

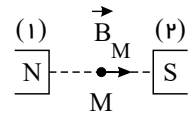
پاسخنامه تشریحی

- ۱ گزینه ۴ چون با حرکت میله A به سمت مرکز میله B ، نیروی جاذبه میان دو میله کاهش یافته است، قطعاً میله B آهنرباست (در دو سر آهنربا قدرت آهنربایی بیشتر از مرکز آن است). ولی با توجه به اینکه آهنربا، هم میله فلزی و هم قطب ناهم نام آهنربای دیگر را جذب می کند، در مورد میله A نمی توان نظر قطعی داد.

۲ گزینه ۴ نکات مورد توجه:

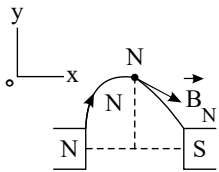
(۱) با توجه به جهت B در نقطه M می فهمیم که قطب N آهنربای (۱) در مقابل قطب S آهنربای (۲) قرار دارد:

$$\vec{B}_M = 0,4i$$



(۲) چون آهنربای (۲) قویتر است، با رسم یکی از خطوط میدان مغناطیسی که از نقطه N می گذرد می فهمیم که:

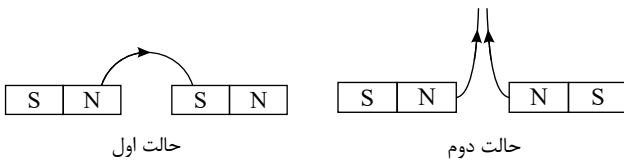
$$\begin{cases} B_x > 0 \\ B_y < 0 \end{cases} \text{ یعنی: در } \vec{B}_N = B_x \vec{i} + B_y \vec{j} \text{ بایستی:}$$



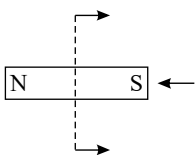
که گزینه های (۲) و (۴) این ویژگی را دارند.

(۳) اما نکته تأمل برانگیز این است که قطعاً بایستی: $|\vec{B}_M| > |\vec{B}_N|$ که این شرط فقط در گزینه (۴) یافت می شود.

۳ گزینه ۲

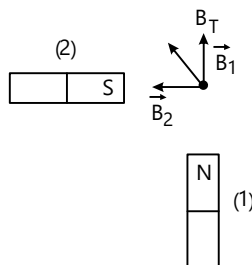


۴ گزینه ۳ سر M ، قطب N آهنربا را نشان می دهد و در جابه جایی بر روی مسیر دایره های شکل از A تا B ، عقربه 360° درجه می چرخد.



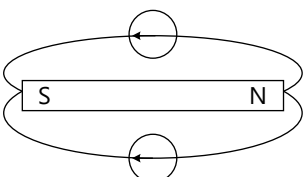
۵ گزینه ۱

جهت خط های میدان مغناطیسی بیرون آهنربا از N به S است.



۶ گزینه ۱

می دانیم که جهت خط های مغناطیسی در اطراف آهنربا، به گونه ای است که از قطب N آهنربا خارج می شود. از طرفی بردار میدان مغناطیسی در هر نقطه بر خط میدان در آن نقطه مماس است، بنابراین داریم:



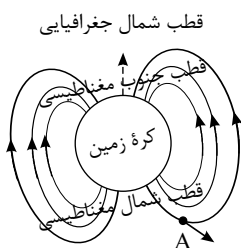
۷ گزینه ۲ خطوط میدان مغناطیسی زمین مثل خطوط میدان مغناطیسی یک آهنربای میله‌ای از قطب N به قطب S است. عقربه مغناطیسی، سوزن ته‌گرد یا هر آهنربای میله‌ای کوچک در هر نقطه از فضا در جهت خطوط میدان مغناطیسی خالص در آن نقطه جهت‌گیری می‌کند. چنان که قطب N آن سوی میدان را نشان می‌دهد. (نوک فلش عقربه قطب N است.) وقتی در نقطه‌ای از اطراف سطح زمین میدان مغناطیسی خاصی نباشد، میدان مغناطیسی خالص همان میدان مغناطیسی کره زمین است. (درستی الف و ب)
وقتی یک میخ آهنی نزدیک یک آهنربای میله‌ای قرار گیرد یا به آن نزدیک یا از آن دور شود؛ در سمت نزدیک‌تر به آهنربا قطب ناهمنام و در سمت دورتر قطب همنام القا می‌شود تا میخ جذب آهنربا شود. (نادرستی ج)
بنابراین دو مورد از سه مورد، صحیح و گزینه ۲ پاسخ درست است.

۸ گزینه ۳ موارد الف، ب و پ صحیح هستند، ولی مورد «ت» نادرست است. می‌دانیم که بردار میدان مغناطیسی در هر نقطه بر خط میدان در آن نقطه مماس است.

۹ گزینه ۱ موارد الف و ج نادرست و مورد ب درست است.

۱۰ گزینه ۴

زمین مانند یک آهنربای بسیار بزرگ میله‌ای رفتار می‌کند که در مرکز زمین قرار دارد، به‌طوری که قطب شمال آن در نزدیکی قطب جنوب جغرافیایی زمین است و جهت خطوط میدان مغناطیسی در فضای اطراف زمین، از قطب شمال مغناطیسی به سمت قطب جنوب مغناطیسی می‌باشد. همچنین، بردار میدان مغناطیسی در هر نقطه از فضا، برداری مماس بر خطوط میدان و هم‌جهت با آن‌ها است. بنابراین، بردار میدان مغناطیسی در نقطه A به‌صورت شکل گزینه ۴، خواهد بود.



۱۱ گزینه ۴ به هر ذره باردار، دو نیروی گرانشی و مغناطیسی وارد می‌شود، بنابراین داریم:

$$q_1: \begin{array}{c} \bullet \\ \downarrow \\ \text{F}_{1B} \end{array} \quad \downarrow \text{mg} \rightarrow (F_{net})_1 = m_1 a_1 \Rightarrow F_{1B} + m_1 g = m_1 a_1 \quad (1)$$

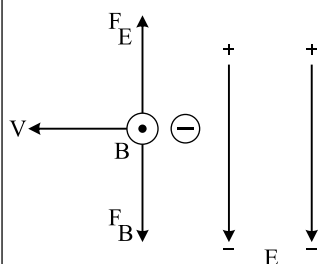
$$q_2: \begin{array}{c} \uparrow \text{F}_{2B} \\ \bullet \\ \downarrow \text{m}_2 g \end{array} \rightarrow (F_{net})_2 = m_2 a_2 \Rightarrow |F_{2B} - m_2 g| = m_2 a_2 \quad (2)$$

$$\begin{cases} F_{2B} = q_2 v_2 B \sin 90^\circ \\ F_{1B} = q_1 v_1 B \sin 90^\circ \end{cases} \xrightarrow[V_2 = 2V_1]{|q_2| = 2|q_1|} F_{2B} = 2F_{1B} \xrightarrow[m_2 = 2m_1]{(2)} |F_{2B} - m_2 g| = m_2 a_2 \rightarrow |2F_{1B} - 2m_1 g| = (2m_1) a_2 \rightarrow a_2 = |2F_{1B} - m_1 g| = m_1 a_1$$

$$\rightarrow a_2 = \left| \frac{2F_{1B}}{m_1} - g \right| \xrightarrow{(1)} F_{1B} + m_1 g = m_1 a_1 \rightarrow a_1 = \frac{F_{1B}}{m_1} + g \quad (4)$$

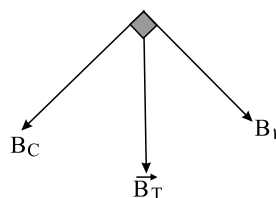
(a_1 با a_2 قابل قیاس نیست): (۴) و (۳)

۱۲ گزینه ۲ طبق قاعده دست راست نیروی مغناطیسی وارد بر الکترون به سمت پایین است بنابراین نیروی الکتریکی باید به سمت بالا باشد تا ذره بدون انحراف حرکت کند، صفحه بالایی مثبت است.

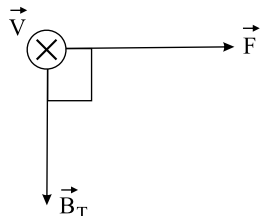


$$F_E = F_B \rightarrow \begin{cases} qE = qvB \sin \theta \\ E = \frac{\Delta V}{d} \end{cases} \rightarrow \frac{\Delta V}{5 \times 10^{-2}} = 150 \times 4 \times 1 \rightarrow \Delta V = 30 \text{ (ولت)}$$

۱۳ گزینه ۴ ابتدا میدان مغناطیسی برابند را در محل عبور بار الکتریکی یافته، سپس از آن، اندازه و جهت نیروی وارد بر ذره را بدست می‌آوریم:



$$|B_T| = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} = B_1 \sqrt{2} = \sqrt{16} = 4T$$



$$F = |q|VB_T \sin 90 = 10 \times 10^{-6} \times 2000 \times 4 = 8 \times 10^{-3} N$$

با استفاده از قاعده دست راست جهت این نیرو به دست راست است. (دقت کنید که بار الکتریکی، منفی است)

۱۴ گزینه ۴ عبور بدون انحراف الکترون‌ها به معنای برابری نیروی الکتریکی و مغناطیسی است.

$$F_B = F_E \Rightarrow evB = eE \Rightarrow \frac{E}{B} = v$$

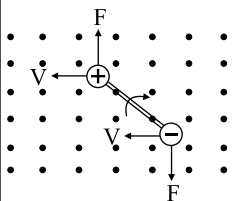
از طرفی از آن‌جا که الکترون‌ها تحت ولتاژ ۱۰۰۰۰ ولتی شتاب می‌گیرند، تغییر انرژی جنبشی آن‌ها به صورت زیر است:

$$|\Delta U| = \Delta K = eV = \frac{mv^2}{2}$$

و در نهایت داریم:

$$v = \sqrt{\frac{2eV}{m}} = \sqrt{2V\left(\frac{e}{m}\right)} \xrightarrow{v = \frac{E}{B}} \frac{E}{B} = \sqrt{2 \times 10000 \times 1.8 \times 10^{11}} = 6 \times 10^6 \frac{V}{m \cdot T} = 60 \frac{MV}{m \cdot T}$$

۱۵ گزینه ۴ با توجه به قاعده دست راست، زوج نیروی (نیروهای هم‌اندازه و غیرهمسو) به دوقطبی مطابق شکل وارد می‌شوند، پس نیروی خالص وارد بر آن صفر است ولی باعث می‌شوند تا دوقطبی بر اثر گشتاور به‌طور ساعتگرد بچرخد.

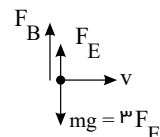


۱۶ گزینه ۴ اگر $\vec{v}$ بر $\vec{B}$ عمود بوده باشد (که در صورت تست بیان نشده است)، آنگاه:

$$\theta = 90^\circ \rightarrow \sin \theta = 1$$

گام اول: برای این که ذره باردار بدون انحراف به مسیر خود ادامه دهد بایستی نیروی وارد از طرف میدان مغناطیسی B در جهت $\vec{F}_E$ باشد (چون $mg > F_E$) به‌طوری که:

$$F_E + F_B = mg = 3F_E \rightarrow F_B = 2F_E$$



طبق رابطه $F_B = |q|vB \sin \theta$ ، چون مقدار F_B ثابت است (برابر $2F_E$) هرچه $\sin \theta$ بیشتر باشد، B کمتر است ($|q|$ و v ثابت هستند).

یعنی اگر: (دقت داریم که در این رابطه $\sin \theta \geq 0$)

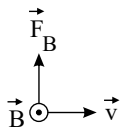
$$\theta = 90^\circ \rightarrow (\sin \theta)_{\max} = 1 \rightarrow B = B_{\min}$$

حال می‌توان نوشت:

$$F_B = 2F_E \rightarrow |q|vB_{\min} \times \sin 90^\circ = 2(|q|E) \rightarrow \begin{cases} 250 \times B_{\min} \times 1 = 2(1500) \rightarrow B_{\min} = \frac{3000}{250} 12T \\ \text{چون میدان یکنواخت است} \rightarrow E = \frac{\Delta v}{d} = \frac{60}{4 \times 10^{-2}} = 1500 \left(\frac{V}{m} \text{ یا } \frac{N}{C} \right) \end{cases}$$

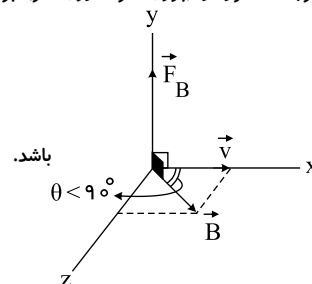
چون در مورد θ اطلاعاتی در متن تست داده است:

$$\rightarrow B \geq 12T$$



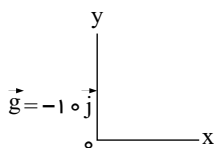
B حداقل $12T$ است. در مورد جهت $\vec{B}$ هم: اگر $\theta = 90^\circ$ باشد؛ میدان $\vec{B}$ برون سو خواهد بود:

اما چون مطلبی در مورد θ ، داده نشده است، جهت $\vec{B}$ به طور دقیق قابل تعیین نمی باشد. توجه: منظور از (برون سو، درون سو) بودن، عمود بر صفحه کاغذ (به طرف بیرون صفحه کاغذ، به طرف داخل صفحه کاغذ) می باشد. مثلاً در این تست می توانست پاسخ به صورت



۱۷ گزینه ۳ برای پاسخ به این تست گام به گام پیش می رویم:

گام اول: دستگاه مختصات xoy را مطابق شکل زیر در نظر می گیریم:



با توجه به جهت $\vec{g}$ مشخص است که محور y عمود بر سطح افقی کره زمین و محور x می بایستی موازی سطح افقی کره زمین باشد. ذره با تندی $400 m/s$ در خلاف جهت محور x (و بدیهی است موازی سطح زمین یعنی افقی) می بایستی در حال حرکت بوده باشد.

$$\vec{v} = -400\vec{i}$$

گام دوم: به محض ورود بار الکتریکی، شتاب جسم برابر می شود با:

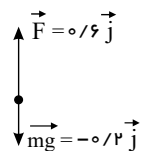
$$\begin{cases} \vec{g} = -10\vec{j} \rightarrow \vec{a} = -3(-10\vec{j}) = 30\vec{j} \\ \vec{a} = -3\vec{g} \end{cases}$$

یعنی شتاب جسم در امتداد $(+y)$ است. به عبارتی شتاب جسم در امتداد عمود بر سطح زمین (امتداد قائم) و رو به بالا می باشد. طبق قانون دوم نیوتون جهت نیروی خالص وارد بر جسم نیز می بایستی در جهت $+Y$ باشد:

$$\begin{cases} \vec{F}_{net} = m\vec{a} = (2 \times 10^{-2})(30\vec{j}) = 0.6\vec{j} \\ m = 20g = 20 \times 10^{-3} kg = 2 \times 10^{-2} kg \end{cases}$$

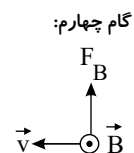
گام سوم: به جسم در حین ورود به میدان مغناطیسی دو نیروی $\vec{mg}$ و $\vec{F}_B$ وارد می شود. چون $\vec{F}_{net}$ در جهت $(+y)$ و $\vec{mg}$ در جهت $(-y)$ است بدیهی است $\vec{F}_B$ بایستی در جهت $(+y)$ و بزرگ تر mg باشد تا نیروی خالص (برآیند) وارد بر ذره باردار در جهت $(+y)$ بوده باشد:

$$(mg = (2 \times 10^{-2})(10) = 0.2N)$$



$$\vec{F}_{net} = F_B + \vec{mg} \rightarrow \vec{F}_B = \vec{F}_{net} - \vec{mg} = 0.6\vec{j} - (-0.2\vec{j}) = 0.8\vec{j}$$

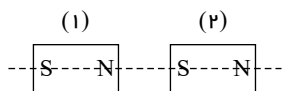
$$F_B = |q|vB \sin \theta \rightarrow 0.8 = (400 \times 10^{-6})(400)(B)(\sin 90) = 0.8 \rightarrow B = \frac{8 \times 10^{-1}}{16 \times 10^{-2}} = 5T \rightarrow \boxed{B = 5T}$$



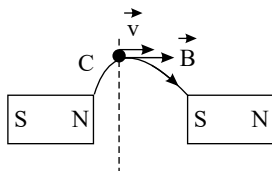
گام چهارم:

۱۸ گزینه ۲ نکات مورد توجه:

(۱) قطب‌های آهنربا طبق آنچه در شکل رسم شده به این شکل است:

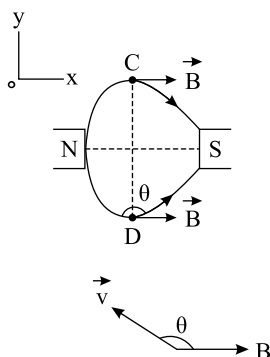


(۲) اگر دو آهنربا از نظر قدرت ایجاد میدان مغناطیسی هم (مانند ابعاد هندسی آن) مشابه بودند، می‌بایستی وقتی بار $q < 0$ با تندی $\vec{v} = 2\vec{i}$ (که در جهت محور X است) از آن نقطه عبور می‌کرد و نیروی وارد بر آن صفر بود (یعنی میدان $\vec{B}$ و سرعت $\vec{v}$ موازی هستند)، آن نقطه (نقطه C) روی محور Y (روی عمودمنصف خط اتصال قطب‌های آهنربا) قرار می‌گرفت. اما این اتفاق در C رخ داده است. این یعنی این که آهنربای (۲) حتماً قوی‌تر بوده است و خطوط میدان مغناطیسی بین آنها مشابه خطوط زیر است:

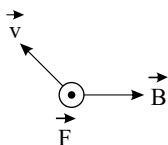


(۳) با مقایسهٔ مختصات نقاط C و D کاملاً مشخص است که D قرینهٔ نقطهٔ C است نسبت به محور X . از طرفی دو آهنربا ابعاد هندسی مشابهی دارند و در نتیجه با توجه به نحوهٔ قرارگیری این دو آهنربا، طبق شکل داده شده، می‌بایستی جهت بزرگی میدان در D مشابه C یعنی در جهت محور X باشد.

از طرفی بردار $\vec{v}$ مطابق شکل مقابل بوده و با بردار $\vec{B}$ در نقطهٔ D زاویهٔ θ می‌سازد.



(۴) طبق قانون دست راست و اینکه $q' < 0$ است داریم:

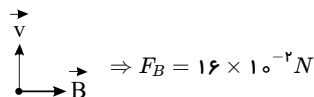


۱۹ گزینه ۳ گام اول: در میدان الکتریکی نیروی الکتریکی وارد بر بار q از رابطهٔ $\vec{F} = q\vec{E}$ به دست می‌آید. بنابراین:

$$\vec{F}_E = q\vec{E} = (-4 \times 10^{-6})(10^8 \vec{i}) \Rightarrow \vec{F}_E = -0.4\vec{i}$$

گام دوم: در میدان مغناطیسی نیروی وارد بر بار از رابطهٔ $(\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B})$ به دست می‌آید. $\vec{v} \times \vec{B}$ ضرب برداری (خارجی) $\vec{B}$ و $\vec{v}$ است که در دبیرستان (حداقل فعلاً) نخوانده‌اید. پس اندازهٔ آن را از رابطهٔ $F_B = |q|vB \sin \theta$ محاسبه نموده و جهت آن را همه از قانون دست راست؛ تعیین می‌کنیم:

$$F_B = |q|vB \sin \theta = (4 \times 10^{-6})(2 \times 10^8)(0.2) \sin 90^\circ$$



$$\Rightarrow F_B = 16 \times 10^{-2} N$$

جهت $\vec{F}_B$ طبق قاعدهٔ دست راست برون‌سو است:

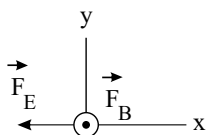
$$\vec{F}_B \odot$$

گام سوم: پس تا این‌جا دیدیم که:

$$\vec{F}_E = -0.4\vec{i}$$

(یعنی $F_E = 0.4 \frac{N}{C}$ و در خلاف جهت محور x است).

