(\frac{\overline{BC}}{10}\right)^2$$

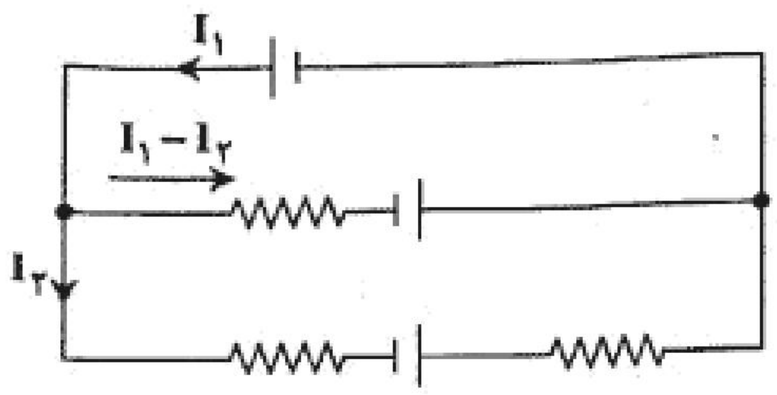
$$\Rightarrow \frac{6}{1} = \frac{1}{6} \times \left(\frac{\overline{BC}}{10}\right)^2 \Rightarrow \left(\frac{\overline{BC}}{10}\right)^2 = 36 \Rightarrow \frac{\overline{BC}}{10} = 6 \Rightarrow \overline{BC} = 60\,CM$$

۳۱- در شکل روبه‌رو، جریان عبوری از مقاومت ۵ اُهمی چند آمپر است؟



۱) ۲
۲) ۱
۳) ۰/۵
۴) ۰/۲۵

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.



$$\begin{cases} -(I_1 - I_2)\times 6 + 6 - 3I_1 + 12 = 0 \Rightarrow 9I_1 - 6I_2 = 18 \\ -I_2 + 10 - 5I_2 - 6 + 6(I_1 - I_2) = 0 \Rightarrow 6I_1 - 12I_2 = -4 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} I_1 = \frac{10}{3}A \\ I_2 = 2A \end{cases}$$

۳۲- دو سر مولدی به مقاومت R بسته شده است، اگر اختلاف پتانسیل دو سر مولد نصف نیروی محرکه‌ی آن باشد، R چند برابر مقاومت درونی مولد است؟

۱) $\frac{1}{2}$ ۲) ۱ ۳) $\frac{1}{4}$ ۴) ۲

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. نصف نیروی محرکه، به صورت اُفت پتانسیل در مقاومت درونی درآمده است، پس:

$$IR = Ir \Rightarrow R = r$$

۳۳- وقتی اختلاف پتانسیل دو سر یک رسانا ۱۲۰ ولت باشد، توان مصرفی در آن ۴۰۰ وات می‌شود. اگر از این رسانا شدت جریان ۵ آمپر عبور کند، اختلاف پتانسیل دو سر آن چند ولت می‌شود؟ (دمای جسم در دو حالت یکسان است.)

۱) ۱۲۰ ۲) ۹۰ ۳) ۱۸۰ ۴) ۲۴۰

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow 400 = \frac{120\times 120}{R} \Rightarrow R = \frac{120\times 120}{400} = 36\Omega$$

$$V = IR = 5\times 36 = 180V$$

۳۴- استوانه‌های رسانای A و B هم‌جنس هستند و جرم A دو برابر جرم B و طول A شش برابر طول B است. اگر اختلاف پتانسیل دو سر استوانه‌ها مساوی باشد، شدت جریان گذرنده از B چند برابر A است؟

۱) ۳۶ ۲) ۱۲ ۳) ۹ ۴) ۱۸

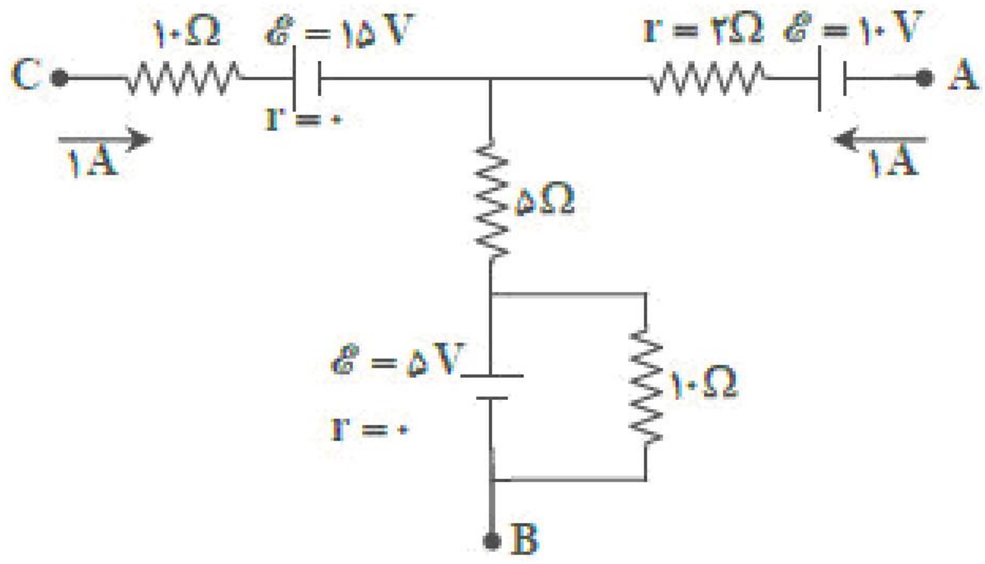
گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$m_A = 2m_B \xrightarrow{\text{چگالی یکسان است}} l_A.A_A = 2l_BA_B \xrightarrow{l_A = 6l_B} 6A_A = 2A_B \Rightarrow A_A = \frac{1}{3}A_B$$

$$R = \frac{\rho l}{A} \xrightarrow[A_A = \frac{1}{3}A_B]{l_A = 6l_B} R_A = 18R_B$$

$$V = IR,\ V_A = V_B \Rightarrow I_A = \frac{1}{18}I_B \Rightarrow I_B = 18I_A$$

۳۵- شکل مقابل، بخشی از یک مدار الکتریکی را نشان می‌دهد. در این شکل $V_A - V_B$ چند ولت است؟

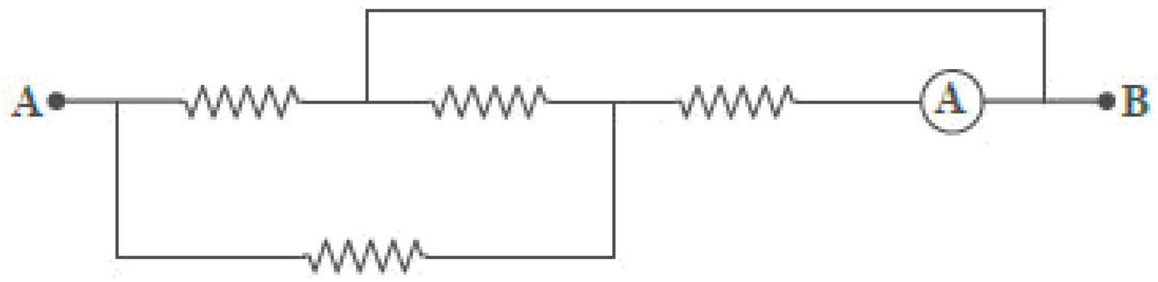


۱) ۷
۲) ۱۲
۳) ۱۷
۴) ۵

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

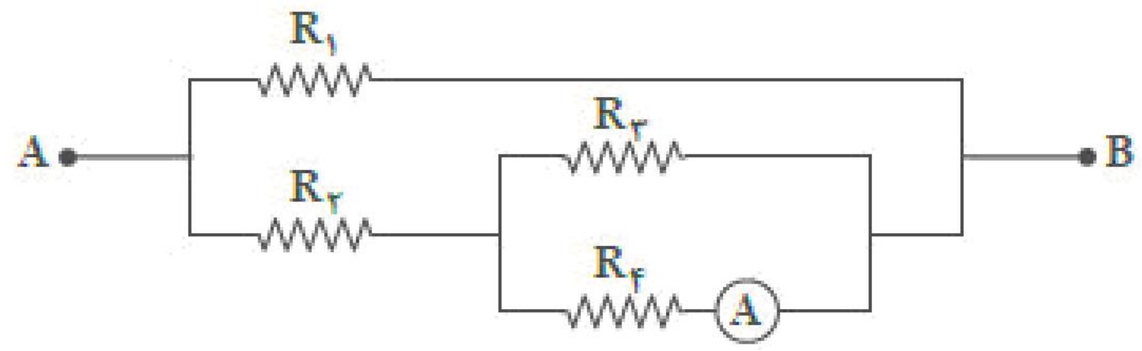
$$V_A + ۱۰ - ۲ \times ۱ - ۵(۱ + ۱) - ۵ = V_B$$
$$V_A + ۷ = V_B \Rightarrow A_A - V_B = ۷V$$

۳۶- در شکل مقابل، همه‌ی مقاومت‌ها ۳۰ اهم هستند. اگر آمپرسنج ۰/۴ آمپر را نشان دهد، اختلاف پتانسیل بین دو سر مدار (نقاط A و B) چند ولت است؟



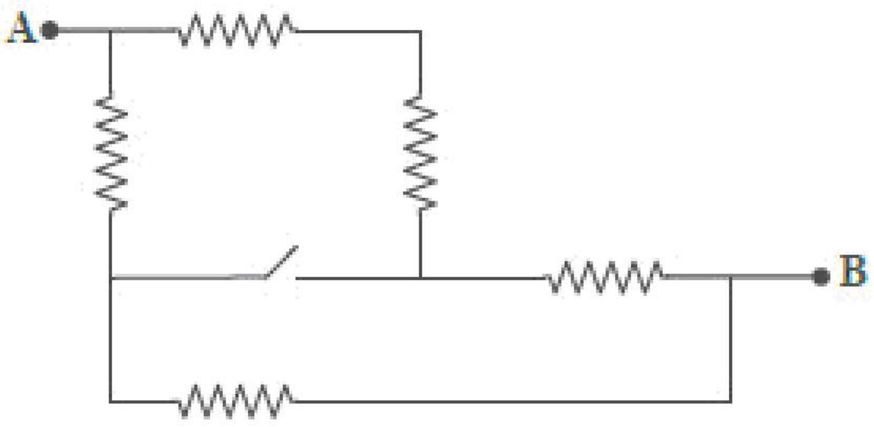
۱) ۱۶
۲) ۲۴
۳) ۳۲
۴) ۳۶

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.



$$R_۴ I_۴ = R_۳ I_۳$$
$$\Rightarrow I_۳ = I_۴ = ۰/۴A$$
$$\Rightarrow I_۲ = I_{۳,۴} = I_۳ + I_۴ = ۰/۸A$$
$$V_{AB} = (R_۲ + R_{۳,۴}) I_۲$$
$$= \left(۳۰ + \frac{۳۰}{۲}\right) \times ۰/۸ = ۴۵ \times ۰/۸ = ۳۶V$$

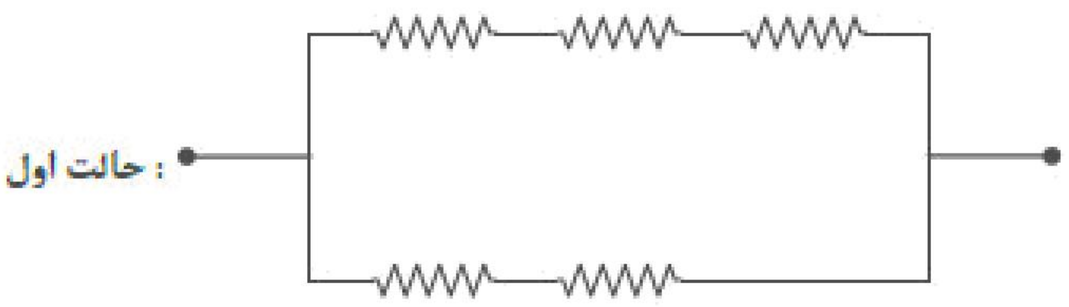
۳۷- در شکل مقابل، همه‌ی مقاومت‌ها مشابه هستند و مقاومت معادل بین نقاط A و B برابر ۷۲ اهم است. اگر کلید را ببندیم، مقاومت معادل بین نقاط A و B چند اهم می‌شود؟



۱) ۵۰
۲) ۷۰
۳) ۶۰
۴) ۶۴

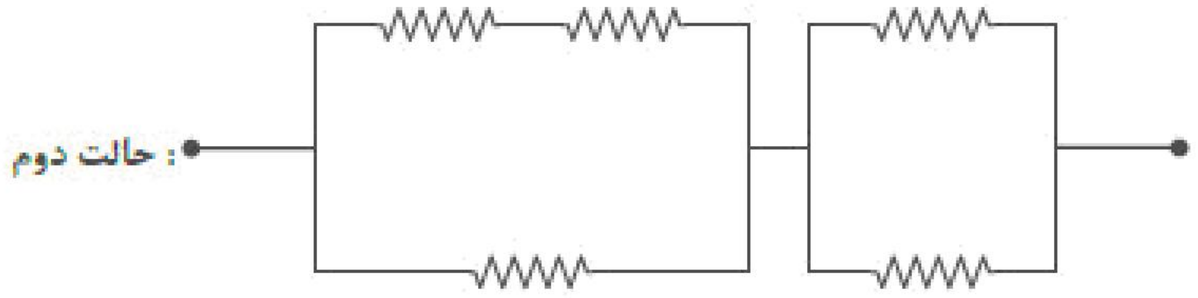
گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

حالت اول :



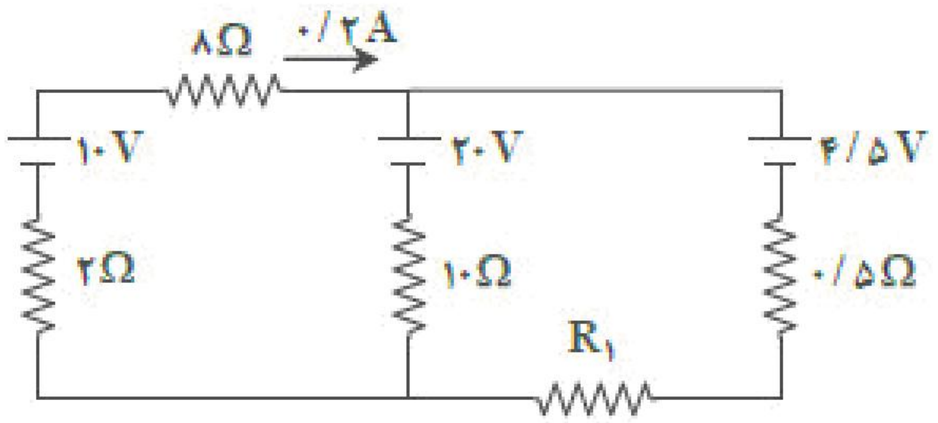
$$R_{eq} = ۳R_۱ \text{ موازی } ۲R_۱ = \frac{۳R_۱ \times ۲R_۱}{۵R_۱} = \frac{۶}{۵}R_۱ = ۷۲$$
$$\Rightarrow R_۱ = ۶۰\Omega$$

حالت دوم :



$$R_{eq} = (۲R_۱ \text{ موازی } R_۱) \text{ سری } (R_۲ \text{ موازی } R_۱)$$
$$\frac{۲}{۳}R_۱ + \frac{R_۱}{۲} = ۴۰ + ۳۰ = ۷۰\Omega$$

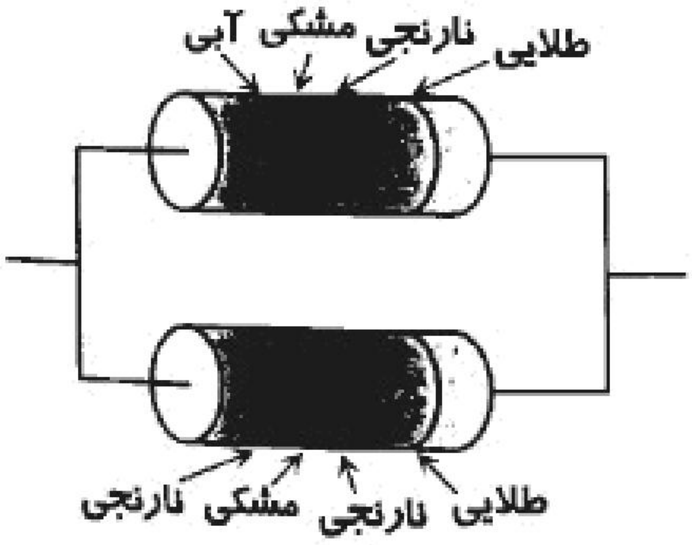
۳۸- در مدار شکل مقابل، مقدار مقاومت $R_۱$ چند اهم است؟



۱) ۲/۵
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۱/۵

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$V_M - ۲ \times ۰/۲ + ۱۰ - ۸ \times ۰/۲ = V_N$$
$$\Rightarrow V_N - V_M = ۱۰ - ۲ = ۸V$$
$$V_M - ۱۰I_۱ + ۲۰ = V_N \Rightarrow V_N - V_M = ۲۰ - ۱۰I_۱$$
$$\Rightarrow ۲۰ - ۱۰I_۱ = ۸ \Rightarrow I_۱ = ۱/۲A$$
$$I = ۰/۲ + ۱/۲ = ۱/۴A$$
$$V_N - ۴/۵ - (۰/۵ + R_۱) \times ۱/۴ = V_M$$
$$\Rightarrow ۸ = ۴/۵ + (۰/۵ + R_۱) \times ۱/۴ \Rightarrow R_۱ = ۲\Omega$$