و در مورد میدان مغناطیسی: $F_B = 0,16N$ و برون سو است. مشخص است که زاویه $\vec{F}_B$ و $\vec{F}_E$ برابر 90° است. بنابراین چون از نیروی وزن صرف نظر شده:



$$\vec{F}_{net} = \vec{F}_E + \vec{F}_B \xrightarrow{\theta=90^\circ} |\vec{F}_{net}| = \sqrt{F_E^2 + F_B^2} = \sqrt{(0,4)^2 + (0,16)^2} = 0,4 \times 0,4$$

$$\xrightarrow{0,16=0,4 \times 0,4} \sqrt{(0,4)^2 + (0,4 \times 0,4)^2} = \sqrt{(0,4)^2 (1 + 0,4^2)} = 0,4 \sqrt{1,16} \Rightarrow F_{net} = 0,4 \sqrt{1,16} N \rightarrow F_{net} = \frac{4}{10} \sqrt{\frac{116}{100}} = \frac{4}{100} \sqrt{4 \times 29}$$

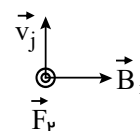
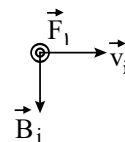
$$= \frac{8}{100} \sqrt{29} = \frac{2\sqrt{29}}{25}$$

$$F_1 = |q|v_i B_j = 1,6 \times 10^{-19} \times 5 \times 10^4 \times 0,4 = 3,2 \times 10^{-15} N$$

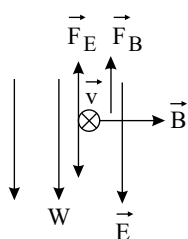
$$F_v = |q|v_j B_i = 1,6 \times 10^{-19} \times 10 \times 10^4 \times 0,3 = 4,8 \times 10^{-15} N$$

$$F_T = F_1 + F_v = 8 \times 10^{-15} N$$

۲۰. گزینه ۲



۲۱. گزینه ۲ - بر بار منفی در خلاف جهت خط‌های میدان الکتریکی نیرو وارد می‌شود. ($\vec{F}_E$)



- شرط اینکه ذره از مسیر خود منحرف نشود این است که نیروهای وارد بر آن متوازن باشد. ($F_E + F_B = W$)

- طبق قاعده دست راست برای بار منفی، جهت میدان مغناطیسی به طرف شرق خواهد بود.

$$F_E + F_B = W$$

$$E|q| = |q|VB = mg \Rightarrow (100 \times 10 \times 10^{-6}) + (10 \times 10^{-6} \times 50 \times B) = 1 \times 10^{-3} \times 10 \Rightarrow 1 \times 10^{-3} + 5 \times 10^{-4} B = 10^{-2}$$

$$\Rightarrow 10 + 5B = 100 \Rightarrow B = 18 T$$

۲۲. گزینه ۳ گام اول: در اینجا سه نیرو از طرف میدان‌های الکتریکی، مغناطیسی و الکتریکی به گونه‌ای به ذره وارد می‌شوند که یکدیگر را خنثی کنند. سپس در ابتدا میدان الکتریکی را به صورت زیر تعیین می‌کنیم:

$$\Rightarrow \begin{cases} F_E = mg + F_B = (10 \times 10^{-3} \times 10) + 2,4 = 2,5 N \\ F_B = |q|VB \sin 90^\circ = (1 \times 10^{-3})(1500)(0,2)(1) \Rightarrow F_B = 2,4 (N) \end{cases}$$

گام دوم: برای این که ذره منحرف نشود می‌بایستی نیرویی از طرف میدان الکتریکی به این ذره وارد شود.

$$F_E = F_B + mg = 2,5 N \Rightarrow |q|E = 2,5 \Rightarrow E = \frac{2,5}{1 \times 10^{-3}} = 2500 N/C, \uparrow, q < 0 \Rightarrow \downarrow_E$$

گام سوم: به بار $q = 4mC$ از طرف این میدان الکتریکی پایین سو، نیروی الکتریکی F وارد می‌شود که:

$$F = qE = (4 \times 10^{-3})(2500) \Rightarrow F = 10 N \Rightarrow E \downarrow, q > 0 \Rightarrow F_E \downarrow$$

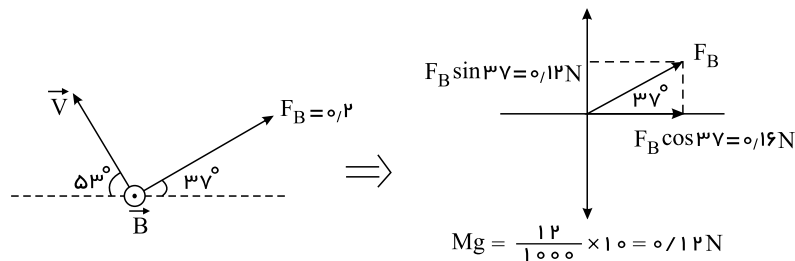
۲۳. گزینه ۱ گام اول: ابتدا با توجه به علامت بار ($q > 0$)، جهت $\vec{V}$ و $\vec{B}$ و این که $\vec{F}_B$ عمود بر $\vec{V}$ و $\vec{B}$ است، جهت و بزرگی $\vec{F}_B$ را مشخص می‌کنیم:

$$F_B = |q|VB \sin 90^\circ = (2 \times 10^{-3})(500)(0,2)(1) = 0,2$$

و جهت آن طبق قاعده دست راست مشخص می‌شود:

[چهار انگشت در جهت $\vec{V}$ و کف دست در جهت $\vec{B}$ و انگشت شست جهت $\vec{F}_B$ باشد.]

گام دوم:



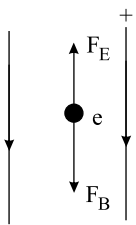
حال برای تعیین شتاب، ابتدا باید نیروی خالص وارد بر جسم را یافته و به جرم آن تقسیم کنیم:

$$\begin{cases} y : (\vec{F}_{net})_y = \vec{0} \\ x : (\vec{F}_{net})_x = 0.16 N \hat{i} = m\vec{a} = 0.012 \vec{a} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \vec{a} = \frac{0.16}{0.012} = \frac{160}{12} = \frac{40}{3} \vec{i}$$

۲۴ گزینه ۳ مطابق قاعده دست راست و با توجه به منفی بودن بار الکترون نیروی مغناطیسی وارد بر الکترون به سمت پایین است. لذا نیروی الکتریکی برای در تعادل نگه داشتن الکترون باید به سمت بالا باشد.

پس میدان الکتریکی باید به سمت پایین باشد. برای به دست آوردن مقدار میدان الکتریکی مقادیر دو نیروی الکتریکی و مغناطیسی را برابر قرار می‌دهیم:



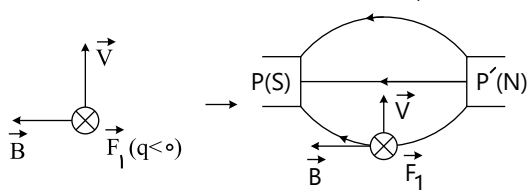
$$F_B = F_E \rightarrow qVB \sin 90 = E q$$

$$1000 \times 0.5 = E \rightarrow E = 500 \frac{N}{C}$$

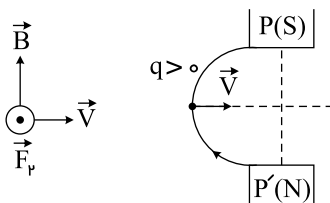
۲۵ گزینه ۱ چون نیروی مغناطیسی عمود بر امتداد حرکت است، کار انجام شده توسط نیروی مغناطیسی روی هر دو بار صفر است.

$$(W_{F_B} = 0)$$

۲۶ گزینه ۱ گام اول: ابتدا باتوجه به جهت $\vec{F}_1$ و $\vec{V}$ جهت خطوط میدان مغناطیسی و در نتیجه نوع قطب‌های P و P' را مشخص می‌کنیم.



گام دوم: در شکل (ب):



۲۷ گزینه ۳ برای اینکه ذره از مسیر خود منحرف نشود، باید برآیندهای نیروهای وارد بر آن صفر شود. یعنی باید نیرویی که از طرف میدان مغناطیسی و میدان الکتریکی بر ذره وارد می‌شود، هم‌اندازه و در خلاف جهت یکدیگر باشند تا برآیند آن‌ها صفر باشد.

ابتدا با توجه به اینکه جهت میدان مغناطیسی و جهت سرعت ذره داده شده است، به کمک قانون دست راست می‌توانیم جهت نیروی مغناطیسی را به دست بیاوریم:

$$\vec{v} \otimes \Rightarrow \downarrow F_B \Rightarrow \text{جهت } F_B \text{ به سمت پایین است}$$

بنابراین نیروی الکتریکی باید به سمت بالا باشد تا F_B را خنثی کند و چون نیروی الکتریکی وارد بر بار مثبت هم‌جهت با خطوط میدان الکتریکی است، نتیجه می‌گیریم که میدان الکتریکی نیز باید به سمت بالا باشد.

حال با برابر قرار دادن نیروی مغناطیسی و نیروی الکتریکی، اندازه میدان الکتریکی را به دست می‌آوریم:

$$F_B = F_E \rightarrow |q|vB \sin \alpha = E|q| \rightarrow vB \sin \alpha = E \rightarrow 2 \times 10^4 \times 100 \times 10^{-4} \times 1 = E \rightarrow E = 200 \frac{N}{C}$$

۲۸ گزینه ۲ دو نیرو بر ذره وارد می‌شود:

نیروی مغناطیسی:

$$F_B = |q|vB \sin \theta \xrightarrow{\theta=90^\circ} F_B = 2 \times 10^4 \times 5 \times 10^4 \times 0.5 = 500000 N = 500 mN$$

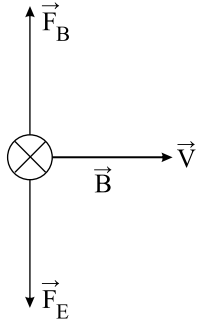
و نیروی الکتریکی:

$$F_E = E|q| = 1 \times 10^4 \times 2 \times 10^{-4} = 0.2 N = 200 mN$$

با توجه به این که، دو نیرو خلاف جهت هم هستند، لذا اندازه نیروی خالص، حاصل تفاضل اندازه این دو نیرو است.

$$F_B - F_E = 500 - 200 = 300 N$$

و گزینه ۲، پاسخ درست است.



۲۹ گزینه ۳ لازم است برای عبور بدون انحراف ذره از فضای شامل دو میدان الکتریکی و مغناطیسی، نیروهای مغناطیسی و الکتریکی وارد بر ذره یکدیگر را خنثی کنند. بنابراین باید این نیروها

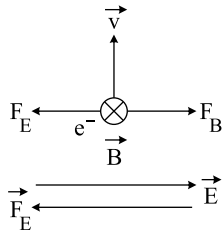
هم‌اندازه باشند. در این صورت رابطه‌ای به صورت زیر بین بزرگی میدان‌ها و بزرگی سرعت ذره برقرار است. (در این جا بردار سرعت عمود بر میدان مغناطیسی است)

$$F_B = F_E \rightarrow qvB = E \cdot q \rightarrow \boxed{E = v \cdot B}$$

همان‌طور که می‌بینیم، این رابطه به نوع و اندازه ذره باردار متحرک بستگی ندارد، از این رو چه ذره منفی و چه مثبت باشد، جهت میدان الکتریکی یکسان است. حال

اگر بار را منفی فرض کنیم، با توجه به قاعده دست راست (که در نهایت قرینه‌اش می‌کنیم) جهت نیروی مغناطیسی وارد بر ذره به صورت زیر است. (دقت کنید که

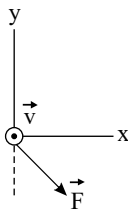
چون ذره را منفی در نظر گرفتیم، جهت نیروی الکتریکی وارد بر ذره و جهت میدان الکتریکی قرینه‌اند)



۳۰ گزینه ۲ برای پاسخ به این تست به این نکات توجه داشته باشیم:

(۱) $\vec{F}$ بر $\vec{v}$ و $\vec{B}$ عمود است.

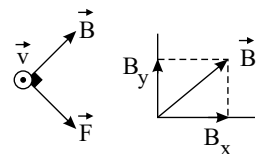
(۲) بردار $\vec{F}$ دارای $F_x > 0$ و $F_y < 0$ است یعنی:



چون $q < 0$ است و $\vec{B}$ باید بر $\vec{F}$ عمود باشد (و چون $\vec{B}$ در صفحه کاغذ است ناگزیر بر $\vec{v}$ هم عمود خواهد شد. (چرا؟)) طبق قاعده دست چپ (چهار انگشت دست چپ در جهت $\vec{v}$ ، انگشت

شست دست چپ در جهت $\vec{F}$ و کف دست در جهت $\vec{B}$ باشد)، در می‌یابیم که:

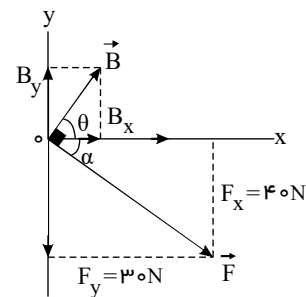
$$\vec{B} = B_x \vec{i} + B_y \vec{j}, \begin{cases} B_x > 0 \\ B_y < 0 \end{cases}$$



(۳) اکنون به بررسی بزرگی مقادیر B_x و B_y در مقایسه باهم می‌پردازیم:

$$\theta + \alpha = 90^\circ \rightarrow \theta = 90^\circ - \alpha \rightarrow \tan \theta = \tan(90^\circ - \theta) = \cot \alpha \rightarrow \begin{cases} \tan \theta = \cot \alpha = \frac{F_x}{F_y} = \frac{F_o}{F_o} = \frac{F}{F} \\ \tan \theta = \frac{B_y}{B_x} \end{cases}$$

$$\rightarrow \frac{B_y}{B_x} = \frac{F}{F} \rightarrow B_y = \frac{F}{F} B_x \xrightarrow{B_x > 0, B_y > 0} B_y = +\frac{F}{F} B_x \rightarrow \vec{B} = B_x \vec{i} + \frac{F}{F} B_x \vec{j}$$



روش دوم: چون بردارهای $\vec{B}$ و $\vec{F}$ برهم عمودند، باید:

$$\vec{F} \perp \vec{B} \rightarrow F_x B_x + F_y B_y = 0 \xrightarrow{\text{گزینه ۲}} 4 B_x - 3 \times \frac{F}{F} B_x = 0 \quad \checkmark$$

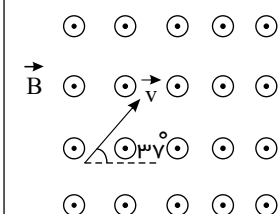
روش سوم: چون بردارهای $\vec{B}$ و $\vec{F}$ برهم عمودند، در اینجا باید:

$$\vec{F} \perp \vec{B} = 0 \rightarrow \frac{B_y}{B_x} = -\frac{F_y}{F_x} \xrightarrow{\text{گزینه ۲}} \frac{B_y}{B_x} = -\left(-\frac{4}{3}\right) = \frac{4}{3}$$

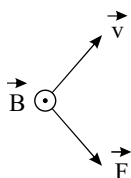
۳۱ گزینه ۳ اندازه نیروی مغناطیسی وارد بر ذره باردار متحرک از رابطه $F = |q|vB \sin \theta$ به دست می آید که در آن زاویه بین بردارهای سرعت و میدان مغناطیسی است. دقت کنید در شکل صورت سؤال، بردار سرعت و بردار میدان مغناطیسی بر یکدیگر عمود می باشند و اندازه نیروی مغناطیسی وارد بر ذره در این حالت، بیشینه مقدار است.

$$F = |q|vB \sin \theta \xrightarrow{|q| = 5 \mu C = 5 \times 10^{-6} C, \theta = 90^\circ} \rightarrow \xrightarrow{v = 2 \times 10^8 \frac{m}{s}, B = 100 G = 100 \times 10^{-4} T}$$

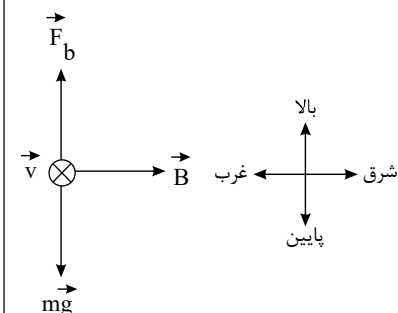
$$F = 5 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^8 \times 100 \times 10^{-4} \times \sin 90^\circ = 10^{-3} N$$



جهت نیروی مغناطیسی وارد بر ذره باردار مثبت، طبق قاعده دست راست به صورت زیر به دست می آید:



۳۲ گزینه ۱ برای اینکه ذره تعادل خود را در راستای قائم حفظ کند، باید نیرویی هم اندازه با نیروی وزن و در خلاف جهت آن به ذره وارد شود. از آنجا که نیروی وزن به صورت قائم و روبه پایین است، نیروی مغناطیسی باید به صورت قائم و رو به بالا باشد. با توجه به منفی بودن بار ذره و قاعده دست راست و در نظر گرفتن این نکته که کوچک ترین میدان مغناطیسی مورد نظر سؤال است، داریم:



$$F_b = mg \Rightarrow |q|vB \sin \theta = mg \Rightarrow 10 \times 10^{-6} \times 10^3 \times B \times 1 = 10^{-6} \times 10 \Rightarrow B = 10^{-3} T = 10 G$$

لذا میدان باید از سمت چپ به راست، یعنی از غرب به شرق باشد.

با مساوی قرار دادن اندازه نیروی مغناطیسی و وزن ذره خواهیم داشت:

۳۳ گزینه ۴ ابتدا بزرگی میدان الکتریکی بین صفحات خازن را به دست می آوریم:

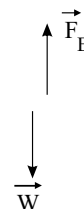
$$V = Ed \xrightarrow{V = 12 V} E = \frac{V}{d} = \frac{12}{2 \times 10^{-2} m} = 600 \frac{N}{C}$$

چون $q < 0$ است، نیروی میدان الکتریکی وارد بر بار به سمت بالا است. با مشخص کردن نیروهای وارد بر بار را تعیین می کنیم.

فیزیک یازدهم فصل سه

$$F_E = E|q| \xrightarrow{E=6000 \frac{N}{C}} F_E = 2,4 \times 10^{-2} N$$

$$W = mg \xrightarrow[m=2g=2 \times 10^{-2} kg]{|q|=4 \times 10^{-6} C} W = 2 \times 10^{-2} \times 10 \Rightarrow W = 2 \times 10^{-2} N$$

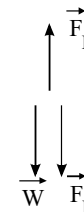


چون می‌خواهیم بردار سرعت ثابت باشد، بنابراین باید براینده نیروهای وارد بر آن برابر با صفر شود. پس جهت نیروی مغناطیسی وارد بر بار باید به سمت پایین باشد. بنابراین داریم:

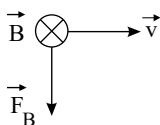
$$F_E = F_B + W \Rightarrow 2,4 \times 10^{-2} = F_B + 2 \times 10^{-2} \Rightarrow F_B = 4 \times 10^{-2} N$$

$$\xrightarrow[F_B=|q|vB \sin \theta, v=10 \frac{km}{s}=10^4 \frac{m}{s}]{\theta=90^\circ, |q|=4 \times 10^{-6} C} 4 \times 10^{-2} = 4 \times 10^{-6} \times 10^4 \times B$$

$$\Rightarrow B = 0,1 T$$



با استفاده از قاعده دست راست برای بار منفی و مشخص بودن جهت سرعت و نیروی مغناطیسی وارد بر بار، جهت میدان مغناطیسی را به دست می‌آوریم:



۳۴ گزینه ۱ مؤلفه‌های هم‌راستای $\vec{B}$ و $\vec{V}$ باعث ایجاد نیروی مغناطیسی نمی‌شوند.

$$F = |q|V_y B_x = 10 \times 10^{-6} \times 600 \times 0,2 = 1,2 \times 10^{-3} N$$

۳۵ گزینه ۳ مؤلفه‌های هم‌راستای $\vec{B}$ و $\vec{V}$ باعث ایجاد نیروی مغناطیسی نمی‌شوند.

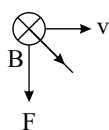
$$F = |q|V_x B_y = 2 \times 10^{-6} \times 3 \times 10^6 \times 6 \times 10^{-2} = 3,6 \times 10^{-2} N$$

۳۶ گزینه ۳

$$\frac{F_\alpha}{F_e} = \frac{|q_\alpha| \times V_\alpha \times B \times \sin 30^\circ}{|q_e| \times V_e \times B \times \sin 60^\circ} \xrightarrow{V_\alpha=V_e} \frac{F_\alpha}{F_e} = \frac{2 \times \frac{1}{2}}{1 \times \frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{2\sqrt{3}}{3}$$

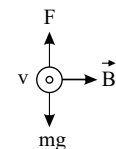
۳۷ گزینه ۱

وقتی تنها نیروی وارد بر ذره باردار، نیروی مغناطیسی باشد، تندی ذره تغییر نمی‌کند.
از قاعده دست راست برای ذره باردار منفی استفاده می‌کنیم.



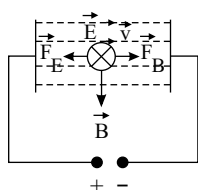
۳۸ گزینه ۴ شرط اینکه ذره بدون انحراف عبور کند، این است که نیروهای وزن و مغناطیسی متوازن شوند.

$$F = mg \Rightarrow |q|VB = mg \Rightarrow 1 \times 10^{-6} \times 10^5 \times B = 1 \times 10^{-2} \times 10 \Rightarrow B = 10^{-1} T = 0,1 G$$



۳۹ گزینه ۴

به بار الکتریکی منفی در میدان الکتریکی،
در خلاف جهت خط‌های میدان،
نیروی الکتریکی وارد می‌شود.



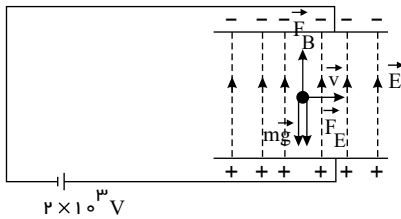
بنابراین جهت نیروی الکتریکی به سمت چپ خواهد بود. لذا برای این‌که ذره بدون انحراف به مسیر خود ادامه دهد، باید نیروی مغناطیسی هم‌اندازه با نیروی الکتریکی به سمت راست به آن وارد

فیزیک یازدهم فصل سه

شود. از طرفی چون کمترین اندازه میدان مغناطیسی خواسته شده است، باید بردار میدان مغناطیسی بر بردار سرعت الکترون عمود باشد که در این حالت طبق قاعده دست راست، جهت میدان مغناطیسی به طرف پایین خواهد بود. داریم:

$$F_E = F_B \Rightarrow |q|E = |q|vB \sin \theta \xrightarrow{\theta=90^\circ} E = vB \Rightarrow 500 = 4 \times 10^3 \times B \Rightarrow B = 0.125 T$$

۴۰ گزینه ۴



با توجه به جهت میدان الکتریکی و بار منفی ذره،

نیروی الکتریکی وارد بر ذره به سمت پایین و هم جهت با نیروی وزن وارد بر ذره خواهد بود.

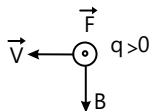
بنابراین برای این که ذره بدون انحراف به مسیر افقی خود ادامه دهد، باید نیروی مغناطیسی به سمت بالا بر ذره وارد شود و با توجه به این که کمینه بزرگی میدان مغناطیسی مورد سؤال است. طبق قاعده دست راست، جهت میدان مغناطیسی وارد بر این بار منفی باید برون سو باشد. برای محاسبه اندازه میدان مغناطیسی داریم:

$$F_B = W + F_E \Rightarrow |q|vB \sin \theta = mg + |q|E \xrightarrow[\theta=90^\circ \rightarrow \sin \theta=1]{E=\frac{|\Delta V|}{d}} |q|vB = mg + |q|\frac{|\Delta V|}{d}$$

$$\Rightarrow 10^{-9} \times 10^6 \times B = 5 \times 10^{-6} \times 10 + 10^{-9} \times \frac{2 \times 10^3}{4 \times 10^{-2}} \Rightarrow B = 0.1 T = 10^3 G$$

۴۱ گزینه ۲ میدان ایجاد شده در محل بار نشان داده شده در شکل سؤال به طرف پایین است. (↓)

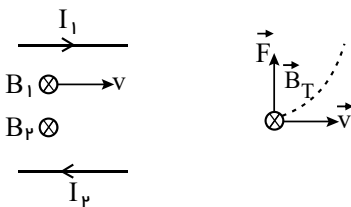
در شکل گزینه (۲): اگر از قاعده دست راست استفاده کنیم، جهت $\vec{F}$ برون سو خواهد شد.



۴۲ گزینه ۱

$$\left. \begin{aligned} F &= |q|VB \\ k &= \frac{1}{2}mv^2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow k = \frac{1}{2}m\left(\frac{F}{qB}\right)^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{-6} \left(\frac{1.6 \times 10^{-5}}{3.2 \times 10^{-6} \times 50 \times 10^{-3}}\right)^2 = 10^{-2} J = 10 mJ$$

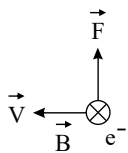
۴۳ گزینه ۳



۴۴ گزینه ۴

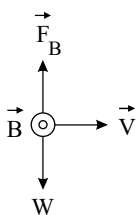
میدان مغناطیسی زمین رو به شمال است.

طبق قاعده دست راست برای بار منفی، جهت پرتاب رو به غرب است.



۴۵ گزینه ۴

شرط اینکه ذره بدون انحراف به سیر خود ادامه دهد این است که نیروهای مغناطیسی و وزن متوازن باشد.

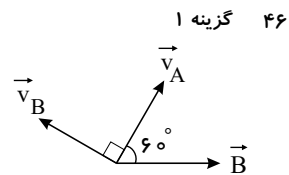


$$F_B = W \Rightarrow |q|VB = mg \Rightarrow B = \frac{2 \times 10^{-6} \times 10}{5 \times 10^{-9} \times 4000} = 1 T = 10^3 G$$

جهت میدان مغناطیسی طبق قاعده دست راست برای بار منفی، برون سو (جنوب) است.

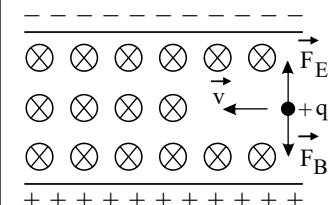
$$\frac{F_A}{F_B} = \frac{|q_A|V_AB \sin 60^\circ}{|q_B|V_BB \sin 150^\circ}$$

$$= \frac{10 \times 30 \times \sqrt{\frac{3}{2}}}{5 \times 10^{-3} \times 10 \times \frac{1}{2}} = 6000 \sqrt{3}$$



گزینه ۱

همان‌طور که در شکل دیده می‌شود، جهت نیروی الکتریکی ($\vec{F}_E$) به طرف بالاست. چون جرم ذره باردار ناچیز است و باید در حال تعادل باشد، بنابراین جهت نیروی مغناطیسی ($\vec{F}_B$) باید به طرف پایین باشد. چون کمینه اندازه میدان مغناطیسی مورد سؤال است، $\theta = 90^\circ$ خواهد بود. پس:



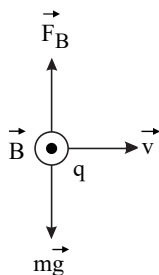
$$F_E = F_B \Rightarrow E |q| = |q| v B \sin \theta \Rightarrow B = \frac{E}{v} = \frac{4000}{10^6} = 4 \times 10^{-3} T = 40 G$$

$$B = (4 \times 10^{-3}) \times 10^4 = 40 G$$

با استفاده از قاعده دست راست، چهار انگشت را در جهت حرکت بار قرار می‌دهیم. انگشت شست، نیرو و تا شدن چهار انگشت، جهت میدان مغناطیسی را نشان می‌دهد.

گزینه ۱

برای این که جهت حرکت ذره ثابت بماند، باید نیروی وزن ذره توسط نیروی مغناطیسی خنثی شود. باتوجه به این که نیروی وزن ذره به سمت پایین است، لذا نیروی مغناطیسی وارد بر آن باید هم‌اندازه و در خلاف جهت آن، یعنی به سمت بالا باشد، بنابراین باتوجه به قاعده دست راست برای بار منفی، جهت بردار میدان مغناطیسی، باید برون سو باشد.



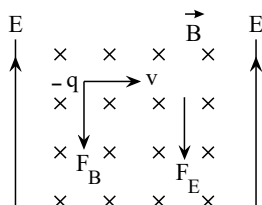
$$mg = F_B = qvB \sin \theta, \theta = 90^\circ \Rightarrow 5 \times 10^{-3} \times 10 = 80 \times 10^{-6} \times 2500 \times B \Rightarrow B = 0.25 T = 2500 G$$

گزینه ۳

$$\left. \begin{aligned} F &= |q|VB \\ K &= \frac{1}{2} m V^2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow K = \frac{1}{2} m \left(\frac{F}{|q|B} \right)^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{-8} \left(\frac{6 \times 10^{-5}}{3 \times 10^{-6} \times 5} \right)^2 = 16 \times 10^{-8} J = 0.16 \mu J$$

گزینه ۳

ابتدا نیروهایی را که از طرف میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی بر ذره وارد می‌شوند، محاسبه می‌کنیم.



$$F_B = |q| v B \sin \theta = 20 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^3 \times 0.5 \times 1 = 2 \times 10^{-2} N$$

$$F_E = |q| E = 20 \times 10^{-6} \times 10^3 = 2 \times 10^{-2} N$$

با استفاده از قاعده دست راست جهت نیروی مغناطیسی وارد بر ذره رو به پایین خواهد شد. از طرفی چون بر بار منفی نیروی الکتریکی در خلاف جهت خطوط میدان الکتریکی وارد می‌شود پس جهت F_E هم رو به پایین خواهد شد.

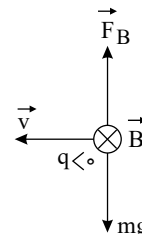
$$F_{net} = F_E + F_B = 4 \times 10^{-2}$$

$$a = \frac{F_{net}}{m} = \frac{4 \times 10^{-2}}{5 \times 10^{-6}} = 8 \times 10^3 \frac{m}{s^2}$$

شتاب ذره در جهت نیروی F_{net} یعنی به سمت پایین خواهد بود.

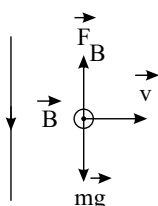
۵۱ گزینه ۴ برای حرکت افقی و یکنواخت ذره، نیرویی که از طرف میدان مغناطیسی به ذره وارد می‌شود، باید نیروی وزن را خنثی کند، یعنی رو به بالا باشد. اگر جهت میدان عمود بر کف دست راست و به طرف بیرون و ۴ انگشت در جهت پرتاب قرار بگیرد، انگشت شست جهت نیروی وارد بر بار مثبت را نشان می‌دهد. با توجه به اینکه بار منفی است، پس جهت میدان در امتداد افق و از جنوب به طرف شمال می‌باشد.

$$F = |q|vB \sin \alpha \Rightarrow (80 \times 10^{-6}) \times 5000 \times B \times 1 = (6 \times 10^{-3}) \times 10 \Rightarrow B = 0.25 T$$



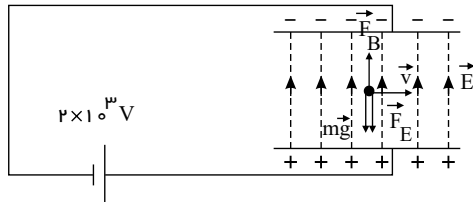
۵۲ گزینه ۱

چون بار بدون انحراف در حال حرکت است بنابراین نیروهای $m\vec{g}$ و $\vec{F}_B$ هم‌اندازه و در خلاف یکدیگر به بار وارد می‌شوند. با استفاده از قاعده دست راست برای بارهای منفی، جهت میدان مغناطیسی در محل بار برونسو است. اکنون با استفاده از قاعده دست راست جهت جریان سیم به سمت پایین تعیین می‌شود.



با توجه به این‌که بار در حال دور شدن از سیم است و بزرگی نیروهای $m\vec{g}$ و $\vec{F}_B$ همواره با یکدیگر برابر است، از طرفی نیروی مغناطیسی وارد بر بار الکتریکی از طرف سیم با فاصله از سیم رابطه عکس و با بزرگی جریان عبوری از سیم رابطه مستقیم دارد، بنابراین چون ثابت $|\vec{F}_B| = |m\vec{g}|$ است، پس بایستی جریان عبوری از سیم افزایش یابد.

۵۳ گزینه ۴ با توجه به جهت میدان الکتریکی و بار منفی ذره، نیروی الکتریکی وارد بر ذره به سمت پایین و هم‌جهت با نیروی وزن وارد بر ذره خواهد بود.



بنابراین برای این‌که ذره بدون انحراف به مسیر افقی خود ادامه دهد، باید نیروی مغناطیسی به سمت بالا بر ذره وارد شود. با توجه به این‌که کمینه بزرگی میدان مغناطیسی مورد سؤال است، بنابراین طبق قاعده دست راست برای بار منفی، جهت میدان مغناطیسی وارد بر این بار منفی باید برونسو باشد. برای محاسبه اندازه میدان مغناطیسی داریم:

$$F_B = W + F_E \Rightarrow |q|vB \sin \theta = mg + |q|E \xrightarrow[\theta=90^\circ \rightarrow \sin \theta=1]{E=\frac{|\Delta V|}{d}} |q|vB = mg + |q|\frac{|\Delta V|}{d}$$

$$\Rightarrow 10^{-9} \times 10^6 \times B = 5 \times 10^{-6} \times 10 + 10^{-9} \times \frac{2 \times 10^3}{4 \times 10^{-2}} \Rightarrow B = 0.1 T = 10^3 G$$

۵۴ گزینه ۴ نیروی وزن همواره به سمت پایین بر ذره وارد می‌شود و اندازه آن برابر است با:

$$W = mg = 2 \times 10^{-3} \times 10 \Rightarrow W = 2 \times 10^{-2} N$$

چون بار ذره منفی است، نیروی الکتریکی وارد بر ذره از طرف میدان الکتریکی در خلاف جهت خط‌های میدان و به سمت پایین خواهد بود و اندازه آن برابر است با:

$$F_E = |q|E = 10 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^3 \Rightarrow F_E = 2 \times 10^{-2} N$$

طبق قاعده دست راست، در لحظه ورود ذره به فضای میدان مغناطیسی، جهت نیروی مغناطیسی وارد بر ذره به طرف پایین خواهد بود و اندازه آن برابر است با:

$$F_B = |q|vB \sin \theta = 10 \times 10^6 \times 4 \times 10^2 \times 10^5 \times 10^{-4} \times 1 \Rightarrow F_B = 4 \times 10^{-2} N$$

حال طبق قانون دوم نیوتون داریم:

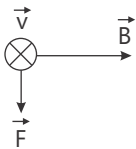
$$F_{net} = ma \Rightarrow W + F_E + F_B = ma \Rightarrow 2 \times 10^{-2} + 2 \times 10^{-2} + 4 \times 10^{-2} = 2 \times 10^{-3} a \Rightarrow a = 40 \frac{m}{s^2}$$

۵۵ گزینه ۲ بر بار الکتریکی متحرک از طرف میدان مغناطیسی، نیروی مغناطیسی وارد می‌شود که اندازه این نیرو برابر است با:

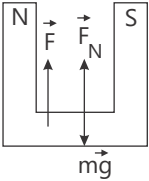
$$F = |q|vB \sin \alpha \xrightarrow[\sin \alpha=1]{\alpha=90^\circ} F = 2 \times 10^{-3} \times 10^6 \times 0.5 \times 10^{-4} \times 1 = 0.1 N$$

جهت این نیرو با استفاده از قاعده دست راست به دست می‌آید که به سمت پایین است.

فیزیک یازدهم فصل سه

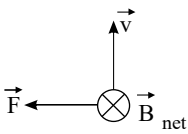


براساس قانون سوم نیوتون، از طرف بار متحرک نیز بر آهنربا نیرویی هم‌اندازه ولی در جهت مخالف وارد می‌شود، بنابراین اگر نیروهای وارد بر آهنربا را رسم کنیم با توجه به این‌که نیروهای وارد بر آهنربا متوازن هستند، خواهیم داشت:



$$F_{net} = 0 \Rightarrow mg = F' + F_N \Rightarrow F_N = mg - F' = 2 - 0.1 = 1.9N$$

۵۶ گزینه ۴ میدان مغناطیسی حاصل از هر دو سیم حامل جریان در محل بار q درون‌سو است و با توجه به قاعده دست راست، جهت نیروی مغناطیسی وارد بر بار q به سمت چپ خواهد بود. بنابراین زاویه آن با جهت مثبت محور x ، 180° است.



۵۷ گزینه ۳ زاویه بین سرعت ذره و خط‌های میدان 90° است. (گول 53° را نخورید!)

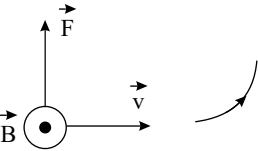
$$F = |q|vb = 2 \times 10^{-6} \times 3 \times 10^5 \times 200 \times 10^{-4} = 1.2 \times 10^{-2}N$$

۵۸ گزینه ۲ ابتدا اندازه نیروی وارد بر ذره باردار را محاسبه می‌کنیم:

$$F = |q| vB \sin \theta \xrightarrow{\theta=90^\circ} F = 10 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^5 \times 200 \times 10^{-4} = 0.8N$$

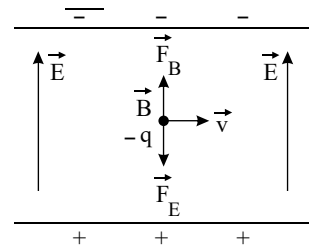
$B = 200 \times 10^{-4}T$

از طرفی باتوجه به قاعده دست راست، و درنظر گرفتن این نکته که بار ذره منفی است، جهت نیروی مغناطیسی وارد بر ذره باردار به سمت بالا خواهد شد. پس مسیر حرکت ذره روی دایره‌ای است که $\vec{F}$ به سمت مرکز آن قرار دارد.



۵۹ گزینه ۳ ذره باید بدون انحراف به مسیر خود ادامه دهد، بنابراین برآیند نیروهای وارد بر آن باید صفر شود. طبق قاعده دست راست، نیروی مغناطیسی وارد بر ذره به سمت بالاست. بنابراین نیروی الکتریکی باید به سمت پایین باشد. از طرفی مطابق رابطه $\vec{F}_E = q \cdot \vec{E}$ ، چون بار ذره منفی است، میدان الکتریکی باید بالاسود باشد و لذا صفحه D دارای بار مثبت است.

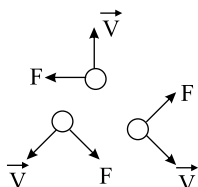
$$F_e = F_B \Rightarrow qE = qvB \cdot \sin 90^\circ \Rightarrow E = v \cdot B = 2.5 \times 10^4 \times 2 \times 10^{-5} = 0.5 \frac{N}{C}$$



۶۰ گزینه ۴ با توجه به اینکه $\alpha = 45^\circ$ و $B = 300G = 300 \times 10^{-4}T$ با استفاده از رابطه نیروی وارد بر ذره باردار متحرک داریم:

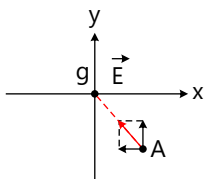
$$F = |q|VB \sin \alpha = 2 \times 10^{-6} \times 10^3 \times 300 \times 10^{-4} \times \frac{\sqrt{2}}{2} = 3\sqrt{2} \times 10^{-5}N$$

۶۱ گزینه ۱ با استفاده از قاعده دست راست جهت نیروی وارد بر هر ذره را به‌دست آوریم: (دقت کنید که چون بارها منفی هستند، یا از دست چپ استفاده می‌کنیم، یا جهت یافته شده با دست راست را برعکس می‌کنیم.)

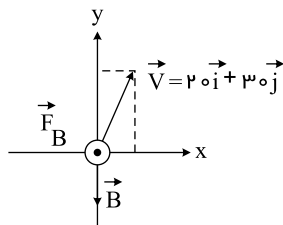


گزینه ۳ ۶۲

گام اول: باتوجه به $\vec{E} = -2\vec{i} + 1\vec{j}$ در $\vec{E}$ می یابیم که $q < 0$ بوده است.

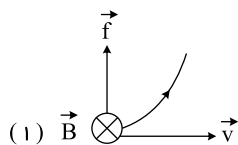


گام دوم: در این وضعیت و اینکه $q < 0$ است،



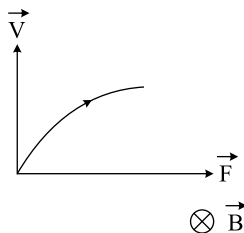
گزینه ۲ ۶۳

ذره ۱ ابتدا به سمت راست حرکت کرده و سپس تحت تأثیر نیروی $\vec{F}$ به سمت بالا کشیده شده است. طبق قاعده دست راست بار مثبت است.



ذره ۲ بدون انحراف از میدان مغناطیسی عبور می کند، پس خنثی است.

ذره ۳ ابتدا به سمت بالا حرکت کرده و سپس تحت تأثیر نیروی $\vec{F}$ به سمت راست کشیده شده است. پس بار ذره منفی است.



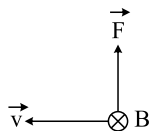
گزینه ۴ ۶۴ جهت میدان مغناطیسی زمین از جنوب به شمال جغرافیایی می باشد و چون بار الکترون منفی است، برای تعیین جهت نیروی وارد بر آن می توانیم از قانون دست چپ استفاده کنیم. اگر چهار انگشت دست چپ را در جهت $\vec{v}$ یعنی از غرب به شرق بگیریم، طوری که $\vec{B}$ از کف دست ما خارج شود (یعنی به طرف شمال باشد) در این صورت انگشت شست دست چپ در حالت باز رو به پائین خواهد بود، پس جهت $\vec{F}$ رو به پائین است.

گزینه ۲ ۶۵ با استفاده از قاعده دست راست، چهار انگشت را به طرف غرب به گونه ای قرار می دهیم که کف دست به طرف جنوب باشد. در این حالت انگشت شست رو به بالا خواهد بود که چون الکترون دارای بار منفی است، جهت را عکس کرده، یعنی جهت نیروی وارد بر الکترون رو به پایین خواهد بود. حال برای تعیین بزرگی نیروی مغناطیسی وارد بر آن داریم:

$$F = qVB \sin \alpha \xrightarrow{\alpha=90^\circ} F = 1.6 \times 10^{-19} \times 1.5 \times 0.5 \times 1 \rightarrow F = 1.2 \times 10^{-19} \text{ N}$$

گزینه ۱ ۶۶

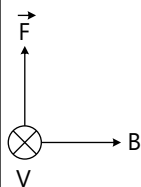
با توجه به منفی بودن بار از قانون دست چپ استفاده کرده (یا از دست راست استفاده می کنیم و جهت نهایی به دست آمده را قرینه می کنیم) و جهت میدان درونسو می باشد. حال برای تعیین بزرگی میدان داریم:



$$F = |q|vB \sin \theta \Rightarrow 0.12 = |10^{-3} \times 10^{-6}| \times 240 \times B \Rightarrow B = \frac{0.12}{10^{-3} \times 240} = \frac{0.12}{240} = 0.5 (T)$$

گزینه ۱ ۶۷ چون بار منفی است، هم با کمک دست چپ می توان جهت $\vec{F}$ را تعیین نمود، هم می توان از طریق دست راست جهت $\vec{F}$ را مشخص کرد و سپس آن را برعکس نمود. مثلاً اگر چهار انگشت دست چپ در امتدادی عمود بر صفحه به گونه ای قرار گیرد که بردار میدان مغناطیسی از کف دست خارج شود (کف دست به طرف راست قرار گیرد). انگشت شست جهت نیروی وارد بر ذره را نمایش می دهد که در اینجا به طرف بالای صفحه می شود. حال برای تعیین مقدار نیرو داریم:

فیزیک یازدهم فصل سه



$$F = |q|vB \underbrace{\sin \theta}_{\sin 90^\circ} = 1,6 \times 10^{-19} \times 2 \times 10^3 \times 1000 \times 10^{-4} \times 1 = 3,2 \times 10^{-17} (N)$$

۶۸ گزینه ۲ طبق قانون دست راست در میدان درون سو بار مثبت اگر به سمت شرق حرکت کند، نیرویی در جهت شمال به آن وارد می‌شود. همچنین در میدان برون سو اگر بار مثبتی را در جهت شرق پرتاب کنیم، نیروی وارد به آن در جهت جنوب خواهد شد، بنابراین پاسخ گزینه ۲ است.

۶۹ گزینه ۱ مولفه‌ای از میدان مغناطیسی که بر بردار سرعت بار الکتریکی عمود است، بر این بار نیرو وارد می‌کند. اگر $B = B_y \vec{j}$ و $\vec{v} = v_x \vec{i} + v_y \vec{j}$ باشد، داریم:

$$F = qv_x B_y = 20 \times 10^{-3} \times 3 \times 10^3 \times 0,4 = 2400 \times 10^{-3} = 2,4 N$$

۷۰ گزینه ۲

$$F_1 = F_r = qvB \sin 30^\circ = \frac{1}{2} qvB \Rightarrow F_r = 2F_1 = 2F_r$$

$$F_r = qvB \sin 90^\circ = qvB$$

۷۱ گزینه ۴ با استفاده از قاعده دست راست برای بار منفی، و اینکه $\vec{F}$ حتماً به $\vec{B}$ و $\vec{V}$ عمود است، گزینه ۴ درست است.