۳۹- در شکل روبه‌رو دو مقاومت به صورت موازی به یک‌دیگر بسته شده‌اند. حداکثر و حداقل مقاومت معادل آن‌ها چند اهم است؟

(آبی: ۶ | مشکی: ۰ | نارنجی: ۳ | طلایی تلرانس ۵ درصد)

۱) ۲/۰۵kΩ و ۱/۹۵kΩ
۲) ۲۰kΩ و ۲۰kΩ
۳) ۲۰/۵kΩ و ۱۹/۵kΩ
۴) ۲۱kΩ و ۱۹kΩ

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. هنگامی‌که تلرانس‌ها یکسان است، کافیست مقاومت معادل را بدون تلرانس حساب کنیم، سپس تلرانس را برای کل مجموعه درنظر بگیریم.

$$R_۱ = ۶۰ \times ۱۰^{۳}\Omega = ۶۰k\Omega$$
$$R_۲ = ۳۰ \times ۱۰^{۳}\Omega = ۳۰k\Omega$$
$$\Rightarrow \frac{۱}{R} = \frac{۱}{R_۱} + \frac{۱}{R_۲} \Rightarrow R = ۲۰k\Omega$$

افزایش تلرانس ۵٪

$$R_{max} = ۲۰k\Omega \times \frac{۱۰۵}{۱۰۰} = ۲۱k\Omega$$

کاهش تلرانس ۵٪

$$R_{min} = ۲۰k\Omega \times \frac{۹۵}{۱۰۰} = ۱۹k\Omega$$

۴۰- می‌خواهیم توان $۸۰kW$ را به وسیله‌ی کابل‌هایی با مقاومت $۲/۵\Omega$ به محل مصرف منتقل کنیم. اگر اختلاف پتانسیل دو سر خط انتقال $۴ \times ۱۰^{۵}V$ باشد، توان تلف شده در کابل‌ها چند وات است؟

۱) ۲/۵ ۲) ۰/۰۲ ۳) ۱ ۴) ۰/۱

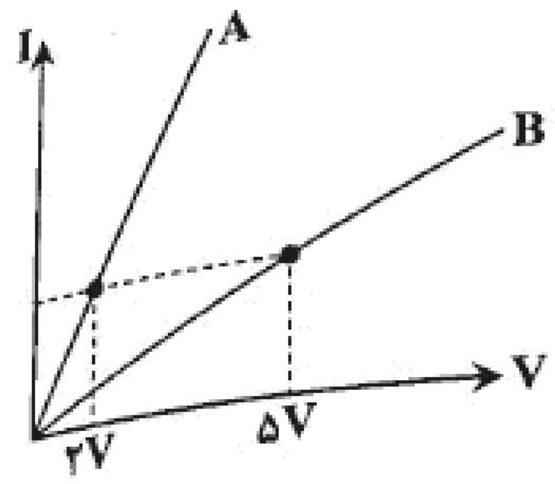
گزینه ۴ پاسخ صحیح است. توان انتقال کابل‌های برق $P = VI$ خواهد بود.

$$P = ۸۰kW = ۴ \times ۱۰^{۵}I \Rightarrow I = ۰/۲A$$

توان تلف شده در خطوط انتقال از رابطه‌ی $P' = RI^{۲}$ به دست می‌آید، بنابراین خواهیم داشت:

$$P' = ۲/۵ \times (۰/۲)^{۲} = ۰/۱W$$

۴۱- دو سیم رسانای A و B هم‌طول هستند و قطر A نصف قطر B است. با توجه به نمودار مقابل، مقاومت ویژه‌ی A چند برابر B است؟



۱) $\frac{۱}{۱۰}$ ۲) $\frac{۲}{۱۰}$

۳) $\frac{۸}{۵}$ ۴) $\frac{۴}{۵}$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

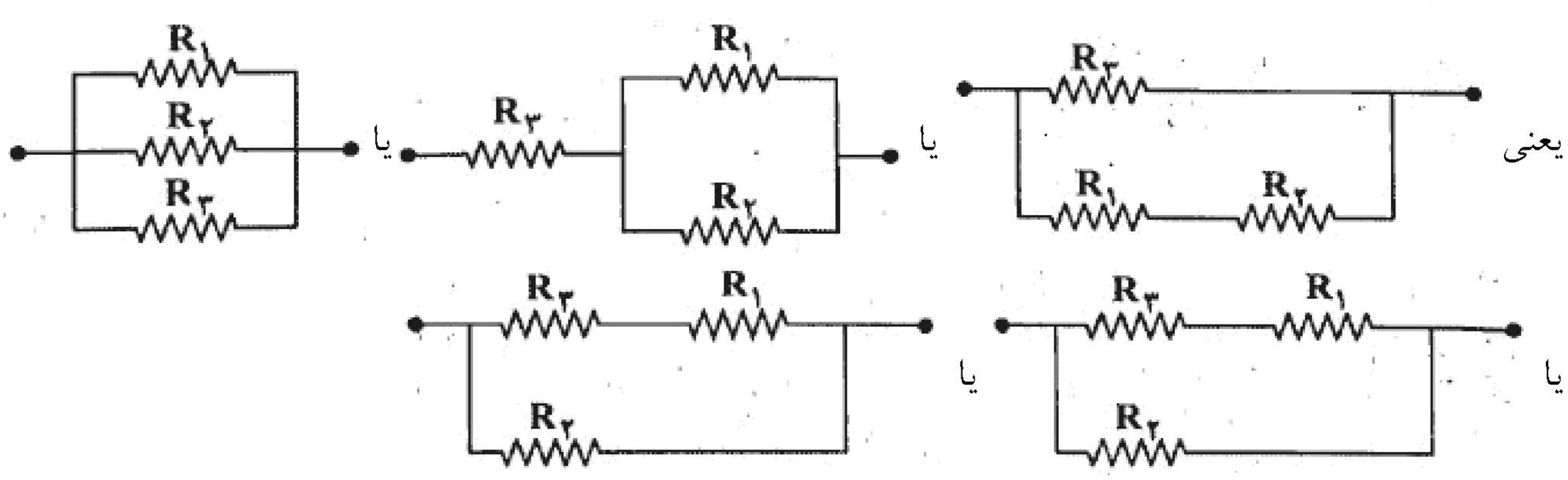
$$I = \frac{V}{R} \Rightarrow \frac{۲}{R_A} = \frac{۵}{R_B} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{۲}{۵}$$

$$R = \frac{\rho L}{A} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B}.\frac{L_A}{L_B}.\frac{A_B}{A_A} \Rightarrow \frac{۲}{۵} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times ۱ \times ۴ \Rightarrow \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{۱}{۱۰}$$

۴۲- سه مقاومت $R_۱ = R_۲ = ۳۰\Omega$ و $R_۳$ را به یک‌دیگر متصل کرده، دو سر مجموعه را به اختلاف پتانسیل ۱۲ ولت متصل می‌نماییم و از مجموعه شدت جریان $\frac{۱}{۲}$ آمپر عبور می‌کند. اگر توان مصرفی در $R_۱$ و $R_۲$ برابر نباشد، $R_۳$ چند اهم است؟

۱) ۹۰ ۲) ۱۲۰ ۳) ۱۵۰ ۴) ۶۰

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. چون $R_۱$ و $R_۲$ برابر ۳۰ اهم هستند $(۳۰\Omega > ۲۴\Omega)$ فقط یکی از شکل‌هایی قابل قبول است که $R_۱$ یا $R_۲$ با کل بقیه سری نباشد؛

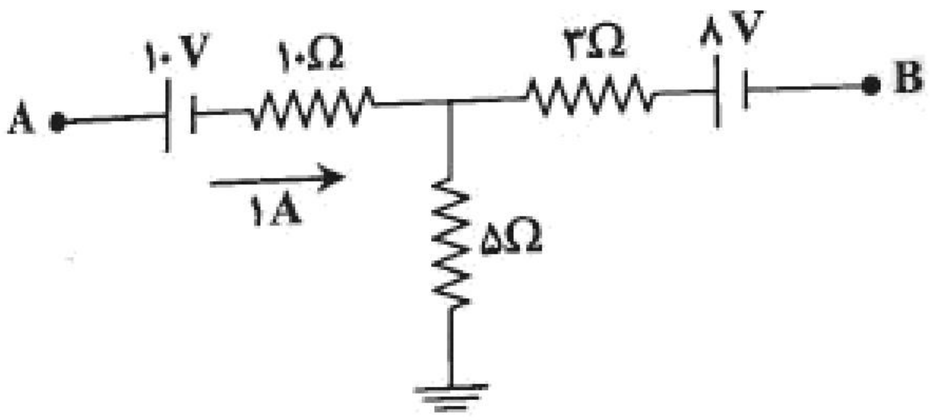


و چون گفته شده که $P_۱$ و $P_۲$ نابرابر هستند، فقط یک شکل قابل قبول است.

توجه کنید که $R_۱$ و $R_۲$ برابر هستند و از تعویض جای $R_۱$ و $R_۲$ حالت جدید به دست نمی‌آید.

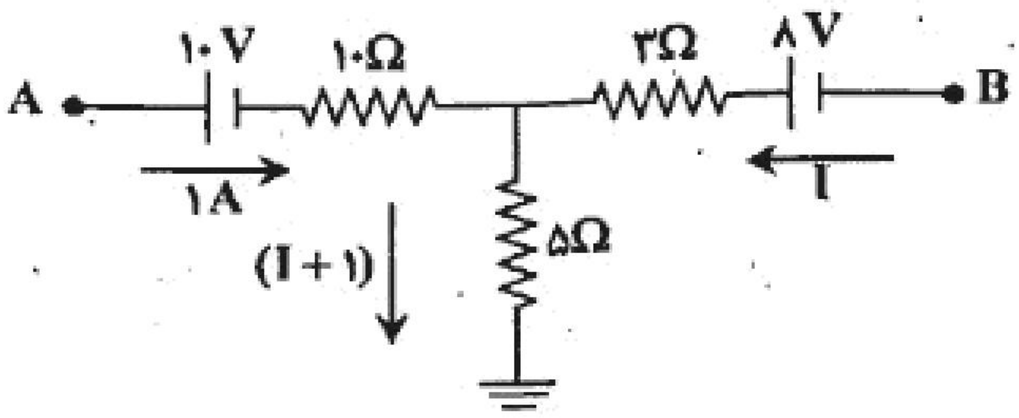
$$\frac{۱}{۳۰} + \frac{۱}{R_{۱,۳}} = \frac{۱}{۲۴} \Rightarrow \frac{۱}{R_{۱,۳}} = \frac{۱}{۲۴} - \frac{۱}{۳۰} = \frac{۱}{۱۲۰} \Rightarrow R_۱ + R_۳ = ۱۲۰ \Rightarrow R_۳ = ۹۰\Omega$$

۴۳- شکل مقابل بخشی از یک مدار را نشان می‌دهد. اگر پتانسیل نقطه‌ی B برابر ۱۳ ولت باشد، پتانسیل نقطه‌ی A چند ولت است؟



۱) ۱۰
۲) ۲۰
۳) ۱۵
۴) ۳۵

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.



$$V_B + ۸ - ۳I - ۵(I + ۱) = ۰$$
$$۱۳ + ۸ - ۸I - ۵ = ۰ \Rightarrow I = ۲A$$
$$V_A - ۱۰ - ۱۰ \times ۱ - ۵(۲ + ۱) = ۰ \Rightarrow V_A = ۳۵V$$

۴۴- هنگامی‌که دمای یک میله‌ی فلزی را $۵۰^\circ C$ تغییر می‌دهیم، شدت جریان گذرنده از آن ۱۰ درصد زیاد می‌شود (اختلاف پتانسیل دو سر رسانا ثابت است). ضریب دمایی مقاومت ویژه‌ی این رسانا تقریباً چه‌قدر است؟

۱) $۱/۸ \times ۱۰^{-۳} K^{-۱}$ ۲) $۲/۲ \times ۱۰^{-۳} K^{-۱}$ ۳) $۵ \times ۱۰^{-۴} K^{-۱}$ ۴) $۹ \times ۱۰^{-۴} K^{-۱}$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

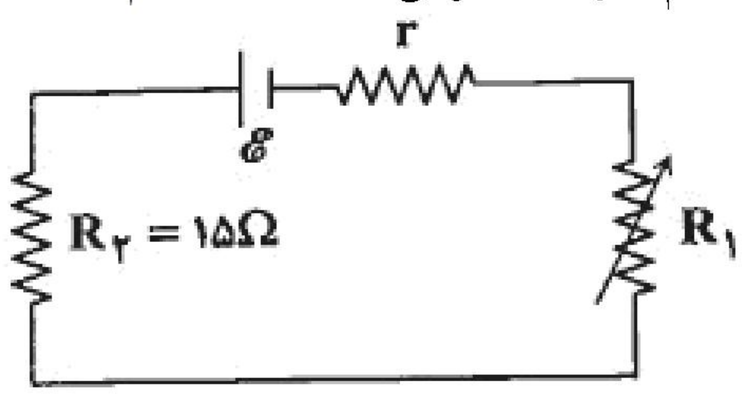
$$V = IR \Rightarrow I_۱ R_۱ = I_۲ R_۲ \Rightarrow I_۱ R_۱ = ۱/۱ I_۱ R_۲ \Rightarrow \frac{R_۲}{R_۱} = \frac{۱}{۱/۱}$$

چون مقاومت رسانا کم شده است، معلوم می‌شود که دما پایین آمده است.

$$R_۲ = R_۱ (۱ + \alpha \Delta\theta) \Rightarrow \frac{۱}{۱/۱} = ۱ + \alpha(-۵۰)$$

$$۵۰\alpha = ۱ - \frac{۱}{۱/۱} \Rightarrow ۵۰\alpha = \frac{۱}{۱۱} \Rightarrow \alpha = \frac{۱}{۵۵۰} \simeq ۱/۸ \times ۱۰^{-۳} K^{-۱}$$

۴۵- در مدار شکل مقابل، اگر مقدار مقاومت $R_۱$ را از ۸ اهم به ۱۴ اهم تغییر دهیم، توان مصرفی در مقاومت $R_۲$، ۳۶ درصد تغییر می‌کند. مقاومت درونی باتری چند اهم است؟



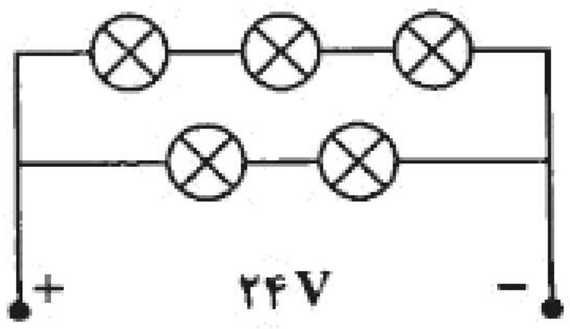
۱) ۱
۲) ۲
۳) ۰/۵
۴) ۱/۵

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$P_۲ = R_۲ I^۲ \Rightarrow \frac{P'_۲}{P_۲} = \left(\frac{I'}{I}\right)^۲ \Rightarrow \frac{۶۴}{۱۰۰} = \left(\frac{I'}{I}\right)^۲ \Rightarrow \frac{I'}{I} = \frac{۸}{۱۰}$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_۱ + R_۲ + r} \Rightarrow \frac{I'}{I} = \frac{R_۱ + R_۲ + r}{R'_۱ + R_۲ + r} \Rightarrow \frac{۸}{۱۰} = \frac{۱۵ + ۸ + r}{۱۵ + ۱۴ + r} \Rightarrow \frac{۲۳ + r}{۲۹ + r} = \frac{۴}{۵} \Rightarrow r = ۱\Omega$$

۴۶- لامپ‌های شکل زیر مشابه هستند. اگر اختلاف پتانسیل بین دو سر هریک ۱۲ ولت باشد، توان ۶ وات مصرف می‌کند. در شکل زیر، توان مصرفی در مجموعه چند وات است؟ (مقاومت الکتریکی لامپ‌ها را ثابت درنظر بگیرید.)