۷۲ گزینه ۱

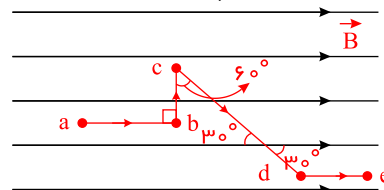
$$1 G = 10^{-8} T = 10^{-8} \frac{N}{A \cdot m} = 10^{-8} \frac{\frac{kg \cdot m}{s^2}}{A \cdot m} = 10^{-8} \frac{kg}{A \cdot s^2} \xrightarrow{1 kg = 1000 g}$$

$$1 G = 10^{-1} \frac{g}{A \cdot s^2} = \frac{g}{10 A \cdot s^2}$$

۷۳ گزینه ۱ با توجه به شکل، قطعه سیم‌های ab و de با بردار میدان مغناطیسی هم‌جهت هستند. پس نیروی مغناطیسی وارد بر آن صفر است. اما قطعه سیم bc بر میدان مغناطیسی عمود است ($\theta = 90^\circ$) و قطعه سیم cd با میدان مغناطیسی زاویه 30° می‌سازد.

$$F_{ab} = F_{de} = BIl \sin 0^\circ = 0$$

$$F_{bc} = BIl_{bc} \sin 90^\circ = 4 \times 40 \times 10^{-2} \times 5 \times 1 = 8 N$$



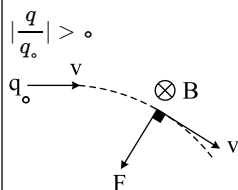
$$F_{cd} = BIl_{cd} \sin 30^\circ = 4 \times 100 \times 10^{-2} \times 5 \times \frac{1}{2} = 10 N$$

چون نیرو یک کمیت برداری است پس برای محاسبه نیروی برآیند باید جهت نیرو را در نظر گرفت. طبق قاعده دست راست جهت F_{bc} درون سو $\otimes$ و جهت نیروی F_{cd} برون سو $\odot$ است. پس چون $F_{cd} > F_{bc}$ است نیروی برآیند برون سو بوده و اندازه آن برابر است با:

$$F_T = F_{cd} - F_{bc} = 10 - 8 = 2 N$$

۷۴ گزینه ۱ گام اول: ابتدا طبق قانون دست راست می‌فهمیم که: $q_0 < 0$ است.

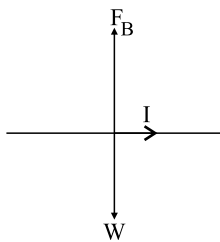
گام دوم: باتوجه به اینکه مکان B در نقطه مقابل A است بایستی بار نهایی q_r مثبت شده باشد. پس چون $q_0 < 0$ است بایستی بار اضافه شده به q_0 ، یعنی q اولاً مثبت باشد ثانیاً از $|q_0|$ بزرگتر باشد:



$$\left\{ \begin{array}{l} q > 0, \quad q > |q_0| \\ q_r = (q + q_0) > 0 \end{array} \right. \rightarrow \frac{q}{q_0} < 0 \rightarrow \frac{q}{q_0} = -1,15, -2, -2,25, \dots$$

۷۵ گزینه ۱ با وصل کلید و برقراری جریان در سیم MN ، نیروی مغناطیسی روبه‌بالا (به کمک قاعده دست راست) به سیم وارد می‌شود. مقدار نیروی مغناطیسی و نیروی وزن را محاسبه می‌کنیم.

فیزیک یازدهم فصل سه



$$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{\Lambda}{r_0} = 0.2 A$$

$$\left. \begin{aligned} F_B &= IlB = 0.2 \times 0.5 \times 4 = 0.4 N \\ W &= mg = 10 \times 10^{-3} \times 10 = 0.1 N \end{aligned} \right\} F_B > W$$

$$F_{net} = F_B - W = 0.4 - 0.1 = 0.3 N$$

۷۶ گزینه ۴ بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱:

$$\frac{\text{نیرو}}{\text{تندی}} = \frac{N}{\frac{m}{s}} = \frac{\frac{kg \cdot m}{s^2}}{\frac{m}{s}} = \frac{kg}{s}$$

گزینه ۲:

$$\frac{\text{نیرو}}{\text{میدان مغناطیسی}} = \frac{N}{\frac{N}{A \times m}} = A \times m$$

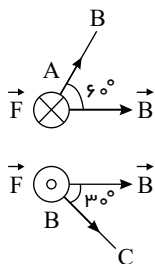
گزینه ۳:

$$\frac{\text{ژول}}{\text{میدان مغناطیسی} \times \text{مسافت}} = \frac{N \cdot m}{m \times \frac{N}{A \times m}} = A \times m$$

گزینه ۴:

$$\frac{\text{گرمای ویژه} \times \text{دما}}{\text{شتاب}} = \frac{K \times \frac{m^2}{s^2 K}}{\frac{m}{s^2}} = m$$

۷۷ گزینه ۲

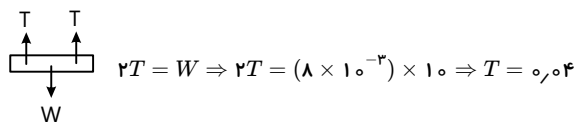


$$F_{AB} = IlB \sin 60^\circ = 10 \times 0.1 \times 500 \times 10^{-3} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 2.5\sqrt{3} \times 10^{-2} N$$

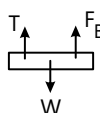
$$F_{BC} = IlB \sin 30^\circ = 10 \times 0.2 \times 500 \times 10^{-3} \times \frac{1}{2} = 5 \times 10^{-2} N$$

$$F_T = F_{BC} - F_{AB} = 5 \times 10^{-2} - 2.5\sqrt{3} \times 10^{-2} = \frac{5}{100} - \frac{2.5\sqrt{3}}{100} = \frac{5 - 2.5\sqrt{3}}{100} = \frac{2 - \sqrt{3}}{40} N$$

۷۸ گزینه ۳



فیزیک یازدهم فصل سه



$$F_B = T \Rightarrow 0.04 = I \times 2 \times (10 \times 10^{-4}) \Rightarrow I = 20 \text{ A}$$

۷۹ گزینه ۴

برای اینکه نیروی وارد بر سیم بیشینه باشد، باید جریان عبوری از سیم بیشینه باشد و سیم عمود بر خطوط میدان قرار گرفته باشد.

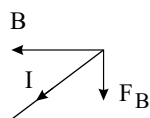
همچنین برای کمینه بودن نیروی وارد بر سیم، باید جریان عبوری از سیم کمینه باشد و زاویه‌ی سیم با خطوط میدان به صورتی باشد که سینوس کوچک‌تری داشته باشد.

دقت کنید که اگر هر سه مقاومت به طور موازی بسته شوند، مقاومت معادل آنها کمینه (جریان بیشینه) خواهد بود.

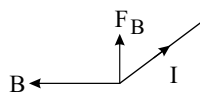
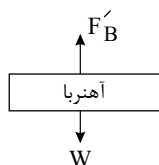
$$\frac{F_{max}}{F_{min}} = \frac{I_{max} \sin \theta_1}{I_{min} \sin \theta_2} = \frac{\frac{1}{R_{min} + r} \sin \theta_1}{\frac{1}{R_{max} + r} \sin \theta_2} = \frac{\frac{1}{1+1} \times \sin 90^\circ}{\frac{1}{11+1} \times \sin 15^\circ} = \frac{\frac{1}{2} \times 1}{\frac{1}{12} \times \frac{1}{2}} \Rightarrow \frac{F_{max}}{F_{min}} = 12$$

۸۰ گزینه ۳

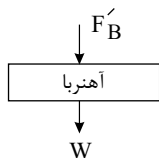
وزن آهنربا = عدد ترازو : کلید k باز



کلید K بسته و جریان از B به A : $F'_B - \text{وزن آهنربا} = \text{عدد ترازو}$

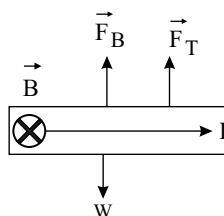


کلید K بسته و جریان از A به B : $F'_B - \text{وزن آهنربا} = \text{عدد ترازو}$



۸۱ گزینه ۱

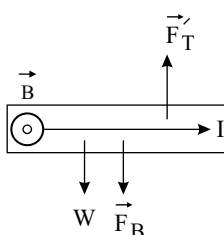
حالت اول :



$$I = \frac{\epsilon}{r + R_{eq}} = \frac{40}{1+3} = 10 \text{ A}$$

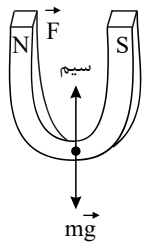
$$F_B = I \ell B = 10 \times 0.2 \times 0.2 = 0.4 \text{ N} \Rightarrow \begin{aligned} F_T &= W - F_B \\ F'_T &= W - F_B \end{aligned}$$

حالت دوم :



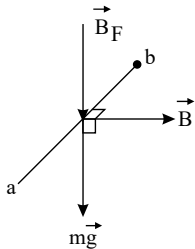
$$\Rightarrow F'_T - F_T = 2F_B = 2 \times 0.4 = 0.8 \text{ N}$$

۸۲ گزینه ۱



برای آن که ترازو عدد صفر را نشان دهد باید نیروی وزن آهنربا توسط عکس العمل نیروی مغناطیسی ای که از طرف آهنربا بر سیم وارد می شود، خنثی شود، بنابراین می توان نوشت:

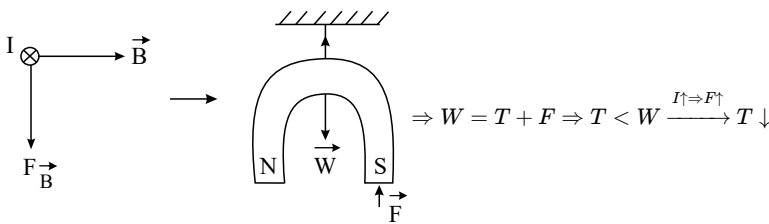
$$F = I\ell B \sin 90^\circ = mg \Rightarrow I = \frac{mg}{\ell B} = \frac{0.4 \times 10}{0.4 \times 0.8} \Rightarrow I = 12.5 A$$



باتوجه به شکل، جهت نیروی مغناطیسی وارد بر آهنربا از طرف سیم به طرف بالا می باشد، بنابراین طبق قانون سوم نیوتن، نیروی مغناطیسی ای که از طرف آهنربا بر سیم وارد می شود باید هم اندازه و در خلاف جهت نیروی مغناطیسی ای باشد که از طرف سیم بر آهنربا وارد می شود. بنابراین جهت نیروی مغناطیسی وارد بر سیم به طرف پایین است که باتوجه به جهت میدان مغناطیسی که از چپ به راست می باشد و با استفاده از قاعده دست راست، جهت جریان در سیم از a به b خواهد بود.

۸۳ گزینه ۴ باتوجه به جهت جریان عبوری از سیم و میدان مغناطیسی، جهت نیروی مغناطیسی وارد بر سیم را از طریق قاعده دست راست پیدا می کنیم:

مطابق قانون سوم نیوتن عکس العمل نیرویی که از طرف آهنربا به سیم وارد می شود، نیرویی است که از طرف سیم به آهنربا به سمت بالا وارد می شود. از طرفی با افزایش جریان عبوری از سیم نیروی وارد بر آن نیز افزایش می یابد. داریم:



۸۴ گزینه ۱ نیروی وارد بر سیم راستی که به موازات میدان قرار دارد؛ صفر و نیروی وارد بر سیم راستی که عمود بر میدان قرار دارد؛ $i\ell B$ است. پس مطابق شکل نیروی وارد بر سیمی که در جهت مثبت محور x قرار دارد صفر، نیروی وارد بر سیمی که در جهت منفی محور z قرار دارد، $i\ell B$ و نیروی وارد بر سیم هایی که در امتداد محور y قرار گرفته اند، با همدیگر خنثی می شوند. براساس آنچه گفته شد:

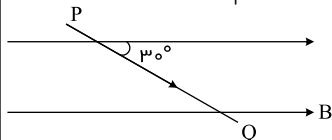
$$F_{net} = i\ell B$$

۸۵ گزینه ۲ با استفاده از رابطه $F = BIL \sin \alpha$ داریم: (در به کارگیری این رابطه، همه یکاها در SI هستند.)

$$F_{MN} = BIL \sin \alpha = 500 \times 10^{-4} \times 20 \times 0.2 \sin 90^\circ = 0.2 N$$

$$F_{NP} = BIL \sin \alpha \xrightarrow{\alpha=0} F_{NP} = 0$$

$$F_{PQ} = BIL \sin \alpha \xrightarrow{\substack{\sin \alpha=0 \\ \alpha=30^\circ \\ \sin \alpha=\frac{1}{2}}} F_{PQ} = 500 \times 10^{-4} \times 20 \times 0.1 \times \frac{1}{2} \Rightarrow F_{PQ} = 0.05 N$$



طبق قاعده دست راست جهت نیروی MN درون سو و جهت نیروی PQ برون سو است، بنابراین برای تعیین نیروی برایند وارد بر کل سیم ها داریم:

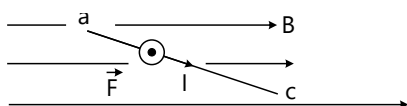
$$F_{net} = F_{MN} - F_{PQ} = 0.2 - 0.05 = 0.15 N$$

و جهت آن درون سو است.

۸۶ گزینه ۳ نیروی وارد بر سیم خمیده abc از طرف میدان مغناطیسی یکنواخت داده شده، معادل با نیروی وارد بر سیمی است که بین دو نقطه a و c بسته شده، یعنی:

$$F_{abc} = F_{ac} = I\ell_{ac} B \sin \theta = (20)(20 \times 10^{-2})(500 \times 10^{-4})(\sin 30^\circ) \rightarrow F_{abc} = F_{ac} = 0.1 N$$

فیزیک یازدهم فصل سه



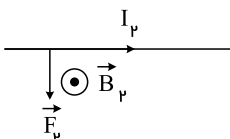
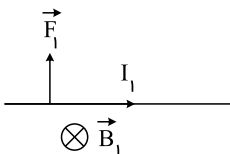
و با توجه به قاعده دست راست، اگر چهار انگشت در جهت جریان از a به c قرار گیرد، به گونه‌ای که بردار میدان مغناطیسی از کف دست خارج شود، نیروی وارد بر سیم عمود بر صفحه و به طرف بیرون صفحه است. یعنی برون‌سو.

۸۷ گزینه ۲

گام اول: در حالت اول جهت نیروی مغناطیسی را با توجه به قاعده دست راست تعیین می‌کنیم. (اگر چهار انگشت دست راست در جهت جریان یعنی به طرف شرق به گونه‌ای قرار گیرد که کف دست رو به شمال باشد، انگشت شست جهت نیروی وارد بر سیم را رو به بالا نشان می‌دهد).

گام دوم: چون جهت میدان مغناطیسی به سمت جنوب تغییر می‌کند، پس جهت نیروی مغناطیسی در حالت جدید را به دست می‌آوریم: جهت F_2 رو به پایین می‌شود. (قرینه حالت اول می‌شود)

گام سوم: طبق رابطه $F = BIL \sin \alpha$ داریم: (طول سیم و زاویه آن با راستای میدان تغییر نکرده)



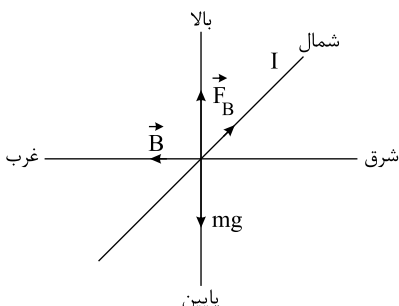
$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{B_2}{B_1} \times \frac{I_2}{I_1} \xrightarrow{I_2 = \frac{1}{4}I_1, B_2 = 2B_1} \frac{F_2}{F_1} = \frac{2B_1}{B_1} \times \frac{\frac{1}{4}I_1}{I_1} = 2 \times \frac{1}{4} = \frac{1}{2}$$

$$\text{درصد تغییرات نیرو} = \frac{\Delta F}{F_1} \times 100 = \left(\frac{1}{2} - 1\right) \times 100 = -50\%$$

پس جهت نیروی F از بالا به پایین تغییر می‌کند و ۵۰ درصد کاهش می‌یابد.

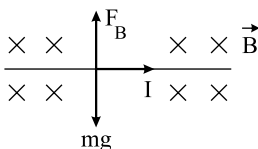
۸۸ گزینه ۱

نیروی وزن همواره به سمت پایین وارد می‌شود، لذا اگر بخواهیم سیم در حال تعادل باشد، باید نیروی مغناطیسی وارد بر آن به سمت بالا باشد. پس طبق قاعده دست راست، جهت میدان مغناطیسی از شرق به غرب خواهد بود. از طرفی باید اندازه نیروی مغناطیسی وارد بر سیم با اندازه نیروی وزن آن برابر باشد، پس داریم:



$$F_B = W \rightarrow ILB \sin \alpha = mg \xrightarrow{\theta=90^\circ} I = \frac{mg}{BL} \Rightarrow I = \frac{40 \times 10^{-3} \times 10}{0.04 \times 50 \times 10^{-2}} = 20 A$$

۸۹ گزینه ۳ برای اینکه نیروی وزن با نیروی مغناطیسی وارد بر سیم خنثی شود، باید نیروی وارد بر سیم به طرف بالا باشد. پس با توجه به قاعده دست راست، جریان در سیم از C به D است. حال برای تعیین اندازه جریان داریم:

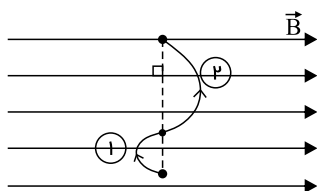


$$F = W \rightarrow ILB \sin \theta = mg$$

$$\xrightarrow{\theta=90^\circ} I = \frac{mg}{lB} = \frac{150 \times 10^{-3} \times 10}{0.5 \times 0.4} \Rightarrow I = 7.5 A$$

۹۰ گزینه ۴

$$\begin{cases} \text{محیط نیم‌دایره (۱)} = \frac{\pi D_1}{2} \\ \text{محیط نیم‌دایره (۲)} = \frac{\pi D_2}{2} \end{cases} \Rightarrow \frac{\pi D_1 + \pi D_2}{2} = 35\pi \Rightarrow D_1 + D_2 = 70 \xrightarrow[\text{از صورت مسئله}]{D_2 = 4D_1} 4D_1 + D_1 = 70 \Rightarrow \begin{cases} D_1 = 14m \\ D_2 = 56m \end{cases}$$



طول موثری که از طرف میدان مغناطیسی بر آن نیرو وارد می‌شود، بر خط‌های میدان عمود است. در اینجا قطر نیم‌دایره‌ها به عنوان طول موثر سیم (l) در رابطه محاسبه نیروی وارد بر نیم‌دایره‌ها محاسبه می‌شود:

$$\left. \begin{aligned} F_1 &= BIl_1 \sin 90^\circ \\ F_2 &= BIl_2 \sin 90^\circ \end{aligned} \right\} \Rightarrow F_2 - F_1 = BIl_2 - BIl_1 = BI(l_2 - l_1) = 100 \times 10^{-3} \times 2 \times 42 = 8.4(N)$$

$56-14$

۹۱ گزینه ۱ همواره نیروی خالص مغناطیسی وارد بر مسیرهای بسته درون میدان مغناطیسی، که از آن‌ها جریان الکتریکی می‌گذرد برابر صفر است.

قسمت‌های AB و CD چون موازی با میدان مغناطیسی هستند، نیرویی بر آنان وارد نمی‌شود در نتیجه نیرویی که بر قسمت DA وارد می‌شود با نیرویی که به قسمت BC وارد می‌شود هم‌اندازه اما در خلاف جهت است.

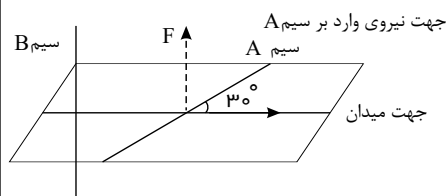
$$F_{DA} = F_{BC} = I\ell_{DA}B \sin \theta = 2 \times 3 \times 10^{-2} \times 5 \times 10^{-2} \times 1 \Rightarrow F_{BC} = 3 \times 10^{-3} N$$

۹۲ گزینه ۴ با استفاده از اطلاعات سیم A ، بزرگی میدان را محاسبه می‌کنیم.

$$F = BIL \sin \alpha \Rightarrow 1 = B \times 2 \times 1 \times \sin(30^\circ) \Rightarrow B = 1(T)$$

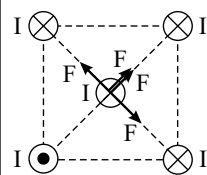
طبق اطلاعات مسئله، سیم B موازی با نیروی وارد بر سیم A است. بنابراین سیم B بر میدان مغناطیسی عمود می‌باشد.

$$F = BIL \sin \alpha \Rightarrow 1 \times 5 \times 1 \times \sin 90^\circ \Rightarrow 5N$$



۹۳ گزینه ۳ در حالت اول چون جهت جریان بین سیم‌های واقع در رأس مربع و مرکز، مخالف یکدیگر است، بنابراین نیروی بین آن‌ها دافعه است و در نتیجه نیروی خالص وارد بر سیم حامل جریان واقع در مرکز مربع برابر با صفر است.

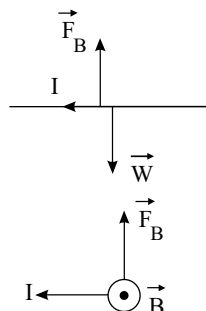
وقتی جهت جریان عبوری از سه سیم واقع در رأس‌های مربع تغییر می‌کند، با توجه به این‌که جهت جریان عبوری از آن‌ها با جهت جریان سیم واقع در مرکز مربع مشابه می‌شود، نیروی بین آن‌ها از نوع جاذبه خواهد شد و مطابق با شکل زیر، اندازه نیروی خالص وارد بر سیم حامل جریان واقع در مرکز مربع برابر با $2F$ خواهد شد. در نتیجه اندازه نیروی خالص از صفر به $2F$ رسیده و به اندازه $2F$ تغییر کرده است.



۹۴ گزینه ۳

چون سیم در حال تعادل است؛ پس $F_B = W$ و جهت $\vec{F}_B$ به سمت بالا است.

با استفاده از قاعده دست راست جهت جریان عبوری از سیم را تعیین می‌کنیم. بنابراین جهت جریان عبوری از سیم به سمت چپ است.

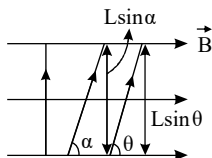


اکنون با استفاده از رابطه نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان داریم:

$$F_B = W \xrightarrow{F_B = I\ell B \sin \theta, \theta = 90^\circ} BIl = \rho A l g \Rightarrow I = \frac{\rho A g}{B} \xrightarrow{\rho = 6 \frac{g}{cm^3} = 6 \times 10^3 \frac{kg}{m^3}, B = 400 G = 4 \times 10^{-2} T, A = \pi r^2, r = 2mm = 2 \times 10^{-3} m, g = 10 \frac{N}{kg}} I = \frac{6 \times 10^3 \times \pi \times (2 \times 10^{-3})^2 \times 10}{4 \times 10^{-2}} = 1.8 A$$

گزینه ۴ ۹۵

در رابطه $F = I\ell B \sin \theta$ ، عبارت $\ell \sin \theta$ تصویر سیم در راستای عمود بر خطهای میدان مغناطیسی است که برای هر سه سیم مقداری برابر دارد.



گزینه ۴ چون سیم در حال تعادل است، نیروی وزن وارد بر سیم با نیروی مغناطیسی وارد بر آن خنثی می‌شود. بنابراین داریم:

$$F = mg \Rightarrow BIL \sin \theta = mg \Rightarrow \frac{m}{\ell} = \frac{BI \sin \theta}{g}$$

$$\Rightarrow \frac{m}{\ell} = \frac{100 \times 10^{-3} \times 4 \times 1}{10} \Rightarrow \frac{m}{\ell} = 4 \times 10^{-3} \frac{kg}{m} = 4 \frac{g}{m}$$

گزینه ۲ ۹۷

$$\vec{F} = I\ell B = 4 \times 0.5 \times 200 \times 10^{-3} = 0.4 N$$

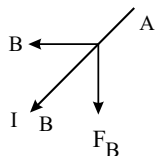
گزینه ۳ ۹۸

$$\left. \begin{aligned} F_{AC} &= 10 \times 0.1 \times 500 \times 10^{-3} \times \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} N \otimes \\ F_{CD} &= 10 \times 0.2 \times 500 \times 10^{-3} \times \sin 30^\circ = \frac{1}{2} N \odot \end{aligned} \right\} \Rightarrow F_T = \frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{2 - \sqrt{3}}{2} \odot$$

گزینه ۲ اختلاف دو عدد ترازو، برابر نیروی مغناطیسی وارد بر سیم است.

$$F_B = I\ell B \sin \theta \Rightarrow 12 - 10 = 20 \times 0.1 \times B \times 1 \Rightarrow B = 1 T$$

چون ترازو عدد کم‌تری را در حالت دوم نشان می‌دهد، یعنی نیروی سیم به آهن‌ربا به طرف بالا و در نتیجه نیروی آهن‌ربا به طرف پایین است.



گزینه ۴ ۱۰۰

$$F_B + W = 2T$$

$$I\ell B + mg = 2T \Rightarrow I \times 0.5 \times 10 + 0.2 \times 10 = 20$$

$$I = 3.6 A \text{ غرب}$$

گزینه ۲ ۱۰۱

$$F_{max} = BIl = \sqrt{0.1^2 + 0.2^2} \times 20 \times 1 = 0.3 \times 20 = 6 N$$

گزینه ۲ F_{NP} صفر است چون سیم در راستای خطهای میدان قرار دارد. فقط در گزینه «۲» این شرط دیده می‌شود.

$$F_{MN} = F_{PQ} \Rightarrow MN \times \sin 90^\circ = PQ \times \sin 30^\circ \Rightarrow PQ = 2MN$$

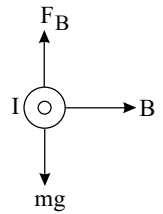
گزینه ۲ ۱۰۳

$$\frac{F_V}{F_1} = \frac{I_V}{I_1} \times \frac{L_V}{L_1} \xrightarrow{I=\frac{\varepsilon}{R}} = \frac{F_V}{F_1} = \frac{R_1}{R_V} \times \frac{L_V}{L_1} \xrightarrow{R=\rho\frac{L}{A}} \frac{F_V}{F_1} = \frac{P_1}{P_V} \times \frac{A_V}{A_1} \times \frac{L_V}{L_1} \times \frac{L_V}{L_1} = 6 \times \frac{3A}{\frac{A}{2}} = 36$$

گزینه ۲ ۱۰۴

$$F_B = mg \Rightarrow IlB = \rho Vg \Rightarrow I \cancel{L} B = \rho(A \cancel{L})g$$

$$\Rightarrow I = \frac{\rho Ag}{B} = \frac{5 \times 10^{-3} \times (3 \times (2 \times 10^{-2})^2) \times 10}{400 \times 10^{-3}} = 1,5A$$



طبق قاعده دست راست، جهت جریان برون سو به طرف جنوب است.

گزینه ۳ برای آن که سیم حامل جریان، معلق بماند، باید نیروی مغناطیسی با نیروی گرانشی خنثی شود. بنابراین می توان نوشت:

$$F_B = F_g \Rightarrow IlB \sin \theta = mg \Rightarrow B = \frac{mg}{Il \sin \theta}$$

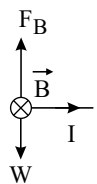
چون حداقل بزرگی میدان مغناطیسی مورد نیاز است، پس $\sin \theta$ باید بیش ترین مقدار (به ازای $\theta = 90^\circ$) باشد.

$$B = \frac{mg}{Il \sin 90^\circ} \xrightarrow{\sin 90^\circ=1} B = \frac{20 \times 10^{-3} \times 10}{4} = 0,5T$$

$\frac{m}{\ell} = 20 \times 10^{-3} \frac{kg}{m}$

گزینه ۱ ۱۰۶

$$F_B = W \Rightarrow IlB = mg \Rightarrow IlB = (\rho V)g \Rightarrow I \cancel{L} B = \rho(A \cancel{L})g \Rightarrow I = \frac{8 \times 10^{-3} \times (3 \times (0,25 \times 10^{-2})^2)}{50 \times 10^{-4}}$$



به سمت شرق $I = 3A$

گزینه ۳ می دانیم نیروی وارد بر سیم حامل جریان در یک میدان مغناطیسی از رابطه $F = BIl \sin \theta$ به دست می آید.

با توجه به معلومات سؤال، اندازه B و ℓ را داریم. در این سؤال سیم عمود بر جهت میدان مغناطیسی است، پس: $\theta = 90^\circ$ و $\sin 90^\circ = 1$

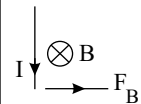
پس در این سؤال نیاز داریم فقط مقدار I را محاسبه کنیم، داریم:

$$V = RI \Rightarrow I = \frac{V}{R} = \frac{15}{3} = 5A$$

حال فقط کافی است مقادیر را در رابطه $F = BIl \sin \theta$ جایگذاری کنیم:

$$F = BIl \sin \theta \Rightarrow F = (50 \times 10^{-3})(5)(0,1)(1) = 2,5 \times 10^{-2} N$$

با توجه به جهت میدان مغناطیسی و جریان عبوری از سیم، مطابق قاعده دست راست نیروی وارد بر سیم به طرف راست است.



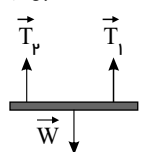
گزینه ۴ حداقل اندازه میدان مغناطیسی زمانی است که میدان بر راستای سیم عمود بوده و سیم به طرف پایین حرکت کند:

$$F + mg = ma \xrightarrow{F=BIL \sin \alpha} B \times 5 \times \frac{1}{100} + \frac{3}{1000} \times 10 = \frac{3}{1000} \times 20 \Rightarrow B = 6 \times 10^{-1} T = 6 \times 10^{-3} G$$

گزینه ۳ قبل از عبور جریان الکتریکی، مجموع نیروی کشش ریسمان ها وزن سیم را نشان می دهد که برابر است با:

$$W = T_1 + T_V \xrightarrow{T_1=T_V=0,3N}$$

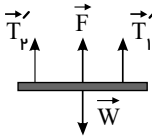
$$W = 0,3 + 0,3 = 0,6N$$



بنا به رابطه $F = IlB \sin \alpha$ ، با عبور جریان الکتریکی از سیم، بر آن نیرو وارد می شود. چون نیروی کشش ریسمان ها کاهش یافته است، این نیرو باید رو به بالا باشد. بنابراین با محاسبه اندازه $\vec{F}$ ، اندازه I را می یابیم:

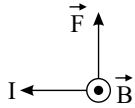
فیزیک یازدهم فصل سه

$$W = T'_1 + T'_2 + F \xrightarrow[T = 0.6N]{T'_1 = T'_2 = 0.2N} 0.6 = 0.2 + 0.2 + F \Rightarrow F = 0.2N$$



$$F = I\ell B \sin \theta \xrightarrow[\ell = 0.2m, B = 0.2T]{F = 0.2N, \theta = 90^\circ} 0.2 = I \times 0.2 \times 0.2 \times 1 \Rightarrow I = 5A$$

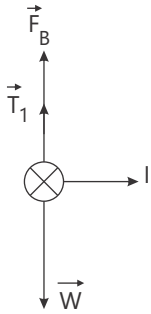
با استفاده از قاعدهٔ دست راست و معلوم بودن جهت $\vec{B}$ و $\vec{F}$ ، طبق شکل زیر جهت I به طرف غرب است. دقت کنید، چون جهت $\vec{B}$ رو به جنوب است. دقت کنید، چون جهت $\vec{B}$ رو به جنوب است. $\odot$ نشان می‌دهیم.



۱۱۰ گزینه ۲ با توجه به جهت قرارگیری مولد، جهت جریان در میلهٔ رسانا از چپ به راست و اندازهٔ جریان برابر است با:

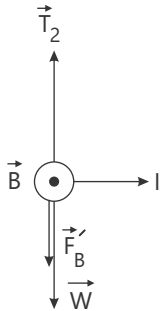
$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} = \frac{40}{3 + 1} \Rightarrow I = 10A$$

در حالت اول طبق قاعدهٔ دست راست، جهت نیروی مغناطیسی به طرف بالا است و بنابراین داریم:



$$F_{net} = 0 \Rightarrow F_B + T_1 = W \Rightarrow T_1 = W - F_B \quad (1)$$

در حالت دوم طبق قاعدهٔ دست راست، جهت نیروی مغناطیسی به طرف پایین است و بنابراین داریم:



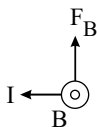
$$F'_{net} = 0 \Rightarrow T_2 = F'_B + W \quad (2)$$

با استفاده از رابطه‌های (۱) و (۲) و در نظر گرفتن این نکته که چون فقط جهت میدان مغناطیسی برعکس شده است، بنابراین اندازهٔ نیروی مغناطیسی تغییری نمی‌کند، داریم:

$$\xrightarrow[F'_B = F_B]{(2), (1)} T_2 - T_1 = (F_B + W) - (W - F_B) \Rightarrow T_2 - T_1 = 2F_B \Rightarrow T_2 - T_1 = 2I\ell B \sin \theta = 2 \times 10 \times 0.2 \times 0.2 \times 1 \Rightarrow T_2 - T_1 = 0.8N$$

۱۱۱ گزینه ۳ اختلاف عدد نیروسنج‌ها برابر نیروی مغناطیسی وارد بر سیم است. (دقت کنید عدد نیروسنج‌ها مهم است نه عدد هر نیروسنج!)

$$F_B = I\ell B \sin \theta \Rightarrow 2(0.3 - 0.2) = I \times 0.2 \times 0.2 \times 1 \Rightarrow I = 5A$$

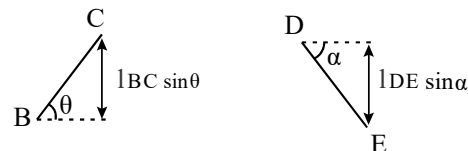


بخشی از نیروی نیروسنج‌ها در حالت دوم، توسط نیروی مغناطیسی، تعادل سیم را برقرار می‌کند.

گزینه ۲ ۱۱۲

$$F_{AB} = I \ell_{AB} B \sin \circ = \circ, F_{EF} = I \ell_{EF} B \sin \circ = \circ$$

$$F_{BC} = IB(\ell_{BC} \sin \theta) \otimes, F_{DE} = IB(\ell_{DE} \sin \alpha) \odot$$



$$F_T = F_{BC} - F_{DE} = IB(\underbrace{\ell_{BC} \sin \theta - \ell_{DE} \sin \alpha}_{\circ.3}) = 3 \times \circ.9 \times \circ.3 = \circ.81 N$$

گزینه ۳ ۱۱۳ باتوجه به قاعده دست راست، چهار انگشت دست راست را در جهت $\vec{v}$ طوری قرار می‌دهیم که $\vec{B}$ از کف دست خارج شود. در این حالت، انگشت شصت جهت $\vec{F}$ را نشان می‌دهد. ولی چون بار ذره منفی است، جهت به دست آمده را عکس می‌کنیم. لذا گزینه «۳» صحیح است.

گزینه ۱ ۱۱۴ با توجه به قاعده دست راست، اگر چهار انگشت به گونه‌ای قرار گیرد که انگشت شصت رو به پایین و کف دست رو به شمال جغرافیایی قرار گیرد، چهار انگشت به طرف غرب خواهد بود یعنی جریان به طرف غرب است.

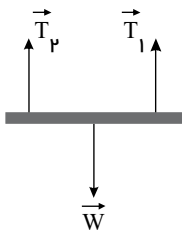
گزینه ۳ ۱۱۵ طبق قاعده دست راست، میدان مغناطیسی سیم حامل جریان I_1 در نقطه A به طرف بالا $\uparrow$ و میدان مغناطیسی سیم حامل جریان I_2 در نقطه A نیز به طرف بالا می‌باشد. پس میدان برآیند نیز رو به بالا می‌باشد.

گزینه ۳ ۱۱۶

$$\frac{F'}{F} = \frac{\sin \theta'}{\sin \theta} = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{6}{10}} = \frac{10}{12} = \frac{5}{6}$$

گزینه ۳ ۱۱۷

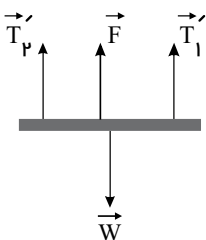
قبل از عبور جریان الکتریکی، مجموع نیروی کشش ریسمان‌ها وزن سیم را نشان می‌دهد که برابر است با:



$$W = T_1 + T_2 \xrightarrow{T_1 = T_2 = \circ.3 N} W = \circ.3 + \circ.3 = \circ.6 N$$

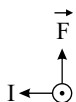
بنا به رابطه $F = I \ell B \sin \theta$ ، با عبور جریان الکتریکی از سیم، بر آن نیروی مغناطیسی وارد می‌شود.

چون نیروی کشش ریسمان‌ها کاهش یافته است، این نیرو باید رو به بالا باشد. بنابراین با محاسبه اندازه $\vec{F}$ ، اندازه I را می‌یابیم.



$$W = T_1' + T_2' + F \xrightarrow{T_1' = T_2' = \circ.2 N, W = \circ.6 N} \circ.6 = \circ.2 + \circ.2 + F \Rightarrow F = \circ.2 N$$

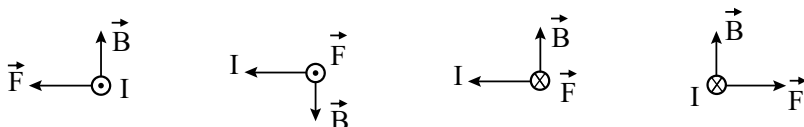
$$F = I \ell B \sin \theta \xrightarrow{F = \circ.2 N, \theta = 90^\circ, \ell = \circ.2 m, B = \circ.2 T} \circ.2 = I \times \circ.2 \times \circ.2 \times 1 \Rightarrow I = 5 A$$



با استفاده از قاعده دست راست و معلوم بودن جهت $\vec{B}$ و $\vec{F}$ ، جهت I به طرف غرب است. دقت کنید، چون جهت $\vec{B}$ رو به جنوب است، آن را با علامت $\odot$ نشان می‌دهیم.

گزینه ۳

۱۱۸

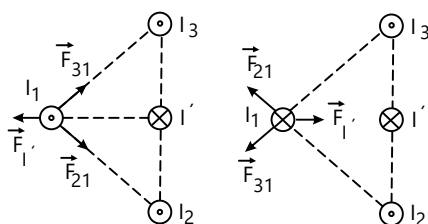


۱۱۹ گزینه ۱

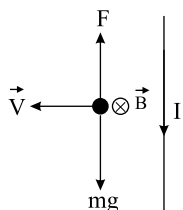
$$F = ILB \sin \theta \Rightarrow L = \frac{0.1}{5 \times 10^{-3} \times 10^{-2} \times \sin 30^\circ} = 1m$$

۱۲۰ گزینه ۳

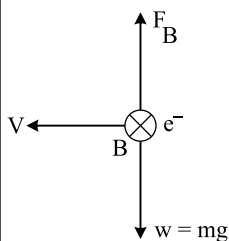
دو حالت ممکن برای صفر شدن نیروی خالص وارد بر سیم I_1 مطابق شکل است:



۱۲۱ گزینه ۲



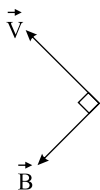
چون بار بدون انحراف در حال حرکت است. بنابراین نیروهای F و mg باید با یکدیگر هم‌اندازه و در خلاف جهت یکدیگر باشند. از طرفی می‌دانیم میدان حاصل از سیم در محل حضور بار الکتریکی، به‌صورت درون‌سو است.



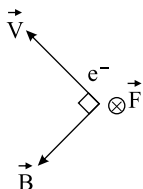
حال با استفاده از قاعده دست راست مشاهده می‌شود که با توجه به جهت V ، B و F علامت بار باید منفی باشد. همانطور که می‌دانیم میدان حاصل از سیم با شدت جریان رابطه مستقیم و با فاصله از سیم رابطه عکس دارد.

با توجه به اینکه با فاصله گرفتن از سیم مقدار B کاهش می‌یابد در نتیجه مقدار F نیز طبق رابطه $F = qvB \sin \alpha$ کاهش می‌یابد، لذا برای جبران این موضوع مقدار I باید افزایش یابد تا همواره $|F| = |mg|$ بماند.

۱۲۲ گزینه ۲ قرار دادن انگشت شست دست راست در امتداد جریان و بستن چهار انگشت، جهت میدان حاصل از سیم در مکانی که الکترون قرار دارد به‌صورت زیر است:

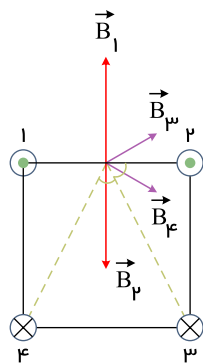


حال با استفاده از قاعده دست راست جهت نیروی وارد بر الکترون به‌صورت درون‌سو بدست می‌آید.

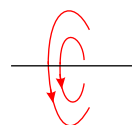


۱۳۳ گزینه ۱

مطابق شکل بردار میدان مغناطیسی ناشی از هر سیم را در نقطه مورد نظر رسم می کنیم. (توجه کنید که میدان در هر نقطه، بر خط اتصالی آن نقطه و سیم عمود است) توجه داریم که سیم ها حامل جریان برابرند و با افزایش فاصله از سیم میدان سیم ضعیف تر می شود. می بینیم که میدان ناشی از سیم های ۱ و ۲ هم اندازه و خلاف جهت اند، پس همدیگر را خنثی می کنند و میدان برآیند ناشی از سیم های ۳ و ۴ که آن دو نیز هم اندازه اند، در راستای افق به راست خواهد بود که در نتیجه گزینه ۱ پاسخ درست است.



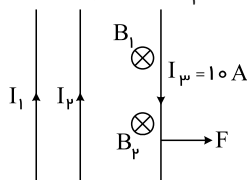
۱۳۴ گزینه ۴ میدان مغناطیسی در اطراف این جزء از سیم حامل جریان، به صورت دایره هایی به مرکز خود سیم هستند که به صورت حلقه هایی در اطراف سیم قرار دارند. پس هیچ میدان مغناطیسی ای توسط این جزء در نقطه P ایجاد نمی شود.



۱۳۵ گزینه ۱ با توجه به اینکه میدان مغناطیسی حاصل از سیم های حامل جریان های I_1 و I_2 در محل حضور سیم با جریان I_3 درون سو است، داریم:

$$B_T = B_1 + B_2 = 0,1 + 0,2 = 0,3T$$

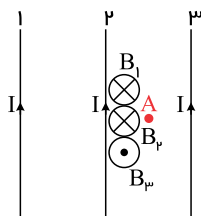
$$F_3 = B_T I_3 L \sin \theta = 0,3 \times 10 \times 5 \times 1 \rightarrow F_3 = 15N$$



طبق قانون دست راست نیروی وارد بر سیم ۳ به سمت راست است.

۱۳۶ گزینه ۱

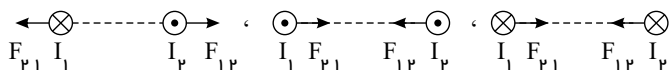
با استفاده از دست راست (انگشت شست دست راست در جهت جریان باشد، چرخش چهار انگشت جهت خطوط میدان را مشخص می کند)، میدان مغناطیسی سیم های ۱ و ۲ در نقطه A درون سو اما میدان سیم ۳ برونسو می باشد و از آنجا که جریان سیم های ۲ و ۳ هم اندازه و فاصله شان تا نقطه A یکسان است، پس میدان های هم اندازه و خلاف جهت دارند که همدیگر را خنثی می کنند و میدان کل فقط میدان سیم ۱ می باشد که درونسو است.



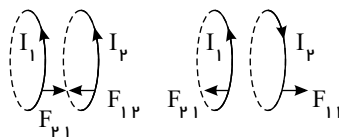
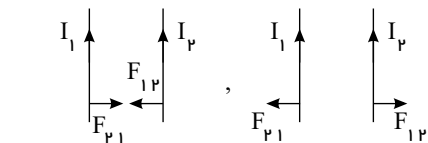
۱۳۷ گزینه ۳ نکات مورد توجه:

(۱) می دانیم که دو سیم رسانای موازی حامل جریان های $\left[\begin{matrix} \text{همسو} \\ \text{غیر همسو} \end{matrix} \right]$ به هم نیروی $\left[\begin{matrix} \text{جاذبه} \\ \text{دافعه} \end{matrix} \right]$ وارد می کنند:

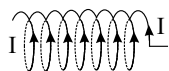
فیزیک یازدهم فصل سه



این نکته در مورد حلقه‌های حامل جریان که سطح آنها موازی یکدیگر باشد نیز قابل تعمیم است:

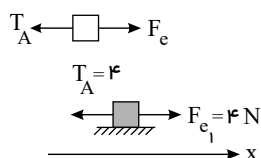


(۲) با اتصال کلید، در حلقه‌های سیم‌لوله جریان‌های هم‌سو تولید می‌شود. بنابراین حلقه‌های دیگر را جذب می‌کنند.