۱) ۱۸
۲) ۲۰
۳) ۳۰
۴) ۲۷

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

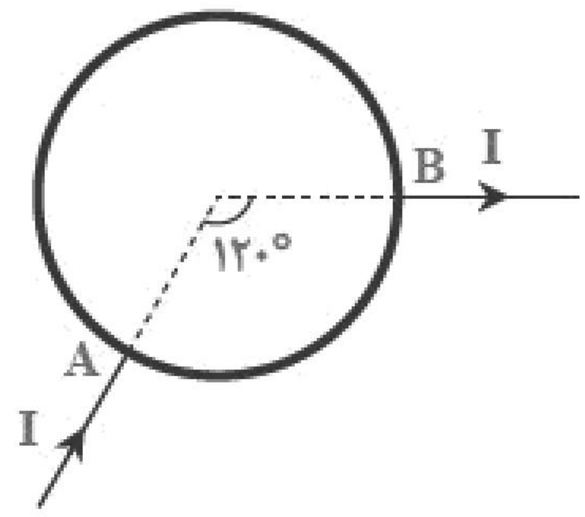
$$V_۱ = V_۲ = V_۳ = \frac{۲۴}{۳} = ۸V$$

$$P = \frac{V^۲}{R} \Rightarrow \frac{P_۱}{۶} = \left(\frac{۸}{۱۲}\right)^۲ \Rightarrow P_۱ = \frac{۴}{۹} \times ۶ = \frac{۸}{۳} \Rightarrow P_۱ = P_۲ = P_۳ = \frac{۸}{۳}W$$

$$V_۴ = V_۵ = \frac{۲۴}{۲} = ۱۲V \Rightarrow P_۴ = P_۵ = ۶W$$

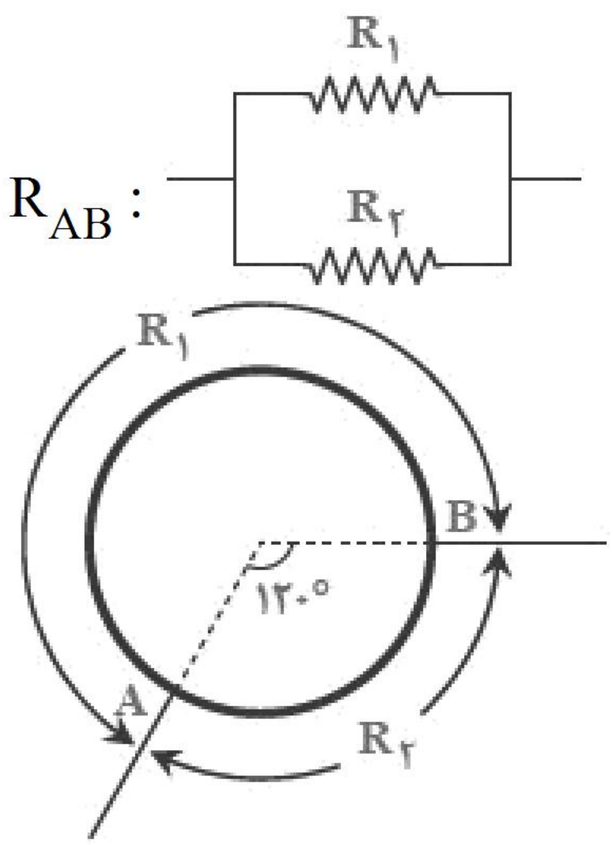
$$P_{کل} = P_۱ + P_۲ + P_۳ + P_۴ + P_۵ = ۳ \times \frac{۸}{۳} + ۲ \times ۶ = ۸ + ۱۲ = ۲۰W$$

۴۷- مطابق شکل، سیم راست رسانایی به مقاومت الکتریکی ۱۸۰Ω را به شکل دایره‌ای درآورده‌ایم، به‌طوری‌که جریان از نقطه‌ی A وارد دایره شده و از B خارج می‌شود. مقاومت معادل بین دو نقطه‌ی A و B چند اهم است؟



۱) ۴۰Ω
۲) ۶۰Ω
۳) ۹۰Ω
۴) ۱۲۰Ω

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. می‌دانیم $R = \frac{\rho L}{A}$ است، پس مقاومت با طول سیم رابطه‌ی مستقیم دارد.

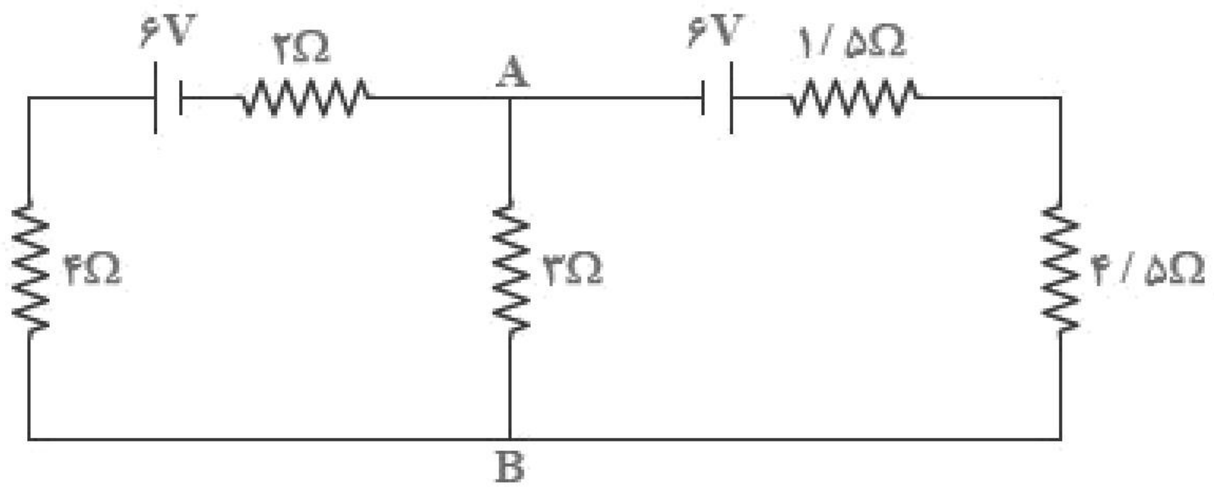


$$\frac{R_۲}{R_{کل}} = \frac{۱۲۰°}{۳۶۰°} \Rightarrow \frac{R_۲}{۱۸۰\Omega} = \frac{۱}{۳} \Rightarrow R_۲ = ۶۰\Omega$$

$$R_۱ = R_{کل} - R_۲ = ۱۸۰ - ۶۰ = ۱۲۰\Omega$$

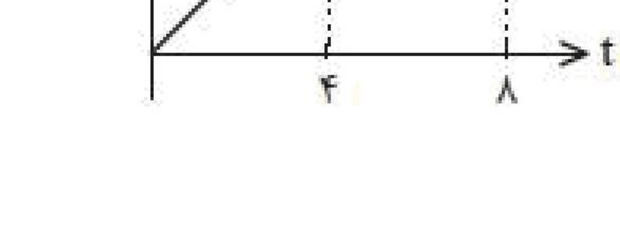
$$R_{eq} = \frac{۱۲۰ \times ۶۰}{۱۲۰ + ۶۰} = ۴۰\Omega$$

۴۸- در مدار شکل مقابل، اختلاف پتانسیل نقاط A و B چند ولت است؟



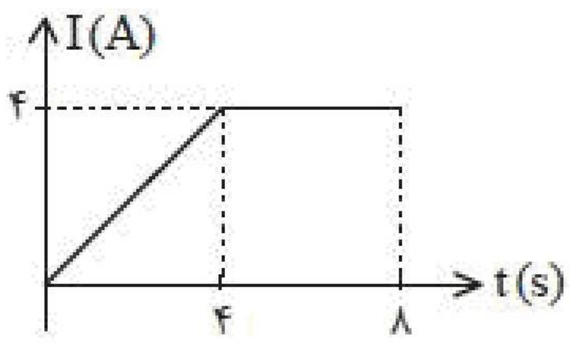
۱) ۱۲
۲) ۶
۳) ۴/۵
۴) ۳

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. همان‌طور که مشاهده می‌شود دو پیل مشابه با مقاومت شاخه‌ی مساوی‌اند، پس جریان عبوری از شاخه‌های کناری با یک‌دیگر برابر است و می‌توان نوشت:



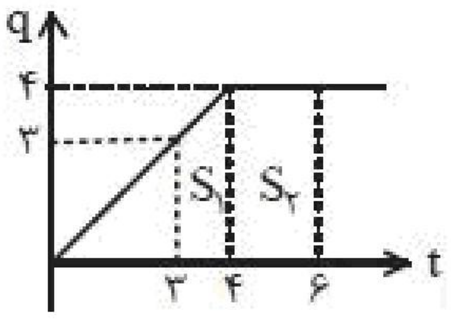
$$V_A + ۶ - ۶I - ۳\times ۲I = V_A$$
$$\Rightarrow I = ۰/۵A$$
$$V_{AB} = ۳\times ۲I = ۳V$$

۴۹- نمودار جریان الکتریکی عبوری از یک رسانا برحسب زمان مطابق شکل مقابل داده شده است. جریان متوسط در ۳ ثانیه‌ی دوم چند آمپر است؟



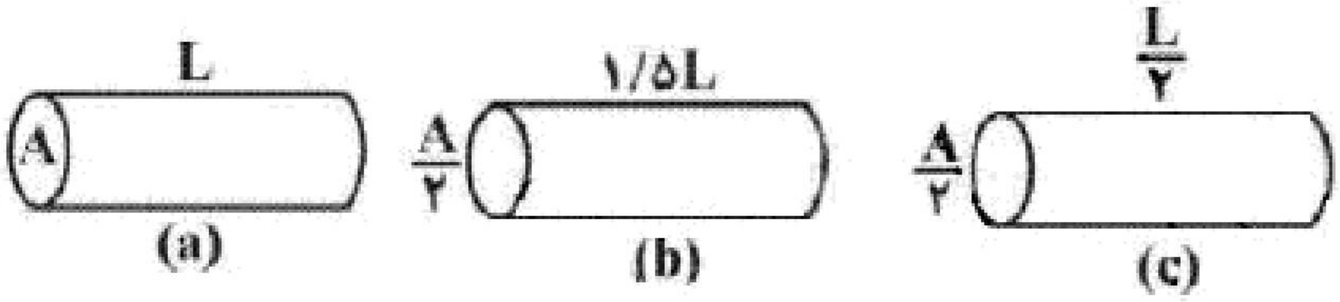
۱) $\frac{۱۵}{۷}$
۲) $\frac{۲۳}{۶}$
۳) $\frac{۲۵}{۳}$
۴) $\frac{۱۷}{۳}$

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.



$$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$
$$\Delta q = S_۱ + S_۲ = \left[\frac{۱}{۲}(۱)(۳+۴)\right] + [۲\times ۴] = \frac{۲۳}{۲}$$
$$\bar{I} = \frac{\frac{۲۳}{۲}}{۳} = \frac{۲۳}{۶}A$$

۵۰- مطابق شکل زیر، سه رسانای مسی استوانه‌ای با سطح مقطع و طول‌های متفاوت در اختیار داریم. اگر دو سر هریک از آن‌ها را به اختلاف پتانسیل ثابت V وصل کنیم، جریان عبوری از رسانای (a) برابر I خواهد شد. در این صورت اندازه‌ی اختلاف جریان‌های عبوری از b و c چند برابر I می‌شود؟ (دما برای هر سه رسانا برابر و ثابت است.)



۱) $\frac{۱}{۳}$

۲) ۲

۳) ۳

۴) $\frac{۲}{۳}$

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. به راحتی با استفاده از رابطه‌ی تعیین مقاومت الکتریکی در دمای ثابت داریم:

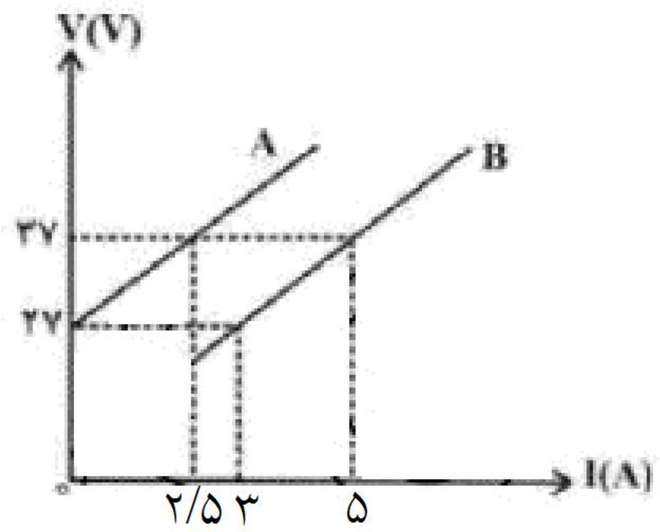
$$R = \rho\frac{l}{A} \Rightarrow R_a = R_c\ ,\ R_b = ۳R_a = ۳R_c$$

حال با توجه به قانون اهم داریم:

$$I = \frac{V}{R} \Rightarrow I_c = I_a = ۳I_b$$

$$\xrightarrow{I_a = I} \begin{cases} I_c = I \\ I_b = \frac{۱}{۳}I \end{cases} \Rightarrow I_c - I_b = \frac{۲}{۳}I$$

۵۱- نمودار شکل مقابل، اختلاف پتانسیل دو سر مولدهای مجزای A و B را برحسب شدت جریان الکتریکی عبوری از آن‌ها نشان می‌دهد، مقاومت درونی مولد A چند برابر مقاومت درونی مولد B است؟



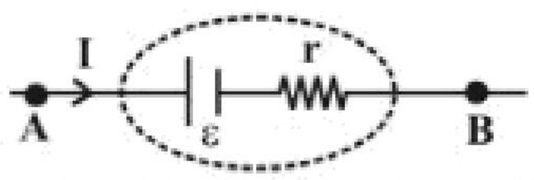
۱) $\frac{۲}{۳}$

۲) $\frac{۵}{۴}$

۳) $\frac{۳}{۲}$

۴) $\frac{۴}{۵}$

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به نمودار می‌توان متوجه شد که هر دو مولد A و B به‌صورت ضد محرکه (مصرف کننده) در مدار قرار گرفته‌اند و داریم:

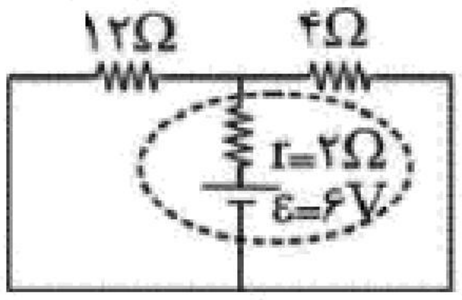


رابطه‌ی اختلاف پتانسیل دو سر مولد ضدمحرکه $V = \varepsilon + Ir$

از رابطه‌ی بالا می‌توان دریافت کرد که شیب خط در نمودارهای رسم شده برابر با مقاومت درونی مولد است. در ضمن عرض از مبدأ هر خط بیانگر نیروی محرکه‌ی آن مولد می‌باشد. در نتیجه داریم:

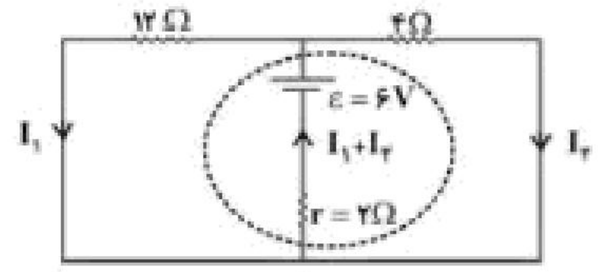
$$\left.\begin{aligned} r_A &= \frac{۳۷ - ۲۷}{۲/۵ - ۰} = \frac{۱۰}{۲/۵} = ۴\Omega \\ r_B &= \frac{۳۷ - ۲۷}{۵ - ۳} = \frac{۱۰}{۲} = ۵\Omega \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{r_A}{r_B} = \frac{۴}{۵}$$

۵۲- در مدار شکل مقابل، جریانی که از مقاومت ۴ اهمی می‌گذرد، چند آمپر است؟



۱) ۰/۳
۲) ۰/۶
۳) ۰/۹
۴) ۱/۲

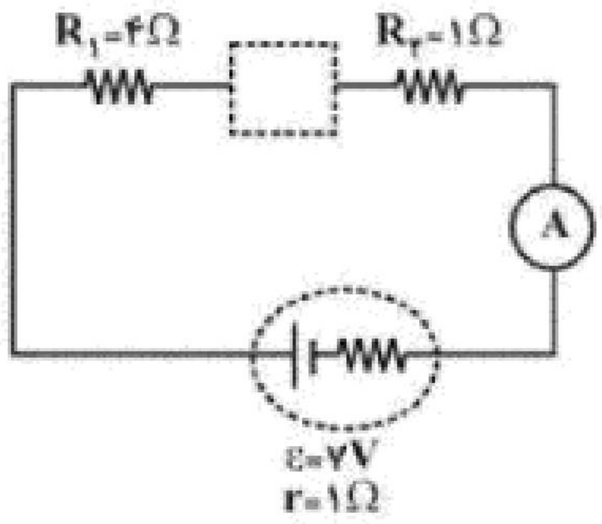
گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. جریان‌هایی مانند شکل زیر برای حلقه‌ها فرض می‌کنیم:



$$\begin{cases} ۶ - ۲(I_۱ + I_۲) - ۱۲I_۱ = ۰ \\ ۶ - ۲(I_۱ + I_۲) - ۴I_۲ = ۰ \end{cases}$$

$$\Rightarrow \left.\begin{array}{l} ۶ = ۱۴I_۱ + ۲I_۲ \\ ۶ = ۲I_۱ + ۶I_۲ \end{array}\right\} \Rightarrow I_۱ = ۰/۳A \Rightarrow I_۲ = ۰/۹A$$

۵۳- در مدار شکل مقابل، اگر آمپرسنج ایده‌آل $\frac{۱}{۲}A$ را نشان دهد و جهت جریان در مدار ساعت‌گرد باشد، داخل مستطیل خطچین کدام وسیله‌ی الکتریکی ذکر شده در گزینه‌ها می‌تواند وجود داشته باشد؟



۱) مقاومت الکتریکی ۸ اهمی
۲) مولدی با نیروی محرکه‌ی $۳/۵V$ و مقاومت درونی ۱Ω
۳) مولدی با نیروی محرکه‌ی $۴V$ و مقاومت درونی صفر
۴) تمامی گزینه‌ها صحیح است.