سیم‌لوله طبق متن سؤال، در حالت کشیده شده قرار داشته اگر غیر این بود بایستی:

$$\vec{T}'_A = \vec{0}$$



(۳) در حالت اول: سیم‌لوله مانند فنری است که جسم را می‌کشد:

در حالت دوم:

$$F_{e_2} > F_{e_1} \Rightarrow T'_A > T_A = 4N$$

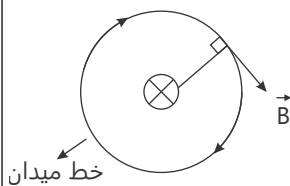
و بدیهی است که جهت نمی‌تواند تغییر کند. (چرا؟)
بنابراین:

$$\vec{T}'_A = -5\vec{i}$$

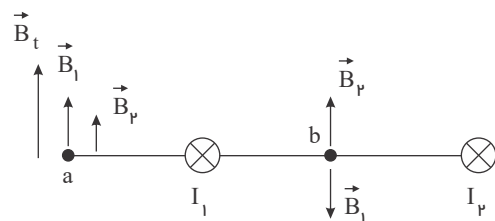
صحیح‌ترین گزینه، گزینه (۳) است.

۱۲۸ گزینه ۲ با توجه به قاعده دست راست، اگر انگشت شست دست راست را در جهت جریان قرار دهیم، جهت چرخش چهار انگشت دیگر جهت خط‌های میدان مغناطیسی در اطراف سیم را نشان می‌دهد.

چون بردار میدان در هر نقطه مماس بر خط میدان در آن نقطه است، پس بردار میدان بر خط واصل بین نقطه مورد نظر و سیم عمود است.



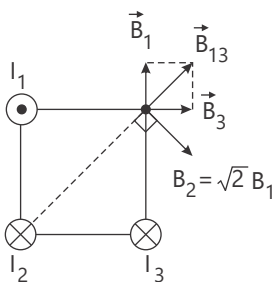
با توجه به توضیح بالا، میدان حاصل از جریان دو سیم را در نقاط a و b رسم می‌کنیم.



در نقطه b چون میدان‌ها هم‌اندازه و خلاف جهت هستند $B_t = 0$ است و در نقطه a، B_t به طرف بالا خواهد بود.

۱۲۹ گزینه ۱ چون جریان‌های I_1 و I_2 برابرند، پس اندازه میدان حاصل از آن‌ها در نقطه O یکسان است، ابتدا با استفاده از قاعده دست راست، جهت میدان مغناطیسی حاصل از جریان سیم‌ها را در نقطه O رسم می‌کنیم.

فیزیک یازدهم فصل سه



$\vec{B}_{13}$ برایند میدان حاصل از میدان‌های سیم‌های (۱) و (۳) است که اندازه آن برابر است با:

$$B_{13} = \sqrt{2} B_1$$

چون $B_{13} = B_2$ است، برایند حاصل از میدان‌های $\vec{B}_{13}$ و $\vec{B}_2$ در جهت افقی خواهد بود و در نتیجه عقربه مغناطیسی در همان جهت میدان برایند قرار می‌گیرد.

۱۳۰ گزینه ۴ فرض کنید میدان برایند در نقطه N برونسو باشد. در این صورت با توجه به این که میدان حاصل از سیم (۱) در نقطه N درونسو است، بنابراین میدان حاصل از سیم (۲) در این نقطه بایستی برونسو باشد، پس جهت جریان عبوری از سیم (۲) به سمت بالا و لذا در نقطه M میدان حاصل از هر یک از دو سیم درونسو و بنابراین میدان برایند در این نقطه نیز درونسو می‌شود که با فرض سؤال در تناقض است.

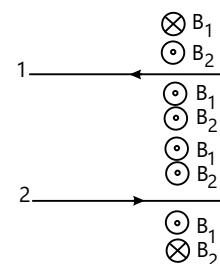
بنابراین میدان برایند در نقطه N درونسو است. اگر جهت جریان سیم (۲) را به سمت پایین بگیریم، میدان حاصل از سیم (۲) در نقطه N درونسو و در نقطه M برونسو است. با توجه به این که نقاط M و N در فاصله یکسان از سیم (۲) قرار دارند. پس بزرگی میدان حاصل از این سیم در این دو نقطه با هم برابر است.

$$\begin{aligned} \text{نقطه } N: B_1 + B_2 &= B_N \\ \text{نقطه } M: B'_1 - B_2 &= B_M \end{aligned} \xrightarrow{B_M=B_N} B_1 + B_2 = B'_1 - B_2 \Rightarrow B'_1 - B_1 = 2B_2 > 0 \Rightarrow B'_1 > B_1 \Rightarrow \text{به تناقض می‌رسیم}$$

پس جریان عبوری از سیم (۲) به سمت بالاست و لذا نیرویی که دو سیم به یکدیگر وارد می‌کنند از نوع جاذبه است.

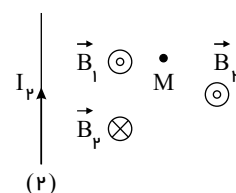
۱۳۱ گزینه ۴ میدان مغناطیسی اطراف هر نقطه سیم راست، با جریان سیم رابطه مستقیم و با فاصله از سیم رابطه عکس دارد.

$$\begin{aligned} B_A &= k\left(\frac{I}{a} - \frac{I}{5a}\right) = k\left(\frac{4I}{5a}\right) \\ B_B &= k\left(\frac{I}{3a} + \frac{I}{a}\right) = k\left(\frac{4I}{3a}\right) \\ B_C &= k\left(\frac{I}{a} + \frac{I}{3a}\right) = k\left(\frac{4I}{3a}\right) \\ B_D &= k\left(\frac{I}{a} - \frac{I}{5a}\right) = k\left(\frac{4I}{5a}\right) \end{aligned}$$



۱۳۲ گزینه ۴

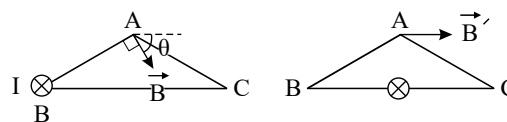
$$\vec{B}_M = 0 \Rightarrow B_2 = B_1 + B_3 = 0, 9T \otimes$$



طبق قاعده دست راست، جریان سیم (۲) باید رو به بالا باشد تا میدان مغناطیسی درون سو در نقطه M ایجاد شود.

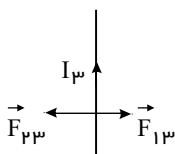
$$\theta = 60^\circ$$

۱۳۳ گزینه ۳

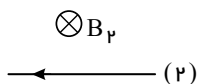


۱۳۴ گزینه ۳

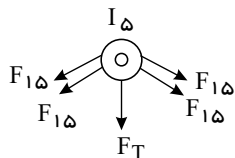
سیم‌های راست با جریان‌های هم‌سو یکدیگر را جذب و سیم‌های راست با جریان‌های ناهم‌سو یکدیگر را دفع می‌کنند.



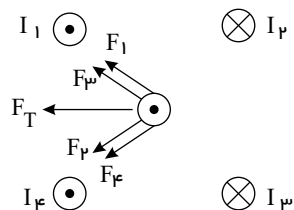
۱۳۵ گزینه ۴ سیم (۲) به نقطه A نزدیک تر است و میدان آن قوی تر است. پس الزاماً باید جهت جریان آن به طرف چپ باشد. ولی جریان سیم (۲) می تواند به سمت راست یا چپ باشد.



۱۳۶ گزینه ۴ سیم های راست با جریان های همسو یکدیگر را جذب و سیم های راست با جریان های ناهم سو، یکدیگر را دفع می کنند.

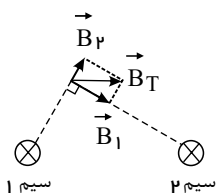


۱۳۷ گزینه ۳ سیم های با جریان های همسو یکدیگر را جذب و سیم های با جریان های ناهم سو یکدیگر را دفع می کنند.

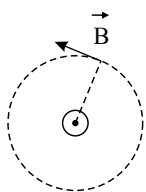


۱۳۸ گزینه ۳

با بررسی انواع حالت ها، متوجه می شویم حالت صحیح حالت درون سو- درون سو است.



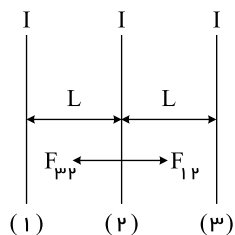
باید دقت کنیم که میدان مغناطیسی یک سیم در هر نقطه، برداری مماس بر دایره گذرنده از آن نقطه و به مرکز سیم است. پس بردار میدان بر شعاع دایره در نقطه مورد نظر عمود خواهد بود.



۱۳۹ گزینه ۳ در شکل (الف) چون جریان سیم ها هم جهت است، پس میدان برآیند بین آن ها نزدیک به سیم با جریان کمتر می تواند صفر شود، یعنی نقطه B در شکل (ب) چون جریان ها مختلف جهت هستند، میدان برآیند خارج فاصله دو سیم و نزدیک به جریان کمتر می تواند صفر شود، یعنی نقطه E . پس گزینه (۳) صحیح است.

۱۴۰ گزینه ۱

در محل سیم ۲ برآیند میدان های مغناطیسی دو سیم دیگر صفر است، چون میدان ها هم اندازه و خلاف جهت هم هستند، از این رو نیرویی به سیم ۲ وارد نمی شود. از طرفی با توجه به تقارن شکل، اندازه نیروی وارد بر سیم ۳، برابر اندازه نیروی وارد بر سیم ۱ است.



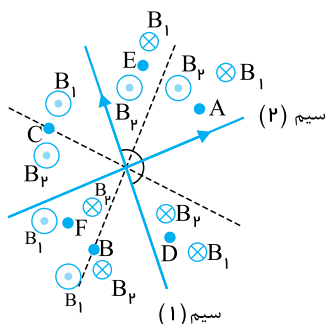
۱۴۱ گزینه ۳ نیروهایی که سیم های موازی حامل جریان بر هم وارد می کنند، طبق قانون سوم نیوتون عمل و عکس العمل هستند، پس $F_{۱۲} = F_{۲۱}$ و خلاف جهت هستند.

۱۴۲ گزینه ۴

شکل زیر جهت میدان مغناطیسی هر سیم را در هریک از نقاط نشان می‌دهد.

نقطه E : میدان دو سیم در خلاف یکدیگر است، ولی با توجه به نزدیکی این نقطه به سیم (۱) میدان این سیم بیشتر است $\Rightarrow$ برآیند میدان در جهت B_1 و درون سو است.

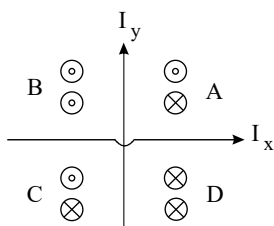
نقطه F : میدان دو سیم در خلاف یکدیگر است، ولی با توجه به نزدیکی نقطه به سیم (۲) میدان این سیم بیشتر است $\Rightarrow$ برآیند میدان در جهت B_2 و درون سو است.



۱۴۳ گزینه ۲ طبق شکل کتاب درسی و اینکه سیم‌های راست با جریان‌های همسو یکدیگر را جذب می‌کنند.

۱۴۴ گزینه ۳

باتوجه به شکل، در نقطه‌های A و C که میدان‌های خلاف جهت ایجاد شده، امکان صفر شدن میدان خالص وجود دارد.



۱۴۵ گزینه ۴ با توجه به اینکه جهت جریان سیم‌ها عکس یکدیگر است، میدان مغناطیسی برآیند در نقطه M ، برابر با اختلاف دو میدان مغناطیسی ناشی از P و Q است؛ بنابراین داریم:

$$B_T = B_P - B_Q = \left(\frac{\mu_0 NI}{\ell} \right)_P - \left(\frac{\mu_0 NI}{\ell} \right)_Q = \frac{12 \times 10^{-7}}{25 \times 10^{-2}} (200I - 150 \times 2) = 4.8 \times 10^{-4} \rightarrow I = 2A$$

$$B_T = B_Q - B_P = \left(\frac{\mu_0 NI}{\ell} \right)_Q - \left(\frac{\mu_0 NI}{\ell} \right)_P = \frac{12 \times 10^{-7}}{25 \times 10^{-2}} (150 \times 2 - 200I) = 4.8 \times 10^{-4} \rightarrow I = 1A$$

۱۴۶ گزینه ۱ طبق رابطه $B = \frac{\mu_0 NI}{\ell}$ ، بزرگی میدان مغناطیسی درون سیم‌لوله با جریان الکتریکی عبوری از آن نسبت مستقیم دارد:

$$\frac{B_2}{B_1} = \frac{I_2}{I_1} \xrightarrow{B_2 = B + \frac{1}{4}B, B_1 = B} \frac{B + \frac{1}{4}B}{B} = \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \frac{5}{4}$$

طبق رابطه $I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r}$ داریم: $(R_{eq} = R_1 + R_2)$ صفر بوده و با توجه به متوالی بودن رئوس و سیم‌لوله داریم: $R_{eq} = R_1 + R_2$

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{\frac{\varepsilon}{R_1 + R_2'}}{\frac{\varepsilon}{R_1 + R_2}} \xrightarrow{\frac{I_2}{I_1} = \frac{5}{4}, R_1 = R, R_2 = 2R} \frac{5}{4} = \frac{3R}{R + R_2'} \Rightarrow 5R + 5R_2' = 12R \Rightarrow R_2' = 1.4R$$

$$\text{درصد تغییرات مقاومت رئوس} = \frac{R_2' - R_2}{R_2} \times 100 = \frac{1.4R - 2R}{2R} \times 100 = -30\%$$

بنابراین مقاومت رئوس را باید ۳۰ درصد کاهش دهیم.

۱۴۷ گزینه ۳ جریان عبوری از مقاومت R_1 برابر است با:

$$P_1 = R_1 I_1^2 \Rightarrow 64 = 4 I_1^2 \Rightarrow I_1 = 4A$$

مقاومت‌های R_1 و R_2 با هم موازی هستند و در نتیجه اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها یکسان است. بنابراین:

$$\Rightarrow 4 \times 4 = 8 \times I_2 \Rightarrow I_2 = 2A \quad v_1 = v_2 \Rightarrow I_1 R_1 = I_2 R_2$$

در نتیجه جریان عبوری از مدار برابر است با:

$$I = I_1 + I_2 = 4 + 2 \Rightarrow I = 6A$$

بنابراین بزرگی میدان مغناطیسی یکنواخت داخل سیم‌لوله برابر است با:

$$B = \mu_0 \frac{N}{\ell} I = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{2000}{0.4} \times 6 \Rightarrow B = 12\pi \times 10^{-4} T = 12\pi mT$$

۱۴۸ گزینه ۲

$$\frac{B_B}{B_A} = \frac{\frac{\cancel{\mu_B} N_B \cancel{I_B}}{\ell_B}}{\frac{\cancel{\mu_A} N_A \cancel{I_A}}{\ell_A}} \Rightarrow \frac{1}{2} = \underbrace{\frac{\ell_A}{\ell_B}}_3 \times \frac{N_B}{N_A} \Rightarrow \frac{N_B}{N_A} = \frac{1}{6}$$

$$N = \frac{L}{2\pi r} \Rightarrow \frac{N_B}{N_A} = \frac{L_B}{L_A} \times \frac{r_A}{r_B} \xrightarrow{r_A = \frac{3}{2}r_B} \frac{1}{6} = \frac{L_B}{L_A} \times \frac{3}{2} \Rightarrow \frac{L_B}{L_A} = \frac{1}{9}$$

$$\frac{R_B}{R_A} = \frac{\rho_B}{\rho_A} \times \frac{L_B}{L_A} \times \frac{A_A}{A_B} \xrightarrow{\rho_B = \rho_A, A_B = A_A} \frac{R_B}{18} = \frac{1}{9} \Rightarrow R_B = 2$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow 2 = \frac{\varepsilon}{18 + 2 + 2} \Rightarrow \varepsilon = 44V$$

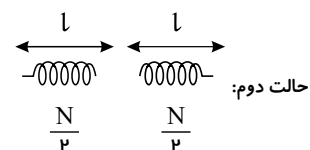
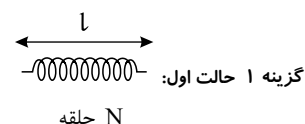
۱۴۹ گزینه ۴

$$P = RI^2 \Rightarrow 22 = 2I^2 \Rightarrow I^2 = 11 \Rightarrow I = 4A$$

$$B \frac{\mu_0 NI}{L} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 30 \times 4}{0.5} = 96\pi \times 10^{-6} T$$

$$F = |q| VB = 2 \times 10^{-6} \times 200 \times 96\pi \times 10^{-6} \xrightarrow{\pi=3} F = 1152 \times 10^{-10} N = 1.152 \times 10^{-5} PN$$

۱۵۰



$$R = \frac{\rho L}{A} \xrightarrow{L_2 = \frac{1}{2}L_1} R_2 = \frac{1}{2}R_1$$

$$I = \frac{V}{R} \xrightarrow{R_2 = \frac{1}{2}R_1} I_2 = 2I_1$$

$$B = \frac{\mu_0 NI}{l} \xrightarrow{l \text{ طول سیموله و ثابت}} \frac{B_2}{B_1} = \frac{1}{2} \times 2 = 1$$

۱۵۱ گزینه ۲

$$\text{حالت اول: } B_T = B_P + B_Q \Rightarrow 300 = \frac{\mu_0}{\ell} (N_P I_P + N_Q I_Q)$$

$$\text{حالت دوم: } B_T = B_P - B_Q \Rightarrow 100 = \frac{\mu_0}{\ell} (N_P I_P - N_Q I_Q) \xrightarrow[\text{برهم}]{\text{تقسیم دو رابطه}} 3 = \frac{N_P I_P + N_Q I_Q}{N_P I_P - N_Q I_Q} \xrightarrow{N_P = 1.5 N_Q} 3 = \frac{1.5 I_P + I_Q}{1.5 I_P - I_Q} \Rightarrow \frac{I_P}{I_Q} = \frac{4}{3}$$

۱۵۲ گزینه ۲

$$N = \frac{L}{2\pi r} \Rightarrow \frac{N_A}{N_B} = \frac{L_A}{L_B} \times \frac{r_B}{r_A} \Rightarrow 2 = \frac{L_A}{L_B} \times 3 \Rightarrow \frac{L_A}{L_B} = \frac{2}{3}$$

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{L_A}{L_B} = \frac{2}{3} \Rightarrow \frac{I_A}{I_B} = \frac{3}{2}$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{d} \Rightarrow \frac{B_A}{B_B} = \frac{I_A}{I_B} = \frac{3}{2}$$

۱۵۳ گزینه ۲ از آنجائی که حلقه‌ها به هم چسبیده‌اند، طول سیموله برابر است با $l = ND$ که در آن N تعداد حلقه‌ها و D قطر سیم است، در نتیجه:

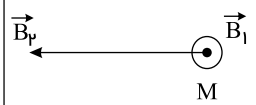
$$B = \frac{\mu_0 NI}{l} \xrightarrow{l=ND} B = \frac{\mu_0 NI}{ND} \Rightarrow B = \frac{\mu_0 I}{D} \Rightarrow B = \frac{12 \times 10^{-7} \times 4}{3 \times 10^{-3}} = 16 \times 10^{-4} T = 16G$$

۱۵۴ گزینه ۲ میدان مغناطیسی درون یک سیم‌لوله آرمانی (سیم‌لوله‌ای که نسبت طول به قطر آن زیاد است) مستقل از قطر سیم‌لوله بوده و از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$B = \mu_0 \frac{NI}{L} = \frac{12,5 \times 10^{-7} \times (5 \times 200) \times 4}{1} = 5 \times 10^{-3} T = 5mT$$

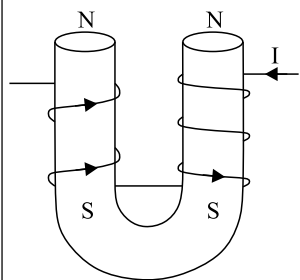
۱۵۵ گزینه ۳ ابتدا جهت میدان مغناطیسی ناشی از سیم‌های (۱) و (۲) را در نقطه M به دست می‌آوریم. برای این کار از قانون دست راست استفاده می‌کنیم به گونه‌ای که انگشت شست را بر روی سیم و در جهت جریان قرار می‌دهیم، حالا جهت بسته شدن چهار انگشت در نقطه M جهت میدان مغناطیسی در آن نقطه را نشان می‌دهد.

با این توضیحات میدان مغناطیسی سیم (۱) یعنی B_1 در نقطه M برون‌سو و میدان مغناطیسی سیم (۲) یعنی B_2 در این نقطه به سمت چپ می‌باشد و چون جریان سیم‌ها یکسان است و فاصله آن‌ها تا نقطه M نیز یکسان است؛ بنابراین میدان مغناطیسی هر دو در این نقطه یکسان است و چون این میدان‌ها بر هم عمودند برآیند آن‌ها به صورت زیر محاسبه می‌شود:



$$B_{\text{برآیند}} = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} = \sqrt{2^2 + 2^2} = 2\sqrt{2}G$$

۱۵۶ گزینه ۴ طبق قاعده دست راست، جهت میدان در داخل هر دو قسمت از میله هم در C و هم در A میدان از میله خارج می‌شود. پس این دو نقطه N هستند؛ بنابراین B, D نیز هر دو S هستند.