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. چون جهت جریان تولیدی توسط مولد ε هم‌جهت با جهت جریان مدار است، اگر فرض کنیم داخل مستطیل خطچین وسیله‌ای الکتریکی وجود نداشته باشد و دو سر آن با یک سیم بدون مقاومت به هم متصل شده باشد، با استفاده از رابطه‌ی جریان الکتریکی در مدارهای تک‌حلقه، داریم:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_T + r} = \frac{۷}{۵ + ۱} = \frac{۷}{۶}A$$

چون در این حالت جریان عبوری از مدار بیش‌تر از $\frac{۱}{۲}A$ است، بنابراین باید داخل مستطیل خطچین، مقاومت الکتریکی و یا مولدی که جریان تولیدی توسط آن در خلاف جهت جریان اصلی مدار است (مولد ضد محرکه)، قرار داشته باشد. اگرمقاومت R' در مدار باشد، مقدار آن برابر است با:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_T + R' + r} = \frac{۱}{۲} = \frac{۷}{۵ + R' + ۱} \Rightarrow R' = ۸\Omega$$

که این مقدار در گزینه‌ی (۱) وجود دارد. برای اعداد گزینه‌ی (۲) می‌توان نوشت:

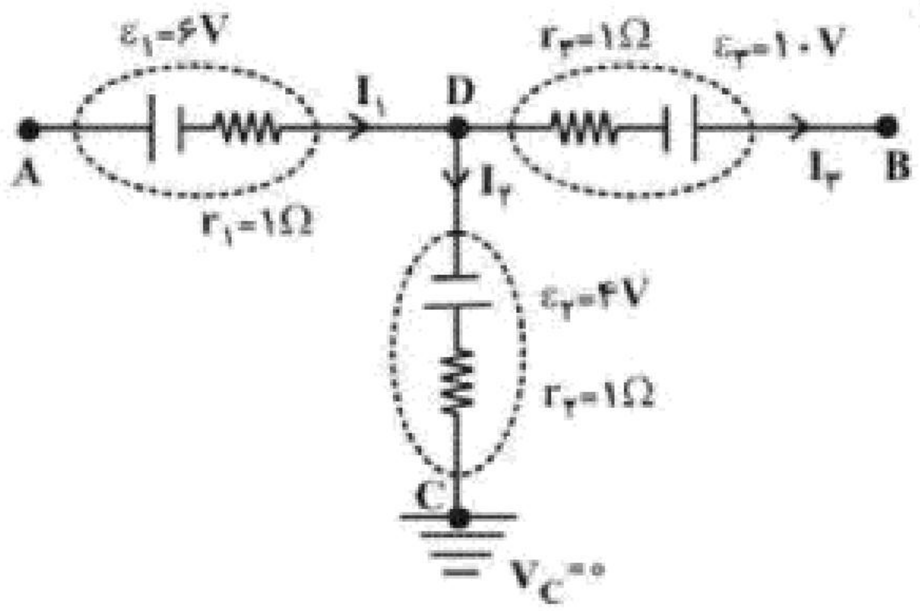
$$I = \frac{\varepsilon - \varepsilon'}{R_T + (r + r')} \Rightarrow I = \frac{۷ - ۳/۵}{۵ + (۱ + ۱)} = \frac{۱}{۲}A$$

و برای اعداد گزینه‌ی (۳) می‌توان نوشت:

$$I = \frac{\varepsilon - \varepsilon''}{R_T + r} \Rightarrow I = \frac{۷ - ۴}{۵ + ۱} = \frac{۱}{۲}A$$

بنابراین گزینه‌ی (۴) پاسخ این سؤال است.

۵۴- شکل مقابل قسمتی از یک مدار الکتریکی را نشان می‌دهد، اگر $V_A = +۵V$ و $I_۱ = ۲A$ باشد، V_B چند ولت است؟



۱) ۶-

۲) ۶+

۳) ۳-

۴) ۳+

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا برای به‌دست آوردن جریان شاخه‌ها از نقطه‌ی A به نقطه‌ی C می‌رویم و جمع جبری اختلاف پتانسیل‌های الکتریکی دو سر اجزای مدار را می‌نویسیم. داریم:

$$V_A - \varepsilon_۱ - I_۱ r_۱ + \varepsilon_۲ - I_۲ r_۲ = V_C \Rightarrow ۵ - ۶ - ۱\times۲ + ۴ - ۱\times I_۲ = ۰ \Rightarrow I_۲ = ۱A$$

اکنون با استفاده از قانون شدت جریان‌ها در گره‌ی D ، داریم:

$$I_۱ = I_۲ + I_۳ \Rightarrow I_۳ = I_۱ - I_۲ = ۱A$$

حال از نقطه‌ی C به B می‌رویم و جمع جبری اختلاف پتانسیل‌های الکتریکی دو سر اجزای مدار را می‌نویسیم. داریم:

$$V_C + I_۲ r_۲ - \varepsilon_۲ - I_۳ r_۳ + \varepsilon_۳ = V_B \Rightarrow ۰ + ۱\times۱ - ۴ - ۱\times۱ + ۱۰ = V_B \Rightarrow V_B = ۶V$$

۵۵- از یک سماور برقی که با ولتاژ ۲۰۰ ولت و جریان ۵ آمپر کار می‌کند، در هر شبانه‌روز ۴ ساعت استفاده می‌شود. اگر بهای برق مصرفی برای هر کیلووات ساعت ۲۰۰ ریال باشد، بهای برق مصرفی در فصل پاییز چند ریال خواهد بود؟

۱) ۱۴۴۰۰۰ ۲) ۷۲۰۰۰ ۳) ۳۶۰۰۰ ۴) ۱۸۰۰۰

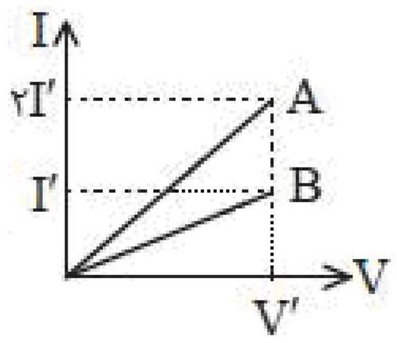
گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. طبق رابطه‌ی $P = VI$ خواهیم داشت:

$$P_{\text{مصرفی}} = VI = ۱۰۰۰W = ۱kW$$

در فصل پاییز به مدت $۹۰ \times ۴ = ۳۶۰$ ساعت با توان $۱kW$ مصرف داشته‌ایم:

$$۳۶۰ \times ۲۰۰ = ۷۲۰۰۰ \text{ ریال}$$

۵۶- اگر دو مقاومت الکتریکی A و B را به‌طور متوالی به مولدی با نیروی محرکه‌ی ۲۰ ولت و مقاومت درونی ناچیز وصل کنیم، جریان عبوری از آن‌ها چند آمپر خواهد بود؟ (مقاومت کوچک‌تر ۲ اهمی است.)



۱) $\frac{۱۰}{۳}$ ۲) $\frac{۵}{۳}$

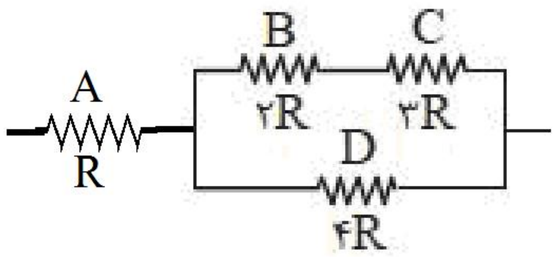
۳) ۲ ۴) ۴

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$\frac{I}{V} = \frac{۱}{R} \Rightarrow \frac{\left(\frac{I}{V}\right)_A}{\left(\frac{I}{V}\right)_B} = \frac{R_B}{R_A} = ۲$$

$$R_T = R_A + R_B = ۳R \Rightarrow \frac{V}{R} = I = \frac{۲۰}{۳R} \Rightarrow I = \frac{۲۰}{۶} = \frac{۱۰}{۳}A$$

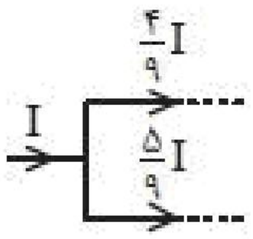
۵۷- در شکل مقابل در مدت زمان مشابه انرژی مصرفی در مقاومت A چند برابر مقاومت B است؟



۱) $\frac{۶۴}{۲۳}$ ۲) ۴

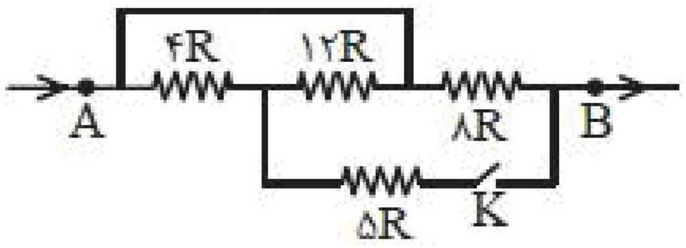
۳) ۸ ۴) $\frac{۸۱}{۳۲}$

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. با استفاده از توزیع جریان در مقاومت‌های موازی خواهیم داشت:



$$\frac{U_A}{U_B}=\frac{(RI^۲t)_A}{(RI^۲t)_B}=\frac{R_A}{R_B}\times\left(\frac{I_A}{I_B}\right)^۲=\frac{۱}{۲}\times\left(\frac{۹}{۴}\right)^۲=\frac{۸۱}{۳۲}$$

۵۸- در مدار مقابل با بستن کلید مقاومت معادل بین دو نقطه‌ی A و B چند برابر می‌شود؟

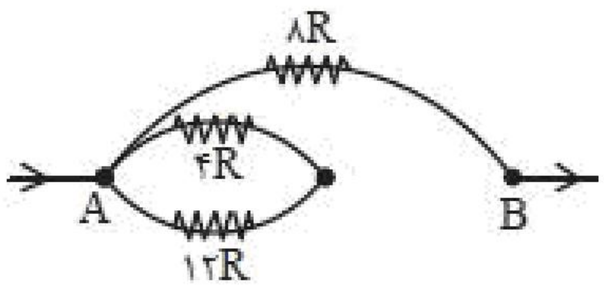


۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) ۳

۳) ۲ ۴) $\frac{۳}{۲}$

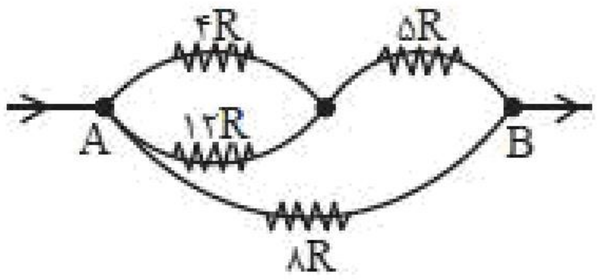
گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

قبل از بستن کلید:



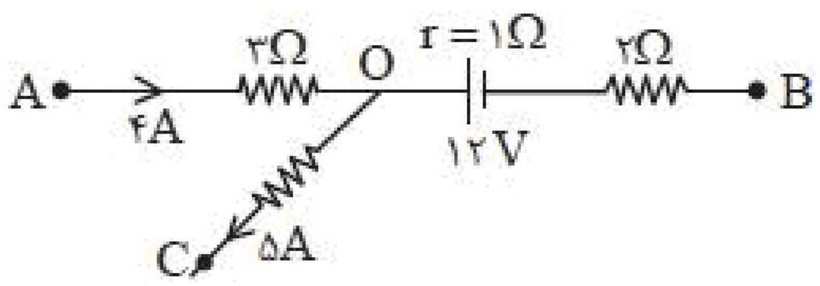
$R_{eq}=۸R$

پس از بستن کلید:



$R_{eq}=۴R$

۵۹- در مدار مقابل V_{AB} چند ولت است؟



۱) ۶ ۲) ۱۲

۳) ۲۱ ۴) ۸

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. دقت کنیم جریان در شاخه‌ی OB معادل ۱A و از B به طرف O است.

$$V_A - ۴\times ۳ + (۱\times ۱) - ۱۲ + (۱\times ۲) = V_B \Rightarrow V_A - V_B = V_{AB} = ۲۱V$$

۶۰- دو سیم مسی A و B ، دارای جرم و دمای یکسانی هستند. اگر طول سیم A ، دو برابر طول سیم B باشد، مقاومت الکتریکی آن چند برابر مقاومت الکتریکی سیم B است؟

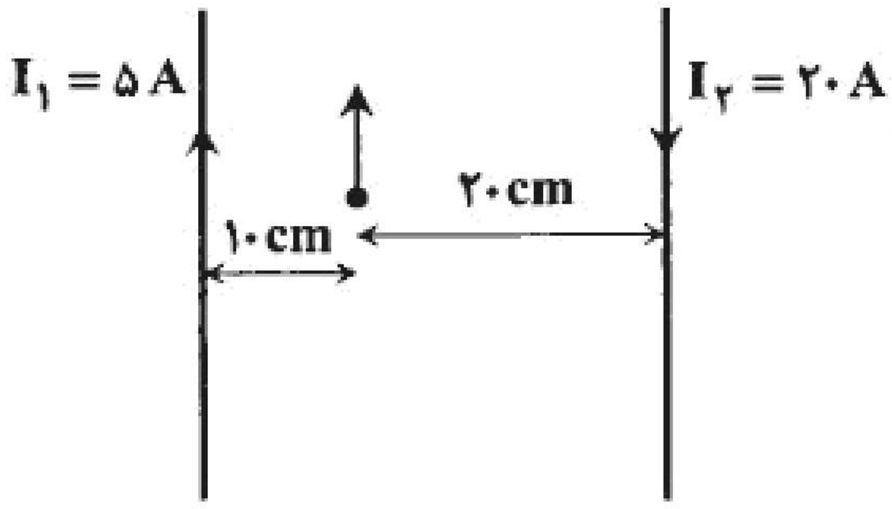
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۸ ۴) ۴

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. جرم و جنس دو سیم، یکی است. پس حجم اولیه با هم برابر است.

$$A_A L_A = A_B L_B \Rightarrow A_A(۲L_B) = A_B L_B \Rightarrow A_A = \frac{۱}{۲}A_B$$

$$R_A = \rho\frac{L_A}{A_A} = \rho\frac{۲L_B}{\frac{۱}{۲}A_B} = ۴\left(\rho\frac{L_B}{A_B}\right) = ۴R_B$$

۶۱- مطابق شکل، یک ذره با بار ۲۰- نانوکولن موازی دو سیم حامل جریان با سرعت ۱۰۰۰ متر بر ثانیه پرتاب می‌شود (سیم‌ها و ذره در یک صفحه هستند). اندازه‌ی نیروی وارد بر آن چند نیوتن و جهت این نیرو کدام است؟ $\left(\mu_{\circ} = ۴\pi \times ۱۰^{-۷} \frac{T.m}{A}\right)$



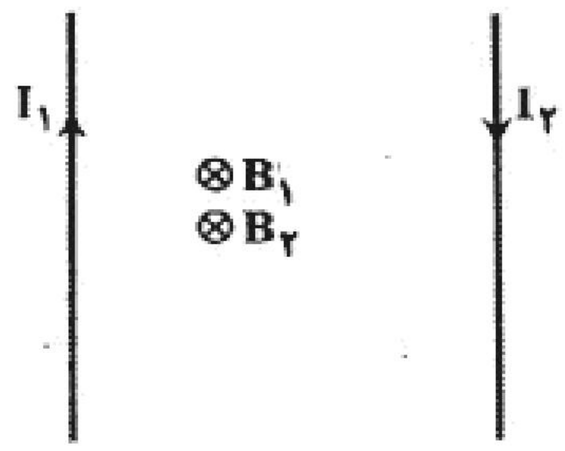
۱) $\rightarrow, ۶ \times ۱۰^{-۱۰} N$

۲) $\rightarrow, ۲ \times ۱۰^{-۱۰} N$

۳) $\leftarrow, ۶ \times ۱۰^{-۱۰} N$

۴) $\leftarrow, ۲ \times ۱۰^{-۱۰} N$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.



$$B = \frac{\mu_{\circ}}{۲\pi}\frac{I}{r} = ۲ \times ۱۰^{-۷} I_r$$

$$B = B_۱ + B_۲ = ۲ \times ۱۰^{-۷}\left(\frac{۵}{۰/۱} + \frac{۲۰}{۰/۲}\right) = ۲ \times ۱۰^{-۷} \times ۱۵۰$$

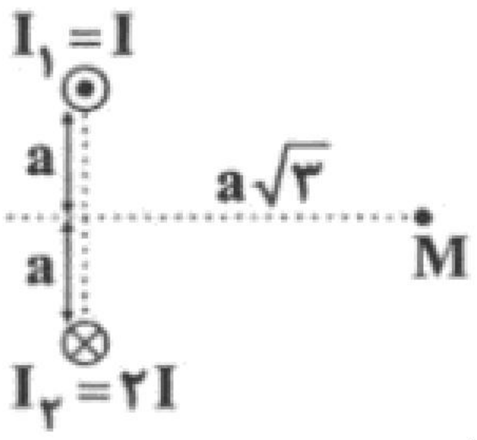
$$= ۳ \times ۱۰^{-۵} T$$

$$F = qVB\,Sin\alpha = ۲۰ \times ۱۰^{-۹} \times ۱۰^{۳} \times ۳ \times ۱۰^{-۵}$$

$$۶ \times ۱۰^{-۱۰} N$$

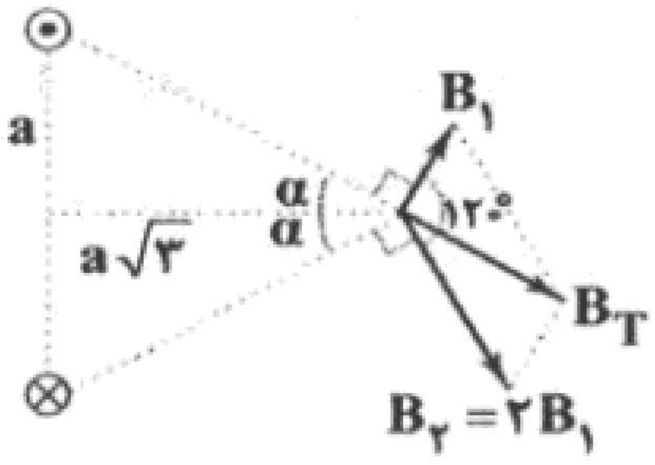
میدان درون‌سو و بار ذره منفی است.

۶۲- در شکل زیر، بزرگی میدان مغناطیسی حاصل از جریان $I_۱$ در نقطه‌ی M برابر $B_۱$ است. بزرگی برایند میدان‌های مغناطیسی در نقطه‌ی M چند برابر $B_۱$ است؟



۱) $\sqrt{۲}$ ۲) $\sqrt{۳}$ ۳) ۲ ۴) ۳

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. اگر بزرگی میدان مغناطیسی حاصل از جریان $I_۱$ در نقطه‌ی M برابر $B_۱$ باشد، بزرگی میدان مغناطیسی در نقطه‌ی M برابر $۲B_۱$ است. با توجه به شکل مقابل برایند میدان‌ها برابر است با:



$$\tan\alpha = \frac{a}{a\sqrt{۳}} = \frac{\sqrt{۳}}{۳} \Rightarrow \alpha = ۳۰^{\circ}$$

$$B_T = \sqrt{B_۱^{۲} + B_۲^{۲} + ۲B_۱ B_۲ \cos ۱۲۰^{\circ}}$$

$$\Rightarrow B_T = \sqrt{B_۱^{۲} + ۴B_۱^{۲} + ۲ \times B_۱ \times ۲B_۱ \times \left(-\frac{۱}{۲}\right)} \Rightarrow B_T = \sqrt{۵B_۱^{۲} - ۲B_۱^{۲}} = \sqrt{۳}B_۱$$

۶۳- کدام‌یک از جملات زیر درست نیست؟

۱) برای خاصیت آهن‌ربایی هر ماده‌ی فرومغناطیس، مقدار اشباع یا بیشینه‌ای وجود دارد؛ به‌طوری‌که در ان حالت همه‌ی دوقطبی‌های مغناطیسی اتمی به موازات یک‌دیگر هم‌خط می‌شوند.

۲) در مواد فرومغناطیس، حوزه‌های مغناطیسی با ابعاد خیلی کم‌تر از میلی‌متر تشکیل شده است.

۳) دوقطبی‌های مغناطیسی در یک حوزه‌ی مغناطیسی به‌طور کامل هم‌خط هستند.

۴) در آهن و کبالت، حجم حوزه‌های مغناطیسی به سهولت تغییر می‌کند.

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در حالت اشباع درصد بالایی از دوقطبی‌های مغناطیسی اتمی به موازات یک‌دیگر هم‌خط می‌شوند.

۶۴- سیمی به طول L را به شکل حلقه‌ای به شعاع r درآورده‌ایم. اگر مقاومت ویژه‌ی آن ρ و قطر سیم $\frac{۱}{۲۰}r$ باشد و آن‌را به باتری با نیروی محرکه‌ی ε و مقاومت درونی ناچیز ببندیم، میدان مغناطیسی ناشی از آن در مرکز حلقه کدام است؟

۱) $\frac{\mu_۰\varepsilon}{۶۴۰۰}$ ۲) $\frac{\mu_۰\varepsilon}{۶۴۰۰\rho}$ ۳) $\frac{\mu_۰\varepsilon}{۱۶۰۰\rho}$ ۴) $\frac{\mu_۰\varepsilon}{۱۶۰۰}$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$B=\frac{\mu_۰ NI}{۲r}=\frac{\mu_۰\times\frac{L}{۲\pi r}}{۲r}=\frac{\mu_۰ LI}{۴\pi r^۲}$$

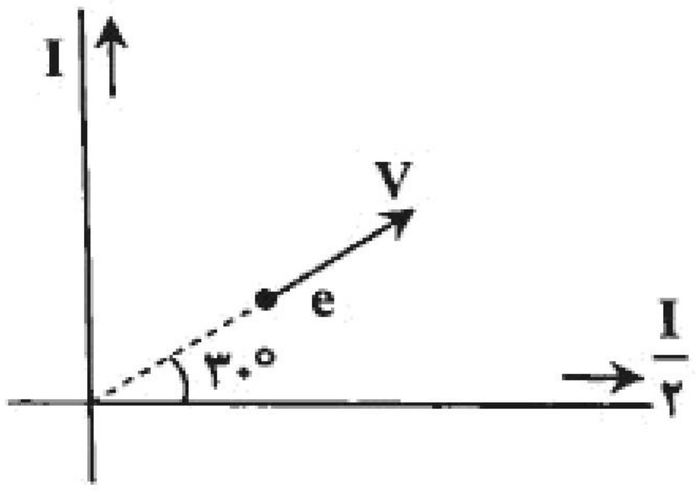
$$I=\frac{\varepsilon}{R_{\text{بیرونی}}+\cancel{r_{\text{درونی}}}^{\circ}}$$

$$R=\rho\frac{L}{A}=\rho\frac{L}{\pi\left(\frac{۱}{۴۰}r\right)^۲}=۱۶۰۰\frac{\rho L}{\pi r^۲}$$

$$\Rightarrow I=\frac{\varepsilon\pi r^۲}{۱۶۰۰\rho L}$$

$$\Rightarrow B=\frac{\mu_۰ L}{۴\pi r^۲}\times\frac{\varepsilon\pi r^۲}{۱۶۰۰\rho L}\Rightarrow B=\frac{\mu_۰\varepsilon}{۶۴۰۰\rho}$$

۶۵- باریکه‌ای از الکترون‌ها مطابق شکل با سرعت V بین دو سیم در حال حرکت است. نیروی وارد بر الکترون‌ها از طرف میدان مغناطیسی دو سیم در کدام جهت است؟



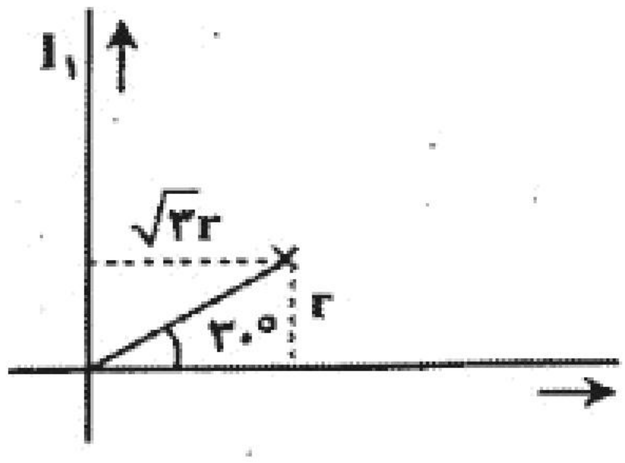
۱) $\vec{F}$ ↖

۲) $\vec{F}\otimes$

۳) $\vec{F}$ ↘

۴) صفر

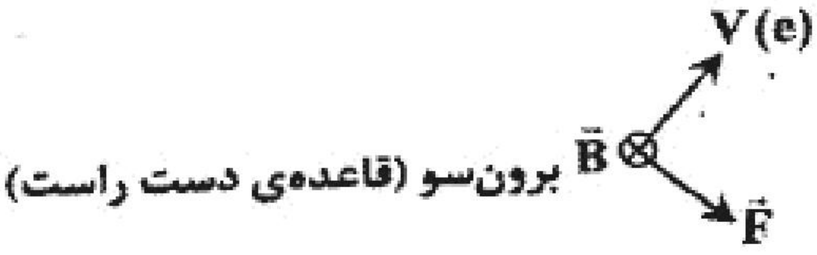
گزینه ۳ پاسخ صحیح است. میدان مغناطیسی ناشی از سیم نازک دراز حامل جریان از رابطه‌ی $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$ به دست می‌آید. با توجه به جهت سیم‌ها، میدان سیم افقی، برون‌سو و میدان سیم قائم، درون‌سو است.



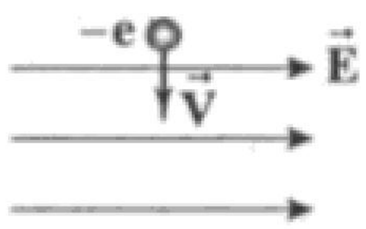
$$\left.\begin{array}{l} \otimes\ B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r\sqrt{3}} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r\sqrt{3}} \\ \odot\ B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r} = \frac{\mu_0 I}{4\pi r} \end{array}\right\} \Rightarrow B_1 > B_2$$

پس میدان برآیند درون‌سو خواهد بود.

پس با توجه به قاعده‌ی دست راست، جهت نیروی وارد بر الکترون‌ها (بار منفی) به صورت زیر است:



۶۶- در شکل زیر، الکترونی در میدان الکتریکی یکنواختی شلیک می‌شود. برای آن که الکترون بدون انحراف از میدان بگذرد، از میدان مغناطیسی یکنواختی استفاده شده است. به ترتیب، اندازه و جهت میدان مغناطیسی کدام است؟ (از وزن الکترون صرف نظر شود.)



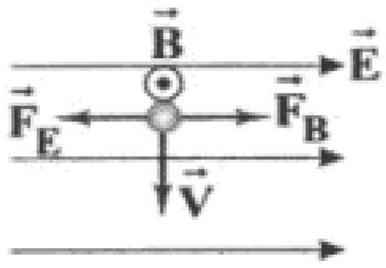
۱) $\otimes\ -\frac{E}{V}$

۲) $\odot\ -\frac{E}{V}$

۳) $\otimes\ -E\times V$

۴) $\odot\ -E\times V$

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. باید نیروی الکترومغناطیسی وارد بر الکترون، نیروی الکتریکی وارد بر آن را خنثی کند تا بدون انحراف از میدان بگذرد:



$$F_B = F_E \Rightarrow \cancel{q} VB\sin\alpha = E\cancel{q}$$

$$\alpha = 90^\circ \Rightarrow B = \frac{E}{V}$$

۶۷- از سیم نازک بلندی جریان ۴ آمپر می‌گذرد. سیم AB به طول ۵۰ سانتی‌متر موازی آن سیم بلند و در فاصله‌ی ۲۰ سانتی‌متری آن قرار دارد. اگر از سیم AB جریان یک آمپر هم‌جهت با سیم نازک بلند بگذرد، اندازه‌ی نیروی الکترومغناطیسی وارد بر سیم AB چند نیوتون است؟ نیروی بین دو سیم جاذبه است یا دافعه؟

$$\left(\mu_0 = 4\pi\times 10^{-7}\frac{T.m}{A}\right)$$

۱) 2×10^{-6}، دافعه

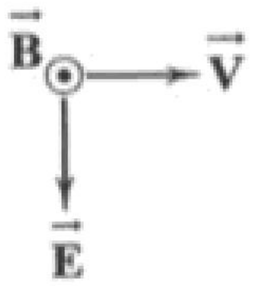
۲) 2×10^{-6}، جاذبه

۳) $3/2\times 10^{-6}$، دافعه

۴) $3/2\times 10^{-6}$، جاذبه

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. دو سیم موازی با جریان‌های هم‌جهت یک‌دیگر را جذب می‌کنند:

$$F_{AB} = \frac{\mu_0}{2\pi}\frac{I_1 I_2}{d}\times L \Rightarrow F_{AB} = 2\times 10^{-7}\times\frac{4\times 1}{0/2}\times 0/5 = 2\times 10^{-6}\,N$$



۶۸- ذره‌ای باردار با بار $+۵\mu C$ به وزن ناچیز مطابق شکل زیر، با سرعت $۲۰۰۰\frac{m}{s}$ وارد میدان‌های الکتریکی $E = ۲\times۱۰^{۵}\frac{N}{C}$ و مغناطیسی $B = ۰/۴T$ می‌شود. برآیند نیروهایی که بر ذره باردار وارد می‌شود، چند نیوتون و در چه جهتی است؟

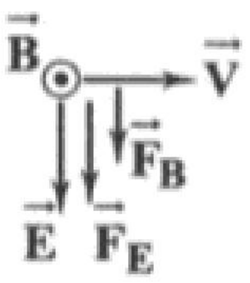
۱) ۰/۹۹۶، ↓ ۲) ۰/۹۹۶، ↑ ۳) ۱/۰۰۴، ↓ ۴) ۱/۰۰۴، ↑

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

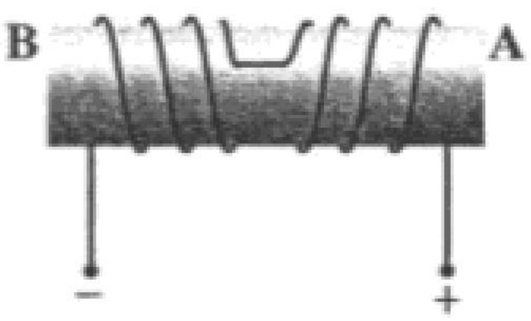
$$F_E = E_q \Rightarrow F_E = ۲\times۱۰^{۵}\times۵\times۱۰^{-۶} = ۱N$$

$$F_B = qVB\,Sin\alpha \Rightarrow F_B = ۵\times۱۰^{-۶}\times۲۰۰۰\times۴\times۱۰^{-۱}\times Sin۹۰^\circ = ۰/۰۰۴N$$

شکل زیر نشان می‌دهد که $\vec{F}_B$ و $\vec{F}_E$ هم‌جهت با یک‌دیگرند، بنابراین برایند آن‌ها از جمع بزرگی آن‌ها به دست می‌آید:



$$F_T = F_B + F_E = ۱/۰۰۴N$$

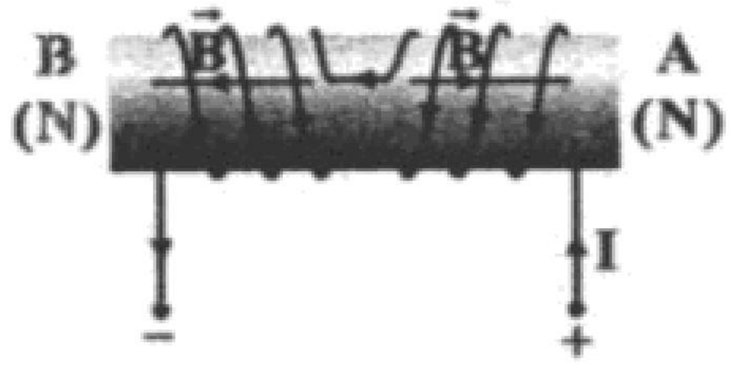


۶۹- در شکل زیر به‌ترتیب، قسمت‌های A و B از هسته‌ی آهنی کدام‌یک از قطب‌های مغناطیسی آهن‌ربا است؟

۱) S - S ۲) N - N

۳) N - S ۴) S - N

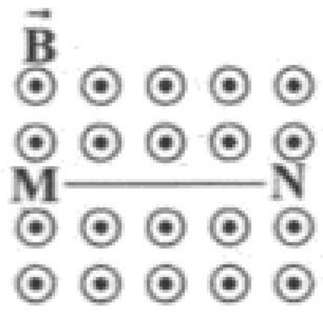
گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. جهت جریان الکتریکی از پایانه‌ی مثبت به پایانه منفی است. اگر پیچش چهار انگشت دست راست را در جهت جریان قرار دهیم، شست دست راست،جهت میدان مغناطیسی را نشان می‌دهد. از طرف دیگر می‌دانیم جهت میدان مغناطیسی از قطب S به قطب N (مانند درون آهن ربا) است.



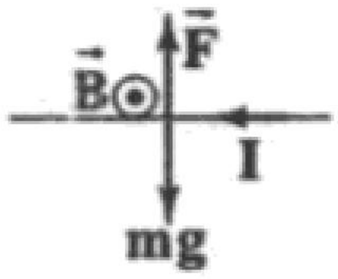
۷۰- مطابق شکل زیر، در میدان مغناطیسی برونسو و یکنواختی به بزرگی $۰/۱T$، سیم حامل جریان MN به طول ۲۰ سانتی متر و به جرم ۵۰ گرم در حالت تعادل قرار دارد. شدت جریان در سیم چند آمپر و در چه سویی است؟

۱) ۲۵ - از N به M ۲) ۲۵ - از M به N

۳) ۵۰ - از N به M ۴) ۵۰ - از M به N



گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به شکل رو به رو می‌توان از تعادل سیم نوشت:



$$F = mg \Rightarrow F = BIl\sin\alpha = mg$$

$$\Rightarrow ۰/۱\times I\times ۰/۲\times \sin۹۰^\circ = ۰/۰۵\times ۱۰ \Rightarrow I = ۲۵A$$

۷۱- با سیمی به طول L پیچه‌ی مسطحی به شعاع R ساخته‌ایم. اگر از آن جریان I عبور کند، بزرگی میدان مغناطیسی در مرکز پیچه‌ی مسطح برابر B می‌شود. اگر با همان سیم، پیچه‌ای مسطح به شعاع ۲R بسازیم که از جریان ۲I عبور کند، بزرگی میدان مغناطیسی در مرکز پیچه‌ی جدید به B' می‌رسد. نسبت $\frac{B'}{B}$ کدام است؟

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

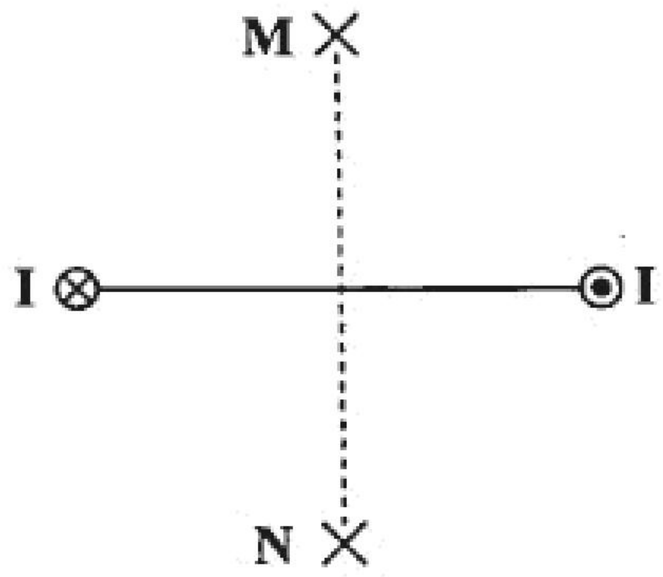
گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا تعداد حلقه‌های پیچه‌های مسطح را به دست می‌آوریم:

$$N = \frac{L}{۲\pi R},\ N' = \frac{L}{۲\pi(۲R)} = \frac{L}{۴\pi R} \Rightarrow \frac{N'}{N} = \frac{\frac{L}{۴\pi R}}{\frac{L}{۲\pi R}} = \frac{۱}{۲}$$

حالا به محاسبه‌ی نسبت میدان‌ها در مرکز پیچه‌های مسطح می‌پردازیم:

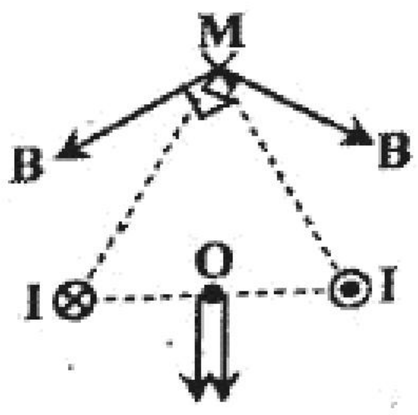
$$\frac{B'}{B} = \frac{\frac{\mu_۰}{۲}\frac{N'I'}{R'}}{\frac{\mu_۰}{۲}\frac{NI}{R}} = \frac{N'}{N}\times\frac{I'}{I}\times\frac{R}{R'} = \frac{۱}{۲}\times\frac{۲I}{I}\times\frac{R}{۲R} = \frac{۱}{۲}$$

۷۲- مطابق شکل از دو سیم موازی بلند، جریان‌های یکسان I می‌گذرد. بزرگی میدان مغناطیسی ناشی از دو سیم از نقطه‌ی M تا N در صفحه چگونه تغییر می‌کند؟ (سیم‌ها عمود بر صفحه‌اند و فاصله‌ی سیم‌ها تا پاره‌خط MN برابر است.)