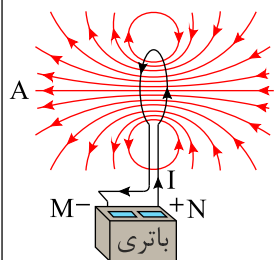
۱۵۷ گزینه ۳

با توجه به رابطه مربوط به تعیین میدان مغناطیسی در مرکز سیم‌لوله داریم:

$$\frac{B_2}{B_1} = \frac{N_2}{N_1} \times \frac{I_2}{I_1} \times \frac{L_1}{L_2} = \frac{400}{100} \times \frac{5}{10} \times \frac{2L}{L} = 4$$

۱۵۸ گزینه ۴

از دید ناظر A ، با استفاده از قاعده دست راست جریان حلقه پادساعتگرد می‌شود.



۱۵۹ گزینه ۱

به سمت چپ $B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2R_1} = \frac{\mu_0 (14)}{2(10 \times 10^{-2})} = 70\mu_0$: میدان مغناطیسی ناشی از حلقه

به سمت راست $B_2 = \frac{\mu_0 N_2 I_2}{\ell_2} = \frac{\mu_0 (150)(9,2)}{40 \times 10^{-2}} = 75\mu_0$: میدان مغناطیسی ناشی از سیم‌لوله

به سمت راست $B_T = B_2 - B_1 = 75\mu_0 - 70\mu_0 = 5\mu_0 = 5 \times 4\pi \times 10^{-7} = 2\pi \times 10^{-6} T$

۱۶۰ گزینه ۱

$$B = \frac{\mu_0 NI}{l} = \frac{12,6 \times 10^{-7} \times 500 \times 3}{0,5} = 3,78 \times 10^{-3} T$$

با قانون دست راست میدان داخل سیم‌لوله از راست به چپ است، پس قطب A ، قطب S است.

۱۶۱ گزینه ۲ قدم اول:

$$P = RI^2 \Rightarrow 24 = 6I^2 \rightarrow I = 2A$$

قدم دوم: اگر تعداد حلقه‌ها در هر متر را با n نمایش دهیم:

$$B = \frac{\mu_0 NI}{\ell} = \mu_0 nI = (4\pi \times 10^{-7})(60)(2) \quad \left(n = \frac{N}{\ell} = \frac{60}{1} = 60 \left(\frac{\text{دور}}{\text{متر}}\right)\right)$$

$$\rightarrow B = 48\pi \times 10^{-6} T \xrightarrow{10^{-4} T = 1 G} B = 48\pi \times 10^{-2} G \rightarrow B = 0.48\pi G$$

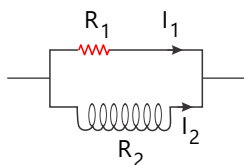
۱۶۲ گزینه ۲ در این سیمولوله چون حلقه‌ها بدون فاصله کنار هم قرار دارند می‌توان به روابط زیر رسید:

ℓ قطر سیم
 N تعداد حلقه
 d طول سیمولوله

$$n = \frac{N}{\ell} = \frac{N}{N \cdot d} = \frac{1}{d}$$

$$B = \mu_0 nI = \frac{\mu_0 I}{d} = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{20}{4 \times 10^{-3}} = 2\pi \times 10^{-2} T$$

۱۶۳ گزینه ۲ ابتدا جریان عبوری از سیمولوله را مشخص می‌کنیم. اختلاف پتانسیل دو شاخه بالا و پایین که موازی‌اند، یکسان است.



$$V_{\text{بالا}} = V_{\text{پایین}} \Rightarrow I_1 R_1 = I_2 R_2 \Rightarrow 4 \times 8 = I_2 \times 8 \Rightarrow I_2 = 4A$$

حال با استفاده از رابطه بزرگی میدان مغناطیسی در داخل یک سیمولوله آرمانی، داریم:

$$B = \mu_0 \frac{N}{\ell} I = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{200}{0.5} \times 4 = 6.4\pi \times 10^{-2} T \Rightarrow B = 6.4\pi G$$

۱۶۴ گزینه ۱ با استفاده از رابطه بزرگی میدان مغناطیسی درون یک سیمولوله آرمانی و در نظر گرفتن این نکته که سیم‌های این سیمولوله‌ها به قطر D به یکدیگر چسبیده‌اند، داریم:

$$B = \mu_0 \frac{N}{\ell} I \xrightarrow{\ell=ND} B = \frac{\mu_0}{D} I$$

چون در این سؤال قطر سیم عوض نشده است، داریم:

$$\frac{B_2}{B_1} = \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow \frac{3B_1}{B_1} = \frac{nI_1}{I_1} \Rightarrow n = 3$$

۱۶۵ گزینه ۳ با توجه به رابطه میدان مغناطیسی در مرکز سیمولوله، در صورتی برابند میدان مغناطیسی ناشی از دو سیمولوله در نقطه M برابر صفر می‌شود که اندازه میدان حاصل از دو سیمولوله در این نقطه با یکدیگر برابر باشد.

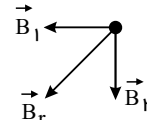
$$B_Q = \mu_0 \frac{N_Q}{\ell_Q} I_Q$$

$$B_P = \mu_0 \frac{N_P}{\ell_P} I_P \xrightarrow[\ell_P=1.4N_Q]{\ell_Q=1.4\ell_P, B_Q=B_P} \frac{N_Q}{1.4\ell_P} I_Q = \frac{1.4N_Q}{\ell_P} I_P \Rightarrow \frac{I_Q}{I_P} = \frac{42}{25}$$

۱۶۶ گزینه ۱

$$B_T = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} = \frac{\mu_0}{2R} \sqrt{I_1^2 + I_2^2}$$

$$B_T = \frac{\mu_0}{2 \times 2 \times 10^{-2}} \times 50 \times 10^{-3} = \frac{5\mu_0}{4} T$$



۱۶۷ گزینه ۲

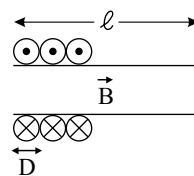
$$B = \frac{\mu_0 I}{d} \Rightarrow 8 \times 10^{-3} = \frac{12 \times 10^{-3} \times 10}{d} \Rightarrow d = 1.5 \times 10^{-3} m = 1.5 mm$$

۱۶۸ گزینه ۳ مطابق شکل زیر اگر قطر سیم D باشد، می‌توان طول سیمولوله را برحسب قطر سیم به دست آورد.

فیزیک یازدهم فصل سه

$$\ell = N \cdot D \Rightarrow \frac{N}{\ell} = \frac{1}{D}$$

$$B = \mu_0 \frac{N}{\ell} I = \mu_0 \frac{I}{D}$$



$$\Rightarrow B = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{0.2}{\pi \times 10^{-3}} \Rightarrow B = 0.8 \times 10^{-4} T = 0.8 G$$

۱۶۹ گزینه ۲

$$\Delta V_{R_V} = R_V I_V \Rightarrow I_V = \frac{12}{4} = 3 A \Rightarrow I_V = 4 A$$

پس جریان مدار برابر V_A است.

$$B = \frac{\mu_0 N I}{\ell} \xrightarrow[\ell=N \cdot d]{\text{سیملوله با حلقه های فشرده}} B = \frac{\mu_0 I}{d} = \frac{12 \times 10^{-7} \times 2}{1 \times 10^{-3}} = 24 \times 10^{-4} T = 24 G$$

$$2 \Delta B = \mu_0 \frac{N}{\ell} \Delta I \Rightarrow 12 \times 10^{-4} = \frac{4 \times 3.14 \times 10^{-7} \times N \times (3 - 2)}{15.7 \times 10^{-2}} \Rightarrow N = 150$$

۱۷۰

۱۷۱ گزینه ۲ برای اینکه جهت میدان مغناطیسی قرینه شود، باید جهت جریان تغییر کند.

$$B = \frac{\mu_0 N I}{\ell} \xrightarrow{N = \frac{L}{2\pi r}} B = \frac{\mu_0 L I}{2\pi r \ell}$$

چون B با معکوس r متناسب است، برای نصف شدن میدان مغناطیسی، شعاع حلقه ها باید ۲ برابر شود.

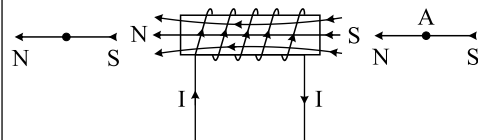
۱۷۲ گزینه ۲ ابتدا شعاع حلقه را محاسبه می کنیم:

$$2\pi R = 20 \Rightarrow R = \frac{20}{2\pi} = \frac{10}{\pi} cm = \frac{10}{\pi} \times 10^{-2} m$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{2R} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 10}{2(\frac{10}{\pi} \times 10^{-2})} \Rightarrow B = \frac{4\pi^2 \times 10^{-6}}{20 \times 10^{-2}} = 2 \times 10^{-4} T = 2 \times 10^{-4} \times 10^4 G = 2 G$$

۱۷۳ گزینه ۴

با توجه به قانون دست راست و جهت جریان در سیملوله نتیجه می گیریم جهت میدان مغناطیسی درون سیملوله از راست به چپ می باشد و چون میدان درون سیملوله از S به N است، پس سمت راست سیملوله قطب S و سمت چپ سیملوله قطب N خواهد شد.



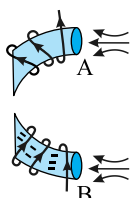
با توجه به قطب های S و N ایجاد شده عقربه های قرار گرفته در A و B مطابق شکل فوق قرار می گیرند و گزینه ۴ صحیح است.

۱۷۴ گزینه ۱ رابطه میدان مغناطیسی $B = \mu_0 \frac{NI}{l}$ می باشد، پس داریم:

$$\frac{B_A}{B_B} = \frac{I_A}{I_B} \times \frac{N_A}{N_B} \times \frac{l_B}{l_A} \xrightarrow[l_A=4l_B]{N_A=2N_B} \frac{B_A}{B_B} = 1 \times \frac{2N_B}{N_B} \times \frac{l_B}{4l_B} = \frac{1}{2}$$

۱۷۵ گزینه ۱

با قانون دست راست، با توجه به جهت جریان، خطوط میدان به A و B وارد می شود و هر دو قطب S هستند.



۱۷۶ گزینه ۲ تعداد دور پیچه برابر است با:

$$L = N(2\pi R) \Rightarrow N = \frac{L}{2\pi R}$$

حال با استفاده از رابطه بزرگی میدان مغناطیسی در مرکز یک پیچه مسطح، داریم:

$$B = \frac{\mu_0 N I}{2R} = \frac{\mu_0 L I}{2\pi R^2} \Rightarrow R^2 = \frac{\mu_0 L I}{2\pi B} \Rightarrow R^2 = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 3.14 \times 2}{4\pi \times 5\pi \times 10^{-4}} = 4 \times 10^{-4} \Rightarrow R = 0.02 m = 2 cm$$

۱۷۷ گزینه ۲ ابتدا تعداد حلقه‌های سیملوله را می‌یابیم. داریم:

$$N = \frac{L}{2\pi R} = \frac{15}{2\pi \times 2 \times 10^{-2}} \Rightarrow N = \frac{375}{\pi} \text{ دور}$$

حال طبق رابطه بزرگی میدان مغناطیسی در محور سیملوله، داریم:

$$B = \mu_0 \frac{N}{L} I \Rightarrow B = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{375}{\pi \times 0.3} \times 2 = 10^{-7} T = 10 G$$

۱۷۸ گزینه ۱ میدان داخل سیملوله، هم‌راستا با سیم است. پس $\sin \theta = 0$ و نیرویی به سیم وارد نمی‌شود.

۱۷۹ گزینه ۱ با توجه به رابطه بزرگی میدان مغناطیسی یک نقطه داخل یک سیملوله آرمانی دور از لبه‌های آن، داریم:

$$B = \frac{\mu_0 NI}{\ell} \Rightarrow 0.4 = 1.2 \times 10^{-6} \times \frac{N}{0.3} \times 5 \Rightarrow N = 2 \times 10^4 \text{ دور}$$

۱۸۰ گزینه ۲ این ماده باید از نوع فرومغناطیس باشد چون حوزه‌های مغناطیسی دارد که با حذف میدان، خاصیت مغناطیسی از بین رفته است، پس باید فرومغناطیسی نرم باشد که می‌توان کبالت را مثال زد.

۱۸۱ گزینه ۳ چون جنس میله‌ها از ماده فرومغناطیسی سخت است و میدان سیملوله بزرگ است، میله‌ها تبدیل به آهنربای دائمی شده و از هم دور می‌شوند و مدتی در همان حالت خواهند بود.

۱۸۲ گزینه ۲ چون جهت‌گیری‌های دوقطبی‌های ماده خلاف جهت میدان آهنربا است، پس ماده، دیامغناطیس است.

۱۸۳ گزینه ۱ همه عبارت‌ها به جز (ث) نادرست هستند.

۱۸۴ گزینه ۱ گزینه (۱) نادرست است، زیرا اتم‌های مواد پارامغناطیسی، خاصیت مغناطیسی دارند، اما دوقطبی‌های مغناطیسی وابسته به آن‌ها، به‌طور کاتوره‌ای سمت‌گیری کرده‌اند و میدان مغناطیسی خالصی ایجاد نمی‌کنند.
سه گزینه دیگر درست هستند.

۱۸۵ گزینه ۴ مطابق متن کتاب درسی گزینه ۴ درست است.

۱۸۶ گزینه ۲ با توجه به وضعیت دوقطبی‌های مغناطیسی نمایش داده‌شده، جسم M می‌تواند پارامغناطیس (به علت عدم وجود حوزه‌های مغناطیسی) و جسم N فرومغناطیس (به علت داشتن حوزه‌های مغناطیسی) باشد.

۱۸۷ گزینه ۳ الف) درست.

ب) مگنتز یک پارامغناطیس و نیکل، فرومغناطیس است، پس نادرست.

پ) خاصیت مغناطیسی آهن خالص موقتی است، بنابراین نادرست.

ت) در دیامغناطیس، قطبش القایی مولکول‌ها در خلاف جهت میدان خارجی اعمال‌شده ماست، پس نادرست.

ب و پ و ت نادرست است.

۱۸۸ گزینه ۴ گزاره‌های الف، ب و پ به‌ترتیب ویژگی‌های مواد پارامغناطیس، دیامغناطیس و فرومغناطیس سخت هستند که در گزینه (۴) این مواد، به‌ترتیب درست، مشاهده می‌شود.

دقت کنید در گزینه (۳)، کبالت جزو مواد فرومغناطیس نرم و آلیاژهای آن جزو مواد فرومغناطیس سخت است و نمی‌تواند پاسخ درست باشد.

۱۸۹ گزینه ۲ مواد دیامغناطیسی به‌طور ذاتی فاقد خاصیت مغناطیسی هستند ولی هنگامی که در میدان مغناطیسی خارجی قرار می‌گیرند، به سبب القاء، دوقطبی‌های مغناطیسی در خلاف سوی میدان مغناطیسی در آن القاء می‌شوند.

۱۹۰ گزینه ۴ بررسی گزینه‌های نادرست:

گزینه ۱: مواد پارامغناطیسی خاصیت مغناطیسی دارند اما دوقطبی‌های مغناطیسی وابسته به آن‌ها، به‌طور کاتوره‌ای سمت‌گیری کرده‌اند و میدان مغناطیسی خالصی ایجاد نمی‌کنند.

گزینه ۲: اتم‌های مواد دیامغناطیسی به‌طور ذاتی فاقد خاصیت مغناطیسی‌اند و برای ساخت آهنرباهای دائمی از مواد فرومغناطیسی سخت استفاده می‌شود.

گزینه ۳: از مواد فرومغناطیسی نرم برای ساختن آهنرباهای الکتریکی استفاده می‌شود.

۱۹۱ گزینه ۴ آلیاژهای نیکل و کبالت جزء مواد فرومغناطیسی سخت هستند و طبق متن کتاب درسی گزینه (۴) صحیح است. در این مواد، سمت‌گیری دوقطبی‌های مغناطیسی حوزه‌ها پس از حذف میدان خارجی، تا مدت زیادی، تقریباً بدون تغییر باقی می‌ماند. به همین دلیل، این مواد برای ساختن آهنرباهای دائمی مناسب‌اند.
گزینه ۱: درباره مواد پارامغناطیسی، گزینه (۲)، درباره مواد فرومغناطیسی نرم و گزینه (۳)، درباره مواد دیامغناطیسی صحیح است.

۱۹۲ گزینه ۱ طبق متن کتاب درسی.

۱۹۳ گزینه ۳ مقدار شار اولیه برابر است با: (دقت کنید که زاویه بین نیم خط عمود بر سطح و میدان مغناطیسی، 30° است)

$$\varphi_1 = AB \cos \theta \xrightarrow{\theta=30^\circ} \varphi_1 = 200 \times 10^{-4} \times 2 \times 10^{-3} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 2\sqrt{3} \times 10^{-5} (Wb)$$

برای پاسخ به این سوال بهتر است مقدار شار ثانویه در هر یک از گزینه‌ها را به‌دست آوریم:

گزینه ۱) با کاهش ۵۰ درصدی زاویه سطح حلقه با خطهای میدان، زاویه نیم خط عمود بر سطح با میدان از ۳۰° به ۶۰° می رسد. چرا؟

$$\varphi_r = AB \cos \theta' \xrightarrow{\theta' = 60^\circ} \varphi_r = 200 \times 10^{-4} \times 2 \times 10^{-3} \times \frac{1}{2} = 2 \times 10^{-5} (Wb)$$

با توجه به این تغییر، شار کاهش یافته است، بنابراین گزینه ۱، رد می شود.

گزینه ۲) در این حالت با افزایش ۵۰ درصدی زاویه سطح حلقه با خطهای میدان، زاویه نیم خط عمود بر سطح با میدان ۳۰° کاهش یافته و به صفر می رسد. چرا؟

$$\varphi_r = AB \cos \theta' \xrightarrow{\theta' = 0^\circ} \varphi_r = 200 \times 10^{-4} \times 2 \times 10^{-3} \times 1 = 4 \times 10^{-5} (Wb)$$

گزینه ۳) در این جا بدون تغییر زاویه داریم:

$$\varphi_r = AB_r \cos \theta' \xrightarrow{B_r = 0.707T} \varphi_r = 200 \times 10^{-4} \times 4 \times 10^{-3} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 4\sqrt{3} \times 10^{-5} (Wb)$$

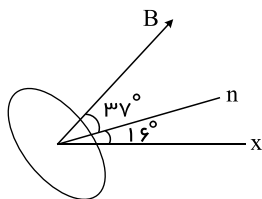
گزینه ۴) کاهش ۱۵ درجه ای زاویه سطح با خطهای میدان، معادل افزایش ۱۵ درجه ای بین نیم خط عمود بر سطح و میدان است. بنابراین:

$$\varphi_r = AB_r \cos \theta' \xrightarrow{\theta' = 45^\circ, B_r = 0.707T} \varphi_r = 200 \times 10^{-4} \times 3 \times 10^{-3} \times \frac{\sqrt{2}}{2} = 3\sqrt{2} \times 10^{-5} (Wb)$$

با توجه به مقادیر به دست آمده، گزینه ۳) بیشترین افزایش شار را ایجاد می کند.

۱۹۴ گزینه ۳

در ابتدا بردار میدان مغناطیسی را به صورت زیر رسم می کنیم. (زاویه بین میدان B و سوی مثبت محور x برابر ۵۳° است. چرا؟) حال اگر سطح حلقه $\vec{B}_y = 0.4j$ و $\vec{B}_x = 0.3i$ را به گونه ای رسم کنیم که نیم خط عمود بر سطح با سوی مثبت محور x زاویه ۱۶° بسازد، یکی از این حالتها به صورت زیر است: بنابراین یکی از حالت های گفته شده به صورتی است که زاویه بین نیم خط عمود بر سطح و بردار میدان مغناطیسی زاویه ۳۷° می سازند. از این رو داریم:



$$\varphi = B \cdot A \cdot \cos \theta = (0.5)(100 \times 10^{-4})(0.8) = 4 \times 10^{-3} Wb = 4mWb$$

۱۹۵ گزینه ۳ می دانیم که شار مغناطیسی گذرنده از یک سطح، از رابطه $\Phi = BA \cos \theta$ محاسبه می شود که در آن θ زاویه بین نیم خط عمود بر سطح و بردار میدان مغناطیسی است. بنابراین با توجه به جهت بردار میدان مغناطیسی داده شده، شار مغناطیسی عبوری از هر سطح را محاسبه کرده و با یکدیگر مقایسه می کنیم.

$$\Phi_1 = BA_1 \cos \theta_1 \xrightarrow{\theta_1 = 90^\circ} \Phi_1 = 0 \quad (\text{میدان مغناطیسی در صفحه } x-y \text{ است و بردار عمود بر سطح (۱) در امتداد محور } z \text{ است})$$

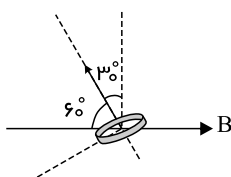
$$\Phi_r = BA_r \cos \theta_r \xrightarrow{B=B_x=1T, \theta_r=0, A_r=200cm^2} \Phi_r = 10 \times 200 \times 10^{-4} \times (1) = 0.2Wb$$

$$\Phi_r = BA_r \cos \theta_r \xrightarrow{B=B_y=2T, \theta_r=0, A_r=400cm^2} \Phi_r = 20 \times 400 \times 10^{-4} \times (1) = 0.8Wb$$

با مقایسه مقادیر به دست آمده، $\Phi_r > \Phi_1$ است

۱۹۶ گزینه ۳

با توجه به شکل، زاویه بین امتداد نیم خط عمود بر سطح و خطهای میدان مغناطیسی یکنواخت ۶۰° است. بنابراین داریم:



$$\Phi = B \cdot A \cdot \cos 60^\circ$$

۱۹۷ گزینه ۳ در صورت دوران حلقه حول محور z زاویه بین میدان مغناطیسی و خط عمود بر حلقه تغییر نمی‌کند (زیرا هر دو در راستای محور z می‌باشند) و بنابراین شار مغناطیسی عبوری از حلقه نیز تغییر نمی‌کند.

۱۹۸ گزینه ۲ در حالت (الف)، سطح قاب عمود بر خط‌های میدان قرار دارد و اندازه شار عبوری، بیشینه است. ($\Phi = BA$)

در حالت (ب) سطح قاب به موازات خط‌های میدان قرار دارد و هیچ خط میدانی از قاب عبور نمی‌کند و شار عبوری کمترین مقدار (صفر) را دارد.