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

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. مطابق شکل در نقطه‌ی O ، میدان‌های دو سیم هم‌جهت‌اند و زاویه‌ی بین آن‌ها صفر است، بنابراین بیش‌ترین میدان را داریم. در نقطه‌ای مانند M ، میدان‌ها کوچک‌تر و زاویه دارند، بنابراین میدان برآیند کوچک‌تر خواهد بود. پس گزینه‌ی ۳ درست است.



۷۳- از سیمی به طول ۱۰ متر، سیم‌پیچ تختی به قطر ۳۰ سانتی‌متر درست کرده‌ایم. اگر از این سیم‌پیچ شدت جریان ۳ آمپر عبور کند، اندازه‌ی میدان مغناطیسی در مرکز آن چند گاوس می‌شود؟ $\left(\mu_۰ = ۴\pi\times۱۰^{-۷}\frac{T.m}{A}\right)$

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

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$N = \frac{\text{طول سیم}}{\text{محیط هر دور}} = \frac{۱۰}{\pi\times۰/۳} = \frac{۱۰۰}{۳\pi}$$

$$B = \frac{\mu_۰}{۲}.\frac{NI}{R} = ۲\pi\times۱۰^{-۷}\times\frac{۱۰۰}{۳\pi}\times\frac{۳}{۰/۱۵} = \frac{۲\times۱۰^{-۵}}{۰/۱۵} = \frac{۲\times۱۰^{-۳}}{۱۵} = \frac{۴}{۳}\times۱۰^{-۴}T = \frac{۴}{۳}G$$

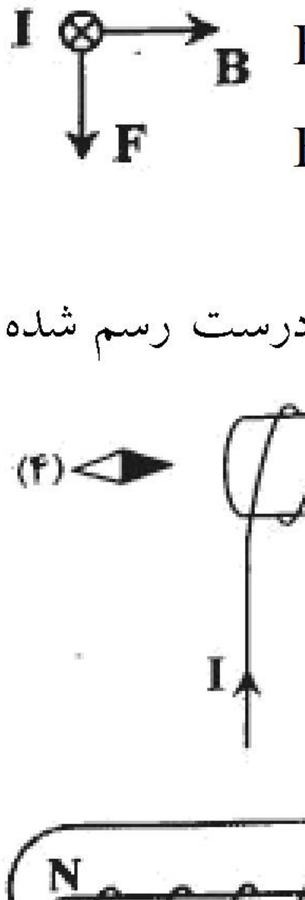
۷۴- یک ذره با بار ۱۰- نانوکولن و جرم ۵ میکروگرم با سرعت ۱۰۰ متر بر ثانیه عمود بر خطوط میدان مغناطیسی B وارد میدان مغناطیسی می‌شود و در نتیجه روی یک مسیر دایره‌ای به شعاع ۱۰۰ متر می‌گردد. اندازه‌ی میدان مغناطیسی چند تسلا است؟ (تنها نیروی مؤثر بر وزنه، نیروی مربوط به میدان مغناطیسی است.)

۱) ۰/۱ ۲) ۰/۲ ۳) ۰/۵ ۴) ۰/۴

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$F = qVB = \frac{mV^{۲}}{R} \Rightarrow B = \frac{mV}{qR} = \frac{۵\times۱۰^{-۹}\times۱۰۰}{۱۰^{-۸}\times۱۰۰} = ۰/۵T$$

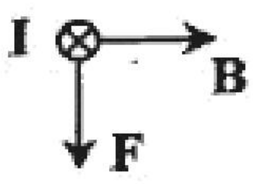
۷۵- یک آهن‌ربا مطابق شکل توسط فنری به ثابت ۵۰ نیوتن بر متر آویخته شده است و یک سیم رسانا به طول ۲۰ سانتی‌متر بین دو قطب آهن‌ربا در میدان مغناطیسی یک‌نواخت آن قرار دارد. وقتی جریان الکتریکی از سیم نمی‌گذرد. طول فنر ۵۵۰ میلی‌متر و وقتی جریان ۱۰۰ آمپر از سیم می‌گذرد، طول فنر ۵۴۹/۶ میلی‌متر می‌شود. اندازه‌ی میدان مغناطیسی آهن‌ربا و جهت جریان گذرنده از سیم کدام است؟



۱) $I\odot , B = ۱۰^{-۳}T$ ۲) $I\otimes , B = ۱۰^{-۳}T$

۳) $I\otimes , B = ۲\times۱۰^{-۴}T$ ۴) $I\odot , B = ۲\times۱۰^{-۴}T$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

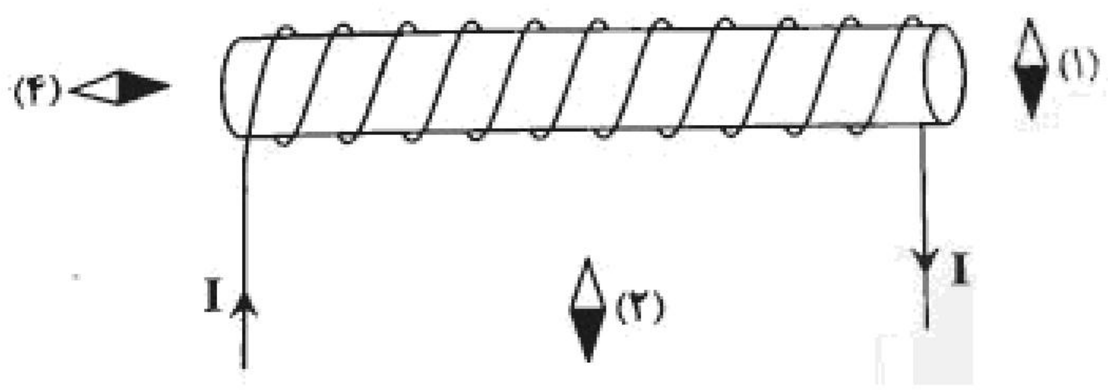


$$F = k.\Delta L \Rightarrow F = ۵۰\times۴\times۱۰^{-۴} = ۲\times۱۰^{-۲}N$$

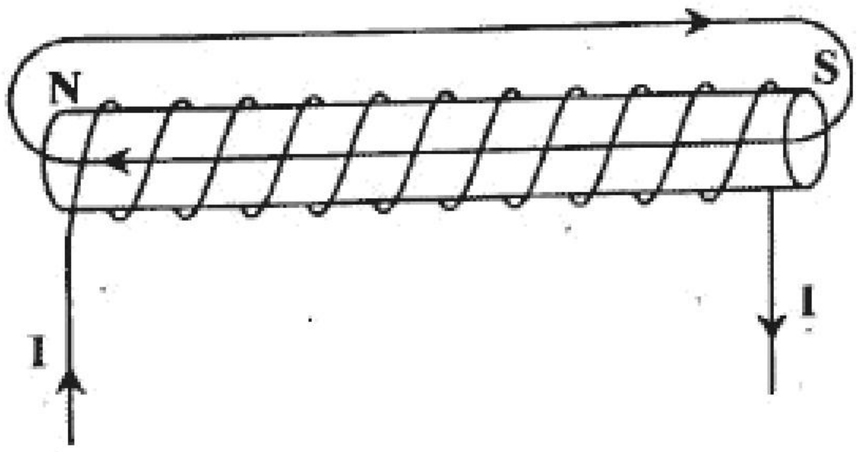
$$F = BIL \Rightarrow ۲\times۱۰^{-۲} = B\times۱۰۰\times۲۰\times۱۰^{-۲} \Rightarrow B = ۱۰^{-۳}T$$

آهن‌ربا به طرف بالا کشیده شده است، پس نیروی وارد بر سیم روبه پایین است.

۷۶- از یک سیم‌لوله مطابق شکل جریان الکتریکی عبور می‌کند. جهت کدام تیغه‌ی مغناطیسی (قطب‌نما) درست رسم شده است؟ (N S)



۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴



گزینه ۳ پاسخ صحیح است. تیغه‌ی قطب‌نما مماس بر خط های میدان B قرار می‌گیرد به‌طوری‌که خطوط میدان از سر S به آن وارد و از سر N خارج شوند.

تیغه‌های (۱) و (۲) اصلاً مماس بر خط های میدان نیستند و تیغه‌ی ۴ هم در جهت عکس رسم شده است.

۷۷- اگر یک ماده‌ی فرومغناطیس نرم در یک میدان مغناطیسی خارجی بسیار قوی قرار گیرد، ..... پیدا می‌کند که این حالت در صورت حذف میدان خارجی، ..... است.

۱) خاصیت آهن‌ربایی ضعیفی - موقتی ۲) خاصیت آهن‌ربایی ضعیفی - دائمی

۳) خاصیت آهن‌ربایی بیشینه‌ای - موقتی ۴) خاصیت آهن‌ربایی بیشینه‌ای - دائمی

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

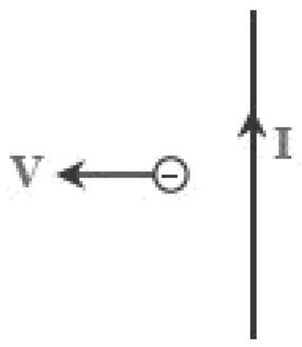
۷۸- ذره‌ای با بار الکتریکی q و جرم m ، با سرعت V درون یک میدان مغناطیسی یک‌نواخت به بزرگی B و عمود بر خطوط میدان پرتاب می‌شود. شعاع دایره‌ی چرخش ذره کدام است؟

۱) $\frac{mV^2}{2|q|B}$ ۲) $\frac{mV}{2|q|B}$ ۳) $\frac{mV}{|q|B}$ ۴) $\frac{mV^2}{|q|B}$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. نیروی الکترومغناطیسی، نیروی مرکزگراست.

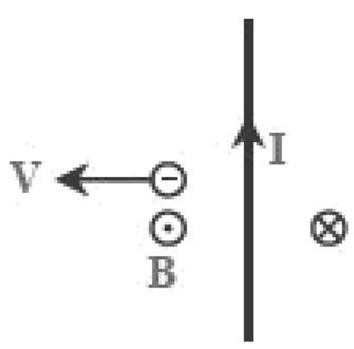
$$F = |q|VB\,Sin\alpha = m\frac{V^2}{R} \Rightarrow R = \frac{mV}{|q|B}$$

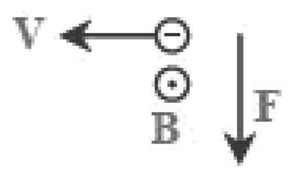
۷۹- در شکل مقابل، سیم طویل حامل جریان و بردار سرعت اولیه‌ی ذره‌ی باردار منفی در یک صفحه هستند. جهت نیروی وارد بر ذره‌ی باردار کدام است؟



۱) $\otimes$ ۲) $\odot$
۳) $\uparrow$ ۴) $\downarrow$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. جهت نیروی وارد بر ذره‌ی باردار از قانون دست راست تعیین می‌شود. فقط توجه داشته باشید که بار این ذره منفی است.

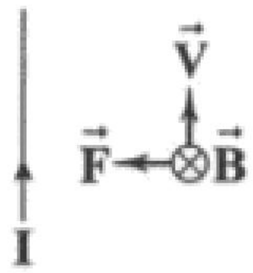




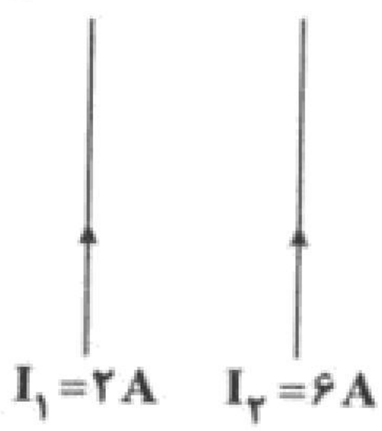
۸۰- مطابق شکل زیر پروتونی موازی سیم حامل جریانی در حرکت است. جهت نیروی مغناطیسی وارد بر پروتون در لحظه‌ی رسم شده به کدام سوی است؟

۱) $\leftarrow$ ۲) $\rightarrow$
۳) $\odot$ ۴) $\otimes$

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. جهت میدان مغناطیسی حاصل از سیم حامل جریان که در محل پروتون وجود دارد، مطابق شکل است. به کمک قاعده‌ی دست راست جهت نیروی الکترومغناطیسی وارد بر پروتون را پیدا می‌کنیم.

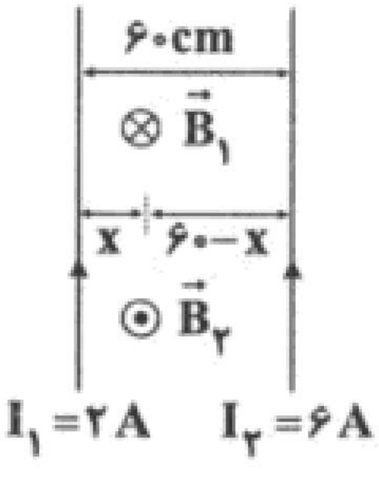


۸۱- در شکل زیر، از دو سیم بلند و موازی به فاصله‌ی ۶۰ سانتی‌متر از یک‌دیگر جریان‌های الکتریکی I_1 و I_2 می‌گذرد. در چه فاصله‌ای از سیم I_1 (برحسب سانتی‌متر) برایند میدان‌های مغناطیسی حاصل از دو سیم صفر است؟



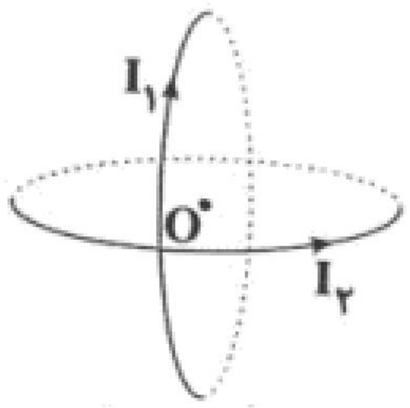
۱) ۴۵ ۲) ۴۰
۳) ۲۰ ۴) ۱۵

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. در نقطه‌ای بین دو سیم و نزدیک به سیم حامل جریان کوچک‌تر برایند میدان‌های مغناطیسی صفر می‌شود:



$$B_T = 0 \Rightarrow B_1 = B_2 \Rightarrow \frac{I_1}{r_1} = \frac{I_2}{r_2} \Rightarrow \frac{2}{x} = \frac{6}{60 - x} \Rightarrow 3x = 60 - x \Rightarrow x = 15\,cm$$

۸۲- در شکل روبه‌رو دو حلقه به شعاع‌های یکسان $10\,cm$ بر هم عمودند. اگر $I_1 = 3A$ و $I_2 = 4A$ باشد، بزرگی میدان مغناطیسی در مرکز مشترک دو حلقه (O) چند تسلا است؟ $\left(\mu_0 = 12\times10^{-7}\frac{T.m}{A}\right)$



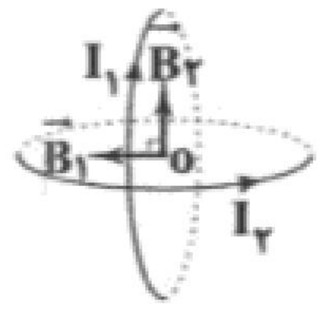
۱) $1/5\times10^{-5}$
۲) 3×10^{-5}
۳) 5×10^{-5}
۴) 6×10^{-5}

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. بزرگی میدان مغناطیسی حاصل از دو نقطه در نقطه‌ی o برابر است با:

$$B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2 r_1} = 6\times10^{-7}\times\frac{3}{0/1} = 18\times10^{-6}\,T$$

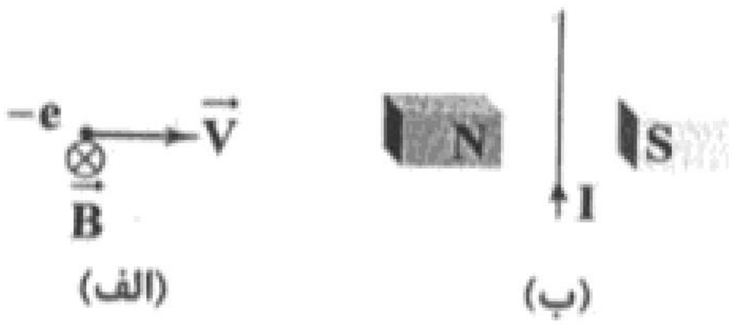
$$B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2 r_2} = 6\times10^{-7}\times\frac{4}{0/1} = 24\times10^{-6}\,T$$

$$B_T = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} = 30\times10^{-6}\,T = 3\times10^{-5}\,T$$



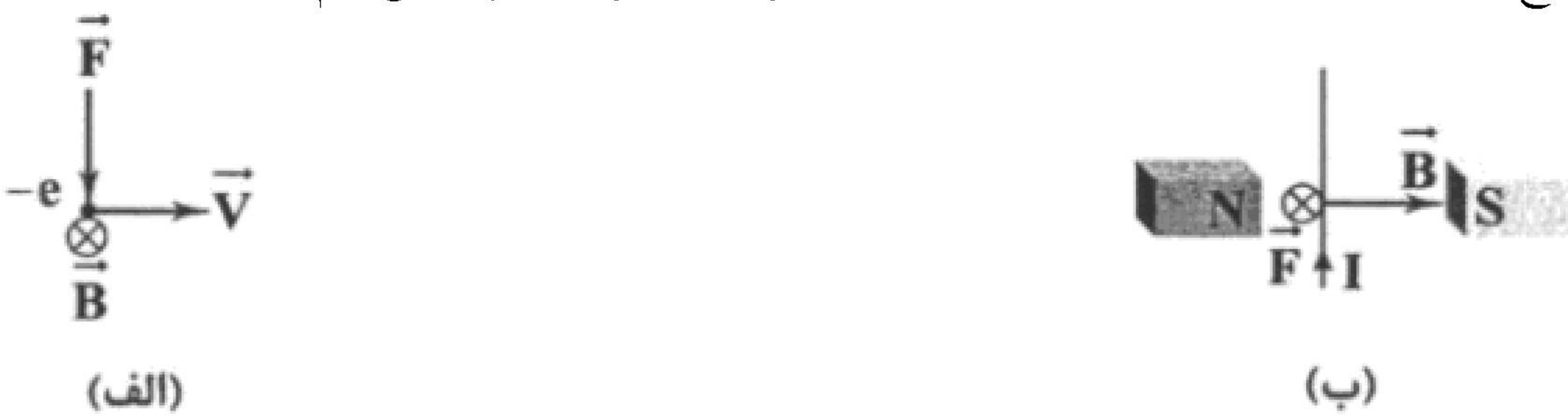
شکل بالا نشان می‌دهد که $\vec{B}_1$ و $\vec{B}_2$ بر هم عمودند.

۸۳- در شکل (الف)، جهت نیروی مغناطیسی وارد بر الکترون و در شکل (ب)، جهت نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان به‌ترتیب از راست به چپ کدام است؟

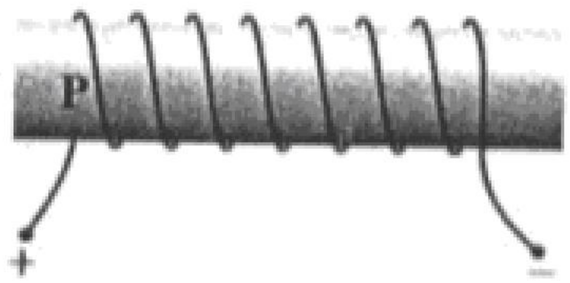


۱) $\downarrow$، $\odot$
۲) $\uparrow$، $\odot$
۳) $\downarrow$، $\otimes$
۴) $\uparrow$، $\otimes$

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. به کمک دستور دست راست، جهت هریک از نیروها را پیدا می‌کنیم:



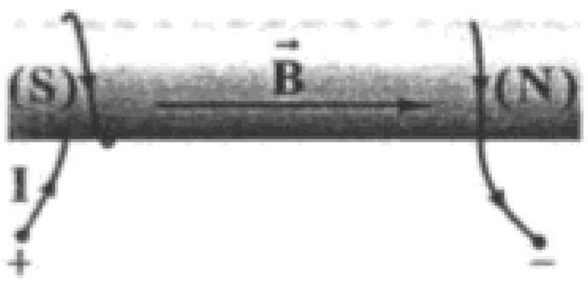
۸۴- در شکل زیر، سیم‌لوله‌ای به طول $20\,cm$ را با ۸ دور حلقه می‌بینید. اگر از این سیم‌لوله که به دور لوله‌ی پلاستیکی پیچیده شده جریان $5A$ بگذرد، اندازه‌ی میدان مغناطیسی یک‌نواخت در محور سیم‌لوله چند تسلا و نقطه‌ی P معادل کدام قطب مغناطیسی است؟ $\left(\mu_0 = 12\times10^{-7}\frac{T.m}{A}\right)$



۱) $2/4\times10^{-5}$، N
۲) $2/4\times10^{-5}$، S
۳) $2/4\times10^{-4}$، N
۴) $2/4\times10^{-4}$، S

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

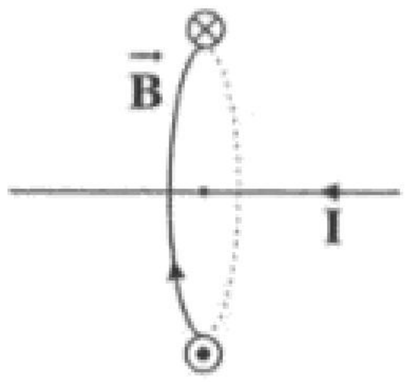
$$n = \frac{N}{l} = \frac{8}{0/2} = \frac{80}{2} = 40 \Rightarrow B = \mu_0 nI = 12\times10^{-7}\times40\times5 \Rightarrow B = 2/4\times10^{-4}\,T$$



شکل مقابل نشان می‌دهد که جهت جریان در سیم‌لوله به کدام سو است. به کمک قاعده‌ی دستور دست راست جهت میدان مغناطیسی را روی محور سیم لوله پیدا می‌کنیم. جهت میدان مغناطیسی درون سیم‌لوله مشابه جهت میدان مغناطیسی درون آهن‌ربا از S به N است.

۸۵- سیمی افقی در راستای شرق - غرب قرار دارد. اگر جهت جریان الکتریکی در سیم از شرق به غرب باشد، جهت میدان مغناطیسی حاصل از جریان در نقطه‌ای بالای سیم به کدام جهت است؟

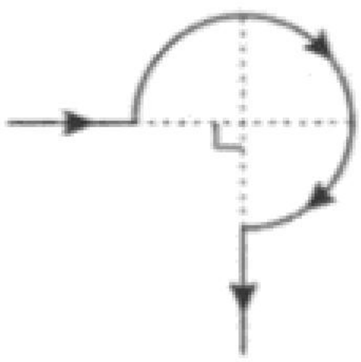
۱) شمال ۲) جنوب ۳) بالا ۴) پایین



گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. اگر شست دست راست را در جهت جریان الکتریکی قرار دهیم، جهت میدان مغناطیسی را پیچش چهار انگشت دست راست نشان می‌دهد. شکل روبه‌رو نشان می‌دهد که جهت میدان مغناطیس در نقطه‌ای بالای سیم به سوی شمال است.

۸۶- از قسمتی از حلقه‌ای به شعاع $10\,cm$ مطابق شکل جریان $40\,A$ می‌گذرد. میدان مغناطیسی در مرکز حلقه چند تسلا است؟ $\left(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\frac{T.m}{A},\ \pi = 3\right)$

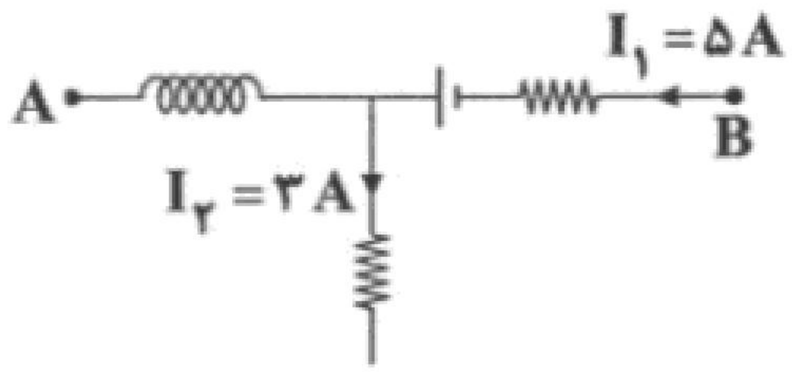
۱) 18×10^{-5} ۲) 9×10^{-5} ۳) 24×10^{-5} ۴) صفر



گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

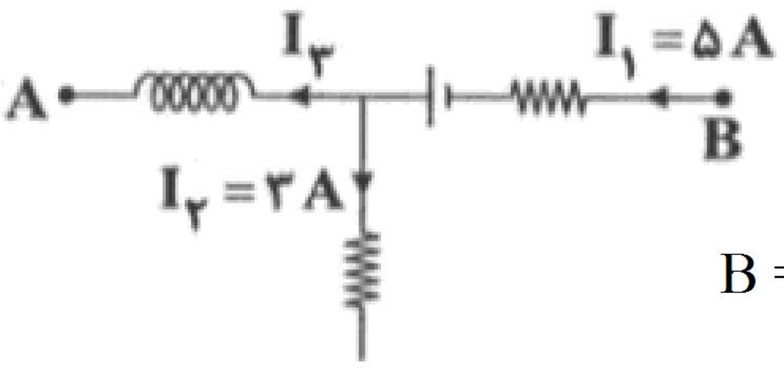
$$B = \mu_0\frac{NI}{2r} \xrightarrow{N=\frac{3}{4}} B = \frac{4\pi\times10^{-7}\times\frac{3}{4}\times40}{2\times10\times10^{-2}} = 18\times10^{-5}T$$

۸۷- در شکل زیر، که قسمتی از یک مدار الکتریکی است طول سیم‌لوله $40\,cm$ و تعداد حلقه‌های آن ۱۰۰ دور است، میدان مغناطیسی داخل سیم‌لوله فاقد هسته چند گاوس است؟ $\left(\mu_0 = 4\pi\times10^{-7}\frac{T.m}{A}\right)$



۱) $0/2\pi$ ۲) 2π ۳) $2\pi\times10^{-4}$ ۴) $0/002\pi$

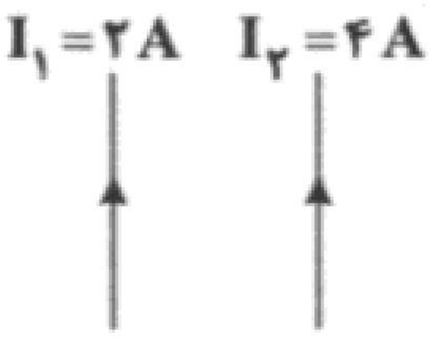
گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.



$$I_3 = I_1 - I_2 = 5 - 3 = 2A$$

$$B = 4\pi\times10^{-7}\frac{NI}{L} = \frac{4\pi\times10^{7}\times100\times2}{40\times10^{-2}} = 20\pi\times10^{-5}T = 2\pi G$$

۸۸- مطابق شکل دو سیم راست و موازی و طویل در فاصله‌ی ۱۰۰ سانتی‌متری هم قرار گرفته‌اند و $I_1 = 2A$ و $I_2 = 4A$ است، نیرویی که هریک از این دو سیم به ۱۰ سانتی‌متر از سیم دیگر وارد می‌کنند چند نیوتون و این نیرو چگونه است؟ $\left(\mu_0 = 4\pi\times10^{-7}\frac{T.m}{A}\right)$



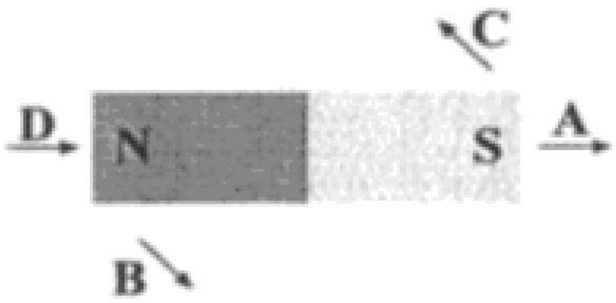
۱) $16\pi\times10^{-8}$، جاذبه ۲) 16×10^{-8}، دافعه ۳) 16×10^{-8}، جاذبه ۴) $16\pi\times10^{-8}$، دافعه

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

$$F = \frac{\mu_0}{2\pi}\frac{I_1 I_2 L}{d} = 2\times10^{-7}\times\frac{2\times4\times10\times10^{-2}}{100\times10^{-2}} = 16\times10^{-8}N$$

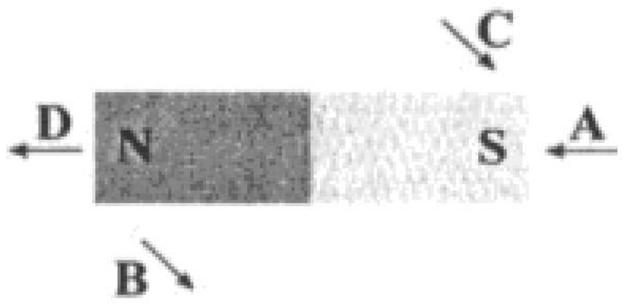
توجه کنید به دلیل هم‌جهت بودن جهت جریان‌ها نیروی بین دو سیم به شکل جاذبه است.

۸۹- چهار نقطه‌ی A ، B ، C و D روی یک صفحه قرار دارند و آهن‌ربای تیغه‌ای نیز روی همین صفحه است. در کدام نقطه میدان مغناطیسی حاصل از آهن‌ربا درست نشان داده شده است؟

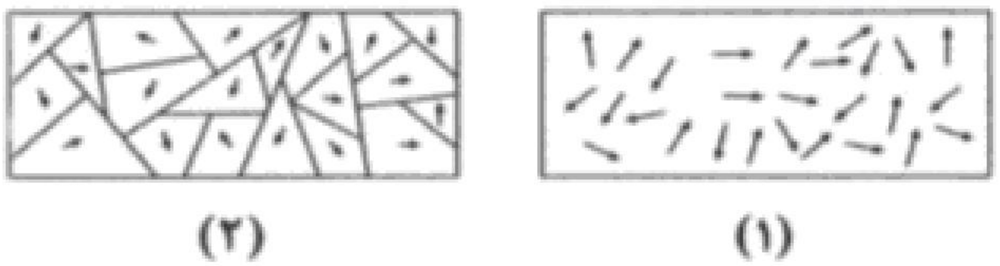


۱) A
۲) B
۳) C
۴) D

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. جهت میدان مغناطیسی بیرون آهن‌ربا از قطب N به قطب S است و میدان مغناطیسی فقط در نقطه‌ی B درست رسم شده است. در شکل روبه‌رو بقیه‌ی میدان‌ها را به درستی رسم کرده‌ایم.



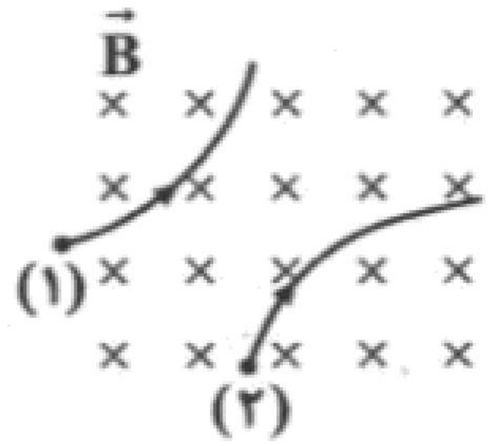
۹۰- به‌ترتیب از راست به چپ شکل‌های (۱) و (۲) چه نام دارند؟



۱) ماده فرومغناطیسی که آهن‌ربا نیست - ماده فرومغناطیسی که آهن‌ربا است.
۲) ماده فرومغناطیسی که آهن‌ربا نیست - ماده پارامغناطیس در غیاب میدان مغناطیسی
۳) ماده پارامغناطیس در غیاب میدان مغناطیسی - ماده پارامغناطیس درون میدان مغناطیسی
۴) ماده پارامغناطیس در غیاب میدان مغناطیسی - ماده فرومغناطیسی که آهن‌ربا نیست

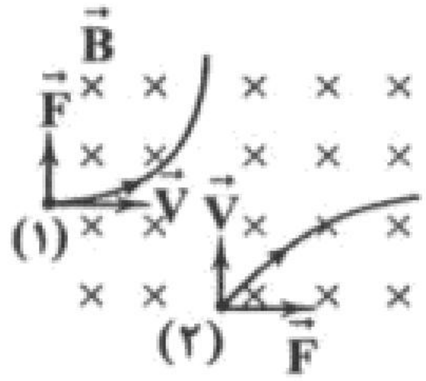
گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. شکل (۱) ماده پارامغناطیس در غیاب میدان مغناطیسی خارجی را نشان می‌دهد و حوزه‌های مغناطیسی در شکل (۲) نشان‌دهنده‌ی ماده‌ی فرومغناطیس در حالت طبیعی است که آهن‌ربا نیست.

۹۱- در شکل مقابل دو ذره‌ی (۱) و (۲) وارد میدان مغناطیسی یک‌نواخت $\vec{B}$ شده و منحرف می‌شوند. به‌ترتیب از راست به چپ، نوع بار الکتریکی ذره‌های (۱) و (۲) کدام است؟



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

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. شکل مقابل جهت $\vec{F}$ و $\vec{V}$ را برای هریک از ذره‌ها نشان می‌دهد. با توجه به قانون دست راست، بار الکتریکی ذره‌ی (۱) مثبت و بار الکتریکی ذره‌ی (۲) منفی است.

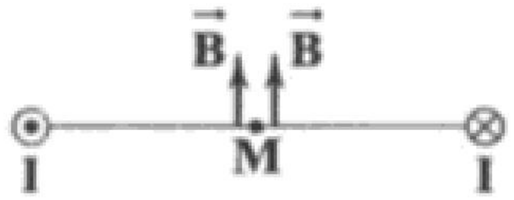


۹۲- از دو سیم نازک، بلند و مستقیم که عمود بر صفحه قرار دارند، جریان‌های مساوی ولی در خلاف جهت یک‌دیگر می‌گذرد. بزرگی میدان مغناطیسی ناشی از دو سیم در نقطه‌ی M (وسط فاصله‌ی بین دو سیم) برابر B_1 است. اگر جریان I_1 دو برابر شده و درون‌سو شود، بزرگی میدان مغناطیسی در نقطه‌ی M چند برابر B_1 می‌شود؟

۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) ۱

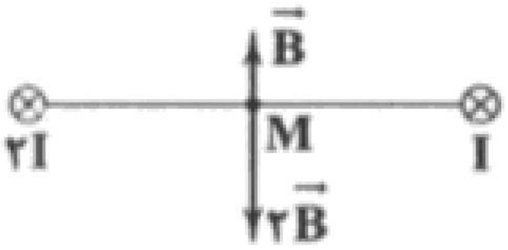
۳) ۲ ۴) $\frac{۳}{۲}$

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. در حالت اولیه، میدان هر دو سیم در نقطه‌ی M هم‌جهت و رو به بالا است:



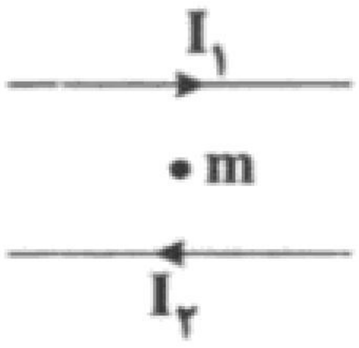
$$B_1 = B + B \Rightarrow B_1 = ۲B$$

حال اگر I_1 دو برابر و جهت آن برعکس شود، می‌توان نوشت:



$$B_۲ = ۲B - B = B \Rightarrow \frac{B_۲}{B_1} = \frac{B}{۲B} = \frac{۱}{۲}$$

۹۳- مطابق شکل زیر از دو سیم راست و بلند موازی که در یک صفحه قرار دارند، جریان‌های I_1، $I_۲ = ۲I_1$ می‌گذرد. اگر اندازه‌ی $I_۲$، ۳ برابر شود، میدان مغناطیسی برآیند در نقطه‌ی M (وسط فاصله‌ی بین دو سیم) چند برابر می‌شود؟



۱) $\frac{۳}{۷}$ ۲) $\frac{۵}{۳}$ ۳) $\frac{۷}{۳}$ ۴) $\frac{۳}{۵}$

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. میدان‌های حاصل از دو سیم در نقطه‌ی m هم‌جهت و درون‌سو هستند پس میدان اولیه که B است:

$$B = B_1 + B_۲ = ۲\times۱۰^{-۷}\frac{I_1}{r_1} + ۲\times۱۰^{-۷}\frac{I_۲}{r_۲} \xrightarrow{r_1 = r_۲ = r} B = ۲\times۱۰^{-۷}\frac{I_1}{r} + ۲\times۱۰^{-۷}\frac{۲I_1}{r}$$

$$= ۶\times۱۰^{-۷}\frac{I_1}{r}T$$

در حالت دوم میدان برآیند B' است:

$$B' = ۲\times۱۰^{-۷}\frac{I_1}{r_1} + ۲\times۱۰^{-۷}\frac{۳I_۲}{r_۲} \xrightarrow{r_1 = r_۲ = r} ۲\times۱۰^{-۷}\frac{I_1}{r} + ۲\times۱۰^{-۷}\frac{۶I_1}{r}$$

$$= ۱۴\times۱۰^{-۷}\frac{I_1}{r}T$$

$$\frac{B'}{B} = \frac{۱۴\times۱۰^{-۷}\frac{I_1}{r}}{۶\times۱۰^{-۷}\frac{I_1}{r}} = \frac{۷}{۳}$$

۹۴- دو سیم نازک مستقیم دراز حامل جریان‌های مساوی ۱۲ آمپر به موازات یک‌دیگر قرار دارند. ۴ آمپر از جریان یک سیم کم کرده و به جریان سیم دیگر اضافه می‌کنیم. فاصله‌ی بین دو سیم را چند برابر کنیم تا نیروی وارد بر هر سیم از طرف سیم دیگر تغییر نکند؟

۱) $\frac{۹}{۸}$ ۲) $\frac{۸}{۹}$ ۳) $\frac{۸۱}{۶۴}$ ۴) $\frac{۶۴}{۸۱}$

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. نیروی بین دو سیم موازی از رابطه‌ی روبه‌رو به دست می‌آید: $F = \frac{\mu_۰ I_۱ I_۲ L}{۲\pi d}$

مقدار نیرو را در دو حالت برابر قرار می‌دهیم:

$$F = F' \Rightarrow \frac{I_۱ I_۲}{d'} = \frac{I'_۱ I'_۲}{d'} \Rightarrow \frac{۱۲ \times ۱۲}{d} = \frac{۸ \times ۱۶}{d'} \Rightarrow \frac{d'}{d} = \frac{۸ \times ۱۶}{۱۲ \times ۱۲} = \frac{۲ \times ۴}{۳ \times ۳} = \frac{۸}{۹}$$

۹۵- مطابق شکل یک الکترون با سرعت اولیه‌ی V وارد یک میدان مغناطیسی یک‌نواخت شده است. اگر سرعت این الکترون هنگام خروج از میدان V' باشد، در این‌صورت $\frac{V}{V'}$ کدام است؟

۱) بزرگ‌تر از ۱ ۲) کم‌تر از ۱
۳) ۱ ۴) اطلاعات مسئله کافی نیست

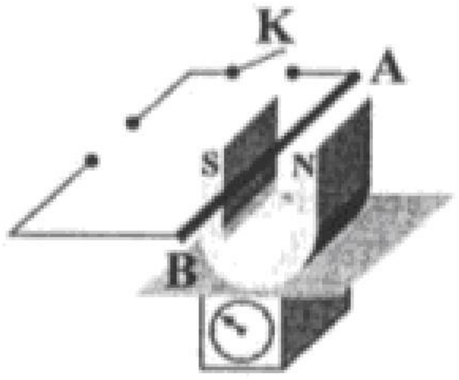
گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. نیروی مغناطیسی وارد بر بار عمود بر صفحه است پس مسیر حرکت بر نیروی وارد بر آن عمود است، بنابراین کار آن صفر است.

$$W = F.d\cos\theta \xrightarrow{\theta = ۹۰} W = ۰$$

طبق قضیه‌ی کار و انرژی داریم: $W = \Delta k$ پس $\Delta k = ۰$ و $k_۲ = k_۱$

پس $V = V'$

۹۶- در شکل زیر، سیم افقی AB در میدان مغناطیسی یک‌نواخت بین دو قطب آهن‌ربا ثابت نگه داشته شده است و قبل از بستن کلید K ترازو عدد ۸ نیوتون را نشان می‌دهد. وقتی کلید K بسته شود، از سیم جریان ۴۰ آمپر می‌گذرد و ترازو عدد ۴ نیوتون را نشان می‌دهد. اگر طول سیم AB برابر با ۱۰ سانتی‌متر باشد، اندازه‌ی میدان مغناطیسی برحسب تسلا و جهت جریان در سیم کدام است؟



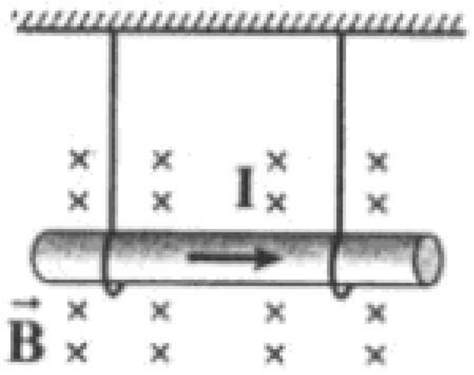
۱) ۱، از B به A ۲) ۰/۰۲، از A به B ۳) ۰/۰۲، از B به A ۴) ۱، از A به B

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. قبل از بسته شدن کلید K ترازو ۸ نیوتون را نشان می‌دهد و بعد از بسته شدن ۴ نیوتون. این تغییر نشان می‌دهد که سیم ۴ نیوتون به سمت بالا به آهن‌ربا نیرو وارد می‌کند. طبق قانون سوم نیوتون واکنش این نیرو باید ۴ نیوتون به سمت پایین باشد که آهن ربا به سیم وارد می‌کند.

$$F = BIl\sin ۹۰ \Rightarrow ۴ = B \times ۴۰ \times ۰/۱ \times ۱ \Rightarrow B = ۱\,T$$

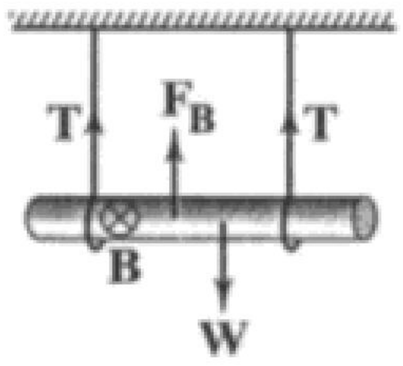
با توجه به این‌که خطوط میدان مغناطیسی از N به S است، با قاعده‌ی دست راست جریان الکتریکی از A به B است.

۹۷- یک میله به جرم ۱۰۰g و طول ۱۰۰cm، مطابق شکل از دو ریسمان سبک و همگن در یک میدان مغناطیسی یک‌نواخت درون‌سو با اندازه‌ی $B = ۰/۲T$ آویزان است و جریان ۲A از آن می‌گذرد. نیروی کشش هر ریسمان چند نیوتون است؟ $\left(g = ۱۰\frac{m}{s^۲}\right)$



۱) ۰/۶ ۲) ۰/۵ ۳) ۰/۳ ۴) ۰/۲

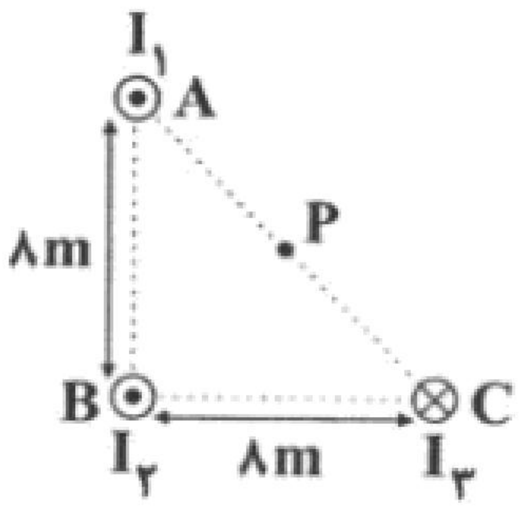
گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. طبق قاعده‌ی دست راست نیرویی که از طرف میدان مغناطیسی به میله وارد می‌شود به سمت بالا است و چون میله ساکن است، پس باید برآیند نیروهای وارد به میله صفر باشد:



$$\sum F = ۰ \Rightarrow ۲T + F_B = W$$

$$۲T + BIL = mg \Rightarrow ۲T + ۰/۲ \times ۲ \times ۱ = ۰/۱ \times ۱۰ \Rightarrow T = ۰/۳N$$

۹۸- ۳ سیم بلند به موازات هم مطابق شکل زیر در ۳ رأس مثلث قائم‌الزاویه‌ای قرار گرفته‌اند. شدت جریان عبوری از هر سیم ۲۰A است، برآیند میدان مغناطیسی در نقطه‌ی P چند تسلا است؟ (P وسط AB است و $\mu_۰ = ۴\pi \times ۱۰^{-۷}\frac{T.m}{A}$)



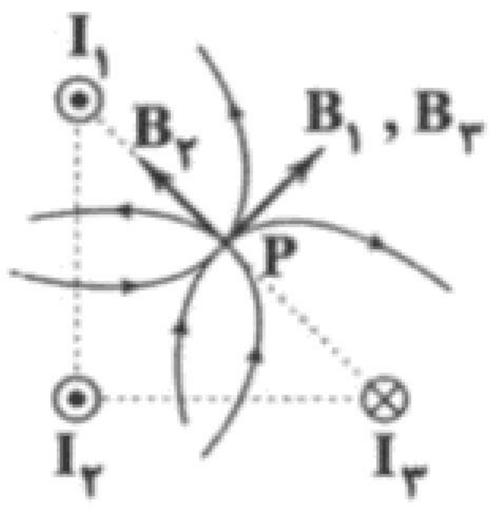
۱) $\sqrt{۵} \times ۱۰^{-۶}$ ۲) $\sqrt{۲/۵} \times ۱۰^{-۱۲}$

۳) $\sqrt{۵} \times ۱۰^{-۱۲}$ ۴) $\sqrt{۲/۵} \times ۱۰^{-۶}$

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

میانه وارد بر وتر

$$AC = ۸\sqrt{۲}m \Rightarrow BP = ۴\sqrt{۲}m = PC = PA$$

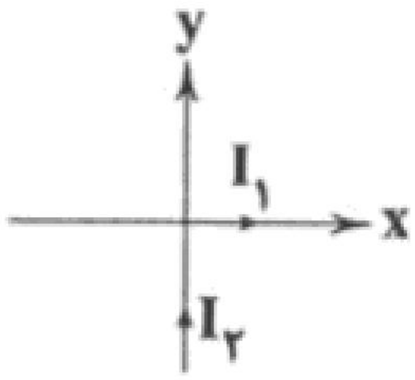


$$B_۱ = B_۲ = B_۳ = ۲ \times ۱۰^{-۷} \times \frac{I}{d} = ۲ \times ۱۰^{-۷} \times \frac{۲۰}{۴\sqrt{۲}} = \frac{۱۰^{-۶}}{\sqrt{۲}}T$$

$$\Rightarrow B_۱ , B_۳ = ۲ \times \frac{۱۰^{-۶}}{\sqrt{۲}} = \sqrt{۲} \times ۱۰^{-۶}T$$

$$B_T = \sqrt{B_۲^۲ + B_{۱,۳}^۲} = \sqrt{\frac{۱۰^{-۱۲}}{۲} + ۲ \times ۱۰^{-۱۲}} = \sqrt{\frac{۵ \times ۱۰^{-۱۲}}{۲}} = \sqrt{۲/۵} \times ۱۰^{-۶}T$$

۹۹- مطابق شکل، دو سیم مستقیم و بلند حامل جریان‌های $I_۱ = ۴A$ و $I_۲ = ۳A$ به‌ترتیب بر محورهای x و y منطبق‌اند. میدان مغناطیسی حاصل از دو سیم در نقاط واقع بر کدام خط صفر است؟



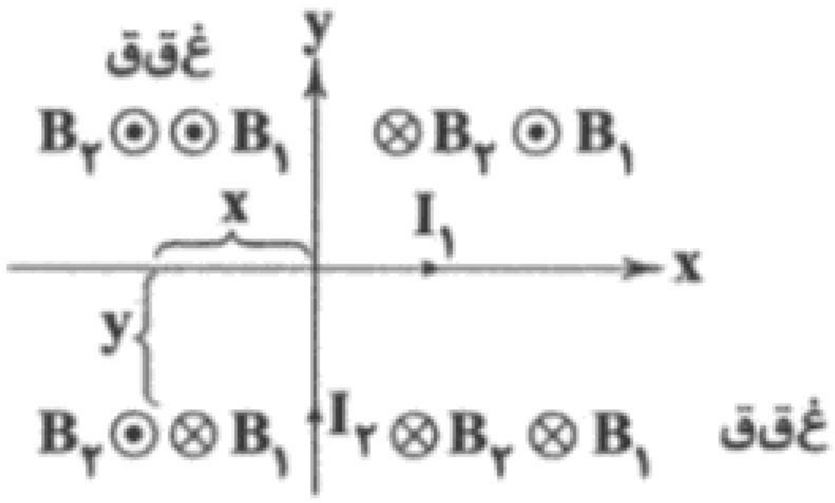
۱) $y = \frac{۴}{۳}x$

۲) $y = -\frac{۳}{۴}x$

۳) $y = -\frac{۴}{۳}x$

۴) $y = \frac{۳}{۴}x$

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.



$$B_۱ = B_۲ \Rightarrow \frac{\mu_۰}{۲\pi} \times \frac{I_۱}{d_۱} = \frac{\mu_۰ I_۲}{۲\pi d_۲}$$

$$\frac{۴}{y} = \frac{۳}{x} \Rightarrow y = \frac{۴}{۳}x$$

۱۰۰- با سیمی به طول ۲۵۰ سانتی‌متر، پیچه ی مسطحی به قطر ۱۰ سانتی‌متر ساخته‌ایم. اگر از آن جریانی به شدت ۴ آمپر عبور دهیم، اندازه‌ی میدان مغناطیسی در مرکز آن چند گاوس است؟ $\left(\mu_۰ = ۴\pi \times ۱۰^{-۷} \frac{T.m}{A}\right)$

۱) ۴×۱۰^{-۴}

۲) ۸

۳) ۸×۱۰^{-۴}

۴) ۴

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

$$N = \frac{l}{۲\pi R} = \frac{۲۵۰ \times ۱۰^{-۲}}{۲\pi \times ۵ \times ۱۰^{-۲}} = \frac{۲۵}{\pi}$$

$$B = \frac{\mu_۰}{۲} \frac{NI}{R} = \frac{۴\pi \times ۱۰^{-۷} \times \frac{۲۵}{\pi} \times ۴}{۲ \times ۵ \times ۱۰^{-۲}} = ۴ \times ۱۰^{-۴} T = ۴G$$