در حالت (پ) زاویه بین خط عمود بر سطح حلقه و خط‌های میدان 60° درجه است و اندازه شار مغناطیسی برابر است با: $\Phi = BA \cos 60^\circ = \frac{1}{2}BA$

پس پاسخ سؤال، حالت (ب) است.

۱۹۹ گزینه ۱

با تغییر میدان مغناطیسی داخل حلقه‌ها نیروی محرکه‌ای ایجاد می‌شود یعنی انگار دو باتری در مدار داریم که نیروی محرکه القایی را به دست می‌آوریم:

$$\varepsilon = \left| -N \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} \right| = \left| -N \frac{A \Delta B}{\Delta t} \right| = \pi r^2 \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

چون جهت نیروهای محرکه در خلاف جهت یکدیگر است داریم:

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon_1 &= 3 \times (0.1)^2 \times 20 = 0.6V \\ \varepsilon_2 &= 3 \times (0.05)^2 \times 20 = 0.15V \end{aligned} \right\} I = \frac{0.6 - 0.15}{4.5} = 0.1A$$

۲۰۰ گزینه ۳

با حرکت میله روی قاب نیروی محرکه‌ای در قاب القا می‌شود که به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$\varepsilon = BLv = 0.005 \times 10^{-4} \times 0.1 \times 50 = 2.5V$$

به دلیل حرکت میله به سمت چپ و کاهش شار عبوری از حلقه طبق قانون لنز میدان القایی B' در جهت B القا می‌شود ($B' \Rightarrow \otimes$) لذا طبق قاعده دست راست نیروی محرکه در مدار موافق با نیروی محرکه باتری خواهد بود.

با استفاده از رابطه $I = \frac{\sum \varepsilon_r}{\sum r + \sum R}$ داریم:

$$I = \frac{10 + 2.5}{2.5 + 10} = 1 \text{ A}$$

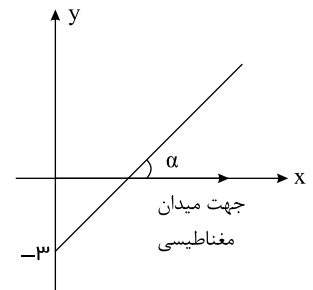
۲۰۱ گزینه ۱

ابتدا معادله خط را به صورت مرتب می‌نویسیم تا شیب خط به دست بیاید و سپس خط را رسم می‌کنیم. از آنجا که شیب خط همان α و t می‌باشد، داریم:

$$y = \frac{3}{5}x - 3$$

$$\tan \alpha = m = \frac{3}{5}$$

$$\frac{1}{\cos^2 \alpha} = 1 + \tan^2 \alpha \rightarrow \frac{1}{\cos^2 \alpha} = 1 + \frac{9}{25} = \frac{34}{25} \rightarrow \cos \alpha = \frac{5}{\sqrt{34}} = \frac{5\sqrt{34}}{34}$$



حال شار عبوری از سطح را می‌یابیم:

$$\varphi = AB \cos \alpha = 0.3 \times 0.4 \times 0.34 \times \frac{5\sqrt{34}}{34} = 0.006\sqrt{34} \text{ Wb}$$

۲۰۲ گزینه ۲ می‌دانیم در محاسبه شار $(\Phi = AB \cos \theta)$ ، A مساحت بخشی از مدار بسته است که خطوط میدان از آن می‌گذرد که با توجه به اینکه خطوط میدان درون سیملوله است، A در واقع همان مساحت سیملوله است. (بخش مشترک پیچه و سیملوله)

ابتدا با توجه به تغییر جریان سیملوله تغییر میدان آن را می‌یابیم:

$$\begin{aligned} \Delta B &= \frac{\mu_0 N \text{ سیملوله } \Delta I}{\ell} \\ \Delta I &= \frac{\varepsilon_2}{R+r} - \frac{\varepsilon_1}{R+r} = \frac{30 - 5}{4+1} = 5(A) \\ \Rightarrow \Delta B &= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 10 \times 5}{20 \times 10^{-2}} = \pi \times 10^{-4} \end{aligned}$$

حال برای محاسبه $\Delta \Phi$ داریم:

$$\Delta \Phi = \Delta BA \text{ سیملوله } \cos \theta \Rightarrow \Delta \Phi = \pi \times 10^{-4} \times \pi (4 \times 10^{-2})^2 = 16\pi^2 (10^{-8}) = 16 \times 10^{-7} \text{ Wb}$$

$$I = \left| -\frac{N}{R} \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = \left| -\frac{100}{0.5} \times \frac{16 \times 10^{-7}}{1} \right| = 32 \times 10^{-5} A = 0.32 mA$$

۲۰۳ گزینه ۲ در این جا تغییر شار مغناطیسی به دلیل تغییر میدان مغناطیسی است؛ بنابراین داریم:

$$\text{مساحت حلقه} : A = \pi r^2 = 3 \times (3 \times 10^{-2})^2 = 3 \times 9 \times 10^{-4} = 27 \times 10^{-4}$$

$$\varphi = BA \cos \theta = BA \cos 0 = BA$$

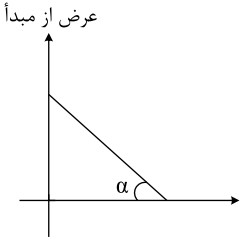
$$\bar{I} = \left| \frac{\bar{\varepsilon}}{R} \right| = \left| \frac{N}{R} \left(\frac{\Delta \varphi}{\Delta t} \right) \right| = \frac{N}{R} \left| \frac{\Delta(BA)}{\Delta t} \right| = \frac{NA}{R} \left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| \Rightarrow 0.75 = \frac{1 \times 27 \times 10^{-4}}{7.2 \times 10^{-4}} \left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| \Rightarrow 0.75 = 3.75 \left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| \Rightarrow \left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| = 0.2$$

۲۰۴ گزینه ۴ با استفاده از قانون القای فاراده برای یک پیچه داریم:

$$\bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} = -NA \cos \theta \frac{\Delta B}{\Delta t} \begin{cases} N = 200 \\ A = \pi r^2 = 3 \times 10^{-2} m^2 \\ \cos \theta = \cos 0 = 1 \end{cases}$$

راه اول: برای محاسبه ΔB در بازه موردنظر باید معادله خط را بنویسیم:

$$\begin{cases} \text{چون خط نزولی است، شیب باید منفی باشد} & -20 \frac{T}{s} \\ \text{معادله خط} & B = -20t + 1 \end{cases}$$



البته از راه‌های رایجی که در سال‌های گذشته خوانده‌اید نیز می‌توانید شیب خط و معادله خط را به دست آورید.

$$\Rightarrow \begin{cases} t_1 = 10 ms \rightarrow B_1 = -20 \times 10 \times 10^{-3} + 1 = 0.8 T \\ t_2 = 20 ms \rightarrow B_2 = -20 \times 20 \times 10^{-3} + 1 = 0.6 T \end{cases}$$

$$\Rightarrow \bar{\varepsilon} = -NA \cos \theta \frac{\Delta B}{\Delta t} = -200 \times 3 \times 10^{-2} \times 1 \times \frac{0.6 - 0.8}{10 \times 10^{-3}} = 120 V$$

راه دوم:

چون نمودار خطی است، بنابراین مقدار $\frac{\Delta B}{\Delta t}$ در هر بازه دلخواه Δt یکسان و برابر با همان شیب خط است. در نتیجه نیازی نبود معادله خط را به دست آوریم:

$$\frac{\Delta B}{\Delta t} = -\frac{10000 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-3}} = -20 \frac{T}{s}$$

$$\rightarrow \bar{\varepsilon} = -NA \cos \theta \frac{\Delta B}{\Delta t} = -200 \times 3 \times 10^{-2} \times 1 \times (-20) = 120 V$$

۲۰۵ گزینه ۱ ابتدا معادله سهمی را می‌نویسیم:

$$\Phi = At^2, t = 4 \Rightarrow \Phi = 1$$

$$1 = A(4)^2 \Rightarrow A = \frac{1}{16} \Rightarrow \Phi = \frac{1}{16} t^2$$

$$t = 0 \Rightarrow \Phi = 0$$

$$t = 1 \Rightarrow \Phi = \frac{1}{16} \Rightarrow |\varepsilon_{av}| = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = \frac{\frac{1}{16} - 0}{1 - 0} = \frac{1}{16} \frac{Wb}{ms} = \frac{1}{16} \times 10^3 \frac{Wb}{s} = \frac{1}{16} \times 10^3 V = 62.5 kV$$

۲۰۶ گزینه ۲ می‌دانیم که با تغییر شار مغناطیسی، نیروی محرکه القایی به وجود آمده، در مدار رسانای شامل پیچه، جریان الکتریکی برقرار می‌کند، بنابراین داریم:

$$\Delta q = I \cdot \Delta t = \frac{N \Delta \Phi}{R \Delta t} \times \Delta t \Rightarrow \Delta q = \frac{N \Delta \Phi}{R} \Rightarrow \Delta q = \frac{100 \times 5 \times 10^{-2}}{10} \Rightarrow \Delta q = 0.5 C$$

۲۰۷ گزینه ۲ تابع I_1 بر حسب t ، درجه اول است؛ بنابراین مقدار $\frac{\Delta I}{\Delta t}$ در هر بازه زمانی ثابت و برابر $2 A$ است. بنابراین نیروی محرکه القایی متوسط طبق رابطه $\bar{\varepsilon}_2 = -N_2 \frac{\Delta \phi_2}{\Delta t}$ (در سیملوله سمت راست) و در نتیجه جریان القایی متوسط (در سیملوله سمت راست) در تمام بازه‌های زمانی ثابت و بنابراین I_2 القایی هم ثابت است.

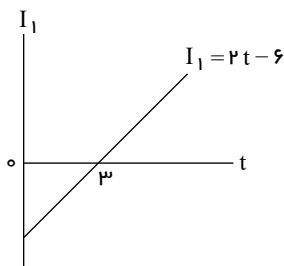
دقت داریم که:

$$(2) \phi_2 = A_2 B_1 \Rightarrow \Delta \phi_2 = A_2 \Delta B_1$$

$$(1) B_1 \propto I_1 \Rightarrow \Delta B_1 \propto \Delta I_1 = 2 \Delta t$$

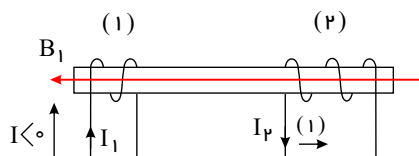
$$\Rightarrow \bar{\varepsilon}_r = -N_r \frac{\Delta \phi_r}{\Delta t} = -N_r \left(\frac{r \Delta t}{\Delta t} \right) = -r N_r = \text{ثابت} \rightarrow (I_r) = \frac{\bar{\varepsilon}_r}{R} = \text{ثابت}$$

اگر نمودار $(I_1 - t)$ را رسم کنیم، مشاهده می‌کنیم:

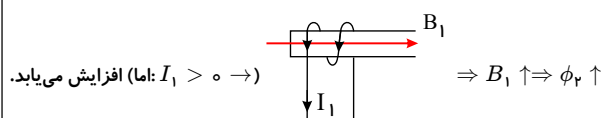


اندازهٔ جریان الکتریکی I_1 در جهت نشان داده‌شده در شکل ابتدا کاهش می‌یابد.

بنابراین (B_1) گذرنده از سیم‌لولهٔ (۲) و در نتیجه کاهش ϕ_r یافته و طبق قانون لنز جریان (I_r) در جهت (۱) خواهد بود.

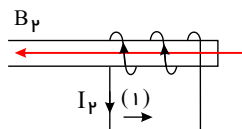


از لحظهٔ $t = 3s$ به بعد همه چیز وارون می‌شود.



جهت I_r به گونه‌ای است که میدان حاصل از آن با افزایش ϕ_r مخالفت کند:

یعنی همانند قسمت قبل باز هم در جهت (۱)



۲۰۸ گزینه ۲ با حرکت سیم MN به سمت راست، مساحت قاب افزایش یافته و در نتیجه شار مغناطیسی عبوری از آن نیز افزایش می‌یابد. برای جلوگیری از افزایش شار مغناطیسی، باید میدان مغناطیسی القایی در خلاف جهت میدان مغناطیسی خارجی باشد، بنابراین طبق قاعدهٔ دست راست جهت جریان القایی از M به N خواهد بود. همچنین برای محاسبهٔ جریان القایی می‌توان نوشت:

$$\Rightarrow \bar{I} = \frac{1 \times 1.6 \times 10^{-2}}{2} \times 1.5 \Rightarrow I = 12 \times 10^{-3} A = 12 mA \quad |\bar{\varepsilon}| = R\bar{I} \Rightarrow -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} = R\bar{I} \Rightarrow NB \left| -\frac{\Delta A}{\Delta t} \right| = R\bar{I} \Rightarrow \bar{I} = \frac{NB}{R} \left| -\frac{\Delta A}{\Delta t} \right|$$

۲۰۹ گزینه ۲ ابتدا معادلهٔ سهمی را می‌نویسیم:

$$\Phi = a(t - 4)^2 \quad \left| \begin{array}{l} t=0 \\ \Phi=8 \end{array} \right. \Rightarrow 8 = a(0 - 4)^2 \Rightarrow a = \frac{1}{2} \Rightarrow \Phi = \frac{1}{2}(t - 4)^2$$

معادلهٔ شار - زمان

$$\xrightarrow{t=4s} \Phi_1 = 0 \Rightarrow |\bar{\varepsilon}| = N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = 1 \times \frac{2 - 0}{6 - 4} = 1$$

$$\xrightarrow{t=6s} \Phi_2 = 2$$

۲۱۰ گزینه ۴

$$\text{طول حلقه} : \ell = 2\pi r = 2 \times 3 \times 0.2 = 1.2m$$

$$R = P \frac{\ell}{A} = 1.7 \times 10^{-8} \times \frac{1.2}{3 \times (2 \times 10^{-3})^2} = 1.7 \times 10^{-3} \Omega$$

$$\Delta q = I \cdot \Delta t = \left(\frac{N}{R} \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right) \Delta t = \frac{N}{R} \Delta \Phi = \frac{N}{R} \cdot A \Delta B$$

$$A \Delta B \Rightarrow \Delta q = \frac{1}{1.7 \times 10^{-3}} \times (3 \times 0.2^2) \times 0.1 = 360 C$$

۲۱۱ گزینه ۳ سطح زیر نمودار $\varepsilon - t$ برای یک حلقه، نشان‌گر تغییر شار مغناطیسی است.

$$\Delta \Phi = S_{\text{زیر نمودار}} = + \frac{4 \times 10}{2} - \frac{2 \times 10}{2} = 10 WB$$

$$|\bar{\varepsilon}| = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{10}{6} = \frac{5}{3}$$

۲۱۲ گزینه ۴ تغییرات شار در دو ثانیه دوم:

$$\Delta\phi' = \phi_f - \phi_r$$

تغییرات شار در دو ثانیه اول:

$$\Delta\phi = \phi_o - \phi_s$$

$$\bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t} \xrightarrow{N=N'} \frac{\bar{\varepsilon}'}{\bar{\varepsilon}} = \frac{\Delta\phi'}{\Delta\phi} = \frac{\Delta\phi_{r \rightarrow f}}{\Delta\phi_{o \rightarrow r}}$$

$$\phi = t^r - 3t + 1 \Rightarrow \begin{cases} \phi_o = +1Wb \\ \phi_r = 2^r - 3 \times 2 + 1 = -1Wb \\ \phi_f = 3^r - 3 \times 4 + 1 = +5Wb \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \Delta\phi_{r \rightarrow f} = \phi_f - \phi_r = +5 - (-1) = +6Wb \\ \Delta\phi_{o \rightarrow r} = \phi_r - \phi_o = -1 - (+1) = -2Wb \end{cases} \Rightarrow \frac{\bar{\varepsilon}'}{\bar{\varepsilon}} = \frac{+6}{-2} = -3$$

۲۱۳ گزینه ۳

$$\Delta q = I \Delta t = \left(\frac{N}{R} \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right) \Delta t \Rightarrow \Delta q = \frac{N}{R} (A \cdot \Delta B \cdot \underbrace{\cos 0^\circ}_1) = \frac{100}{2} (200 \times 10^{-4} \times (0,12 - (-0,28))) \Rightarrow \Delta q = 0,04C$$

۲۱۴ گزینه ۳ ابتدا سرعت حرکت میله را سه ثانیه پس از شروع حرکت به دست می آوریم:

$$v = at + v_o \Rightarrow v = 0,8t + 0 = 0,8 \times 3 = 2,4 \frac{m}{s}$$

$$\varepsilon = Blv = 0,25 \times \ell \times 2,4 = 0,6 \ell V$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{0,6 \ell}{2 \times \ell} = 0,3A$$

۲۱۵ گزینه ۱

$$\Phi = BA \cos \theta = 0,02 \times (3 \times 0,2^r) \cos \theta = 24 \times 10^{-4} \cos \theta \quad (I)$$

$$\Phi' = B'A' \cos \theta' \Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{15} \Phi = \left(\frac{10}{100} \times 0,02 \right) \times (3 \times 0,1^r) \cos 2\theta \xrightarrow{(I)} \frac{\sqrt{3}}{15} \times 24 \times 10^{-4} \cos \theta = 48 \times 10^{-5} \cos 2\theta \Rightarrow \frac{\cos 2\theta}{\cos \theta} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

$$\xrightarrow{\text{حنس می زنیم!}} \theta = 30^\circ$$

$$\Phi' = 48 \times 10^{-5} \times \cos 60^\circ = 24 \times 10^{-5} Wb = 0,24 mWb$$

۲۱۶ گزینه ۲ ابتدا معادله اندازه میدان مغناطیسی بر حسب زمان را در SI به دست می آوریم:

$$B = \frac{-t}{5} + 0,4$$

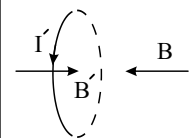
اکنون شار عبوری از حلقه را بر حسب زمان در SI به دست می آوریم:

$$\phi = AB \cos \theta \xrightarrow{\theta=0^\circ} \phi = AB \xrightarrow[A=\pi R^2, R=\frac{r}{2}=2cm]{B=\frac{-t}{5}+0,4, \pi=3} \phi = 3 \times \left(\frac{2}{100} \right)^2 \times \left(\frac{-t}{5} + 0,4 \right) = 12 \times 10^{-4} \times \left(\frac{-t}{5} + 0,4 \right)$$

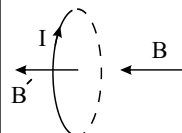
اکنون با استفاده از رابطه نیروی محرکه القایی متوسط داریم:

$$\bar{\varepsilon} = - \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = - \frac{12 \times 10^{-4} \times \left(\frac{-t}{5} + 0,4 \right) - 12 \times 10^{-4} \left(\frac{-t}{5} + 0,4 \right)}{t_r - t_1} \Rightarrow \bar{\varepsilon} = \frac{12 \times 10^{-4}}{5} = 2,4 \times 10^{-4} V = 0,24 mV$$

۲۱۷ گزینه ۲ از صفر تا t_1 ، شار در حال افزایش است و طبق قانون لنز، میدان القایی در جهت کاهش شار ایجاد شده و جریان القایی پادساعتگرد است.



از لحظه t_1 تا t_2 ، اندازه شار در حال کاهش است و طبق قانون لنز، میدان القایی در جهت افزایش شار ایجاد شده و جریان القایی ساعتگرد خواهد بود.



۲۱۸ گزینه ۲ در حالتی که حلقه به طور کامل داخل میدان مغناطیسی قرار دارد، شار مغناطیسی عبوری از آن بیشینه است (یعنی حالت دوم). در حالت اول شار مغناطیسی در حال افزایش است، پس

فیزیک یازدهم فصل سه

طبق قانون لنز، جهت جریان القایی ایجاد شده در حلقه چنان است که میدان مغناطیسی ناشی از آن با افزایش شار مخالفت کند؛ چون میدان مغناطیسی خارجی برون سو است، طبق قاعده دست راست، جریان ساعتگرد باید در حلقه ایجاد شود تا با ایجاد میدان مغناطیسی القایی درون سو با افزایش شار مخالفت کند.

در حالت سوم شار مغناطیسی در حالت کاهش است بنابراین طبق توضیحات قبلی، جریانی القایی به صورت پادساعتگرد در حلقه القا می شود که با ایجاد میدان مغناطیسی القایی برون سو، با کاهش شار مخالفت کند.

۲۱۹ گزینه ۴ ابتدا شعاع دایره و سپس محیط دایره را به دست می آوریم که همان طول سیم سازنده پیچه است.

$$\pi r^2 = 64\pi \Rightarrow r = 8$$

$$\text{محیط دایره} : 2\pi r = 16\pi$$

محیط دایره و مربع با هم برابر هستند. در نتیجه ضلع و مساحت مربع را محاسبه می کنیم. (ضلع مربع را a در نظر می گیریم):

$$16\pi = 4a \Rightarrow a = 4\pi$$

$$a^2 = 16\pi^2 : \text{مساحت مربع}$$

حال رابطه شار را به صورت مقایسه ای می نویسیم ($\Phi = AB \cos \theta$):

$$\frac{\Phi_2}{\Phi_1} = \frac{A_2}{A_1} \Rightarrow \frac{\Phi_2}{\Phi_1} = \frac{16\pi^2}{64\pi} \Rightarrow \Phi_2 = \frac{\pi}{4} \Phi \Rightarrow \frac{\Phi_2}{\Phi_1} = \frac{\pi}{4}$$

۲۲۰ گزینه ۳ طبق رابطه $|\vec{\varepsilon}| = |N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}|$ و با توجه به اینکه $N = 1$ است، اندازه نیروی محرکه القایی برابر با اندازه شیب نمودار $\Phi - t$ است. چون نمودار در قسمت های موردنظر به صورت خط راست با شیب ثابت است، پس می توان برای سه ثانیه اول، شیب نمودار از صفر تا $4s$ را حساب کرد. همین طور برای دو ثانیه سوم ($4s$ تا $6s$) می توان شیب نمودار از $4s$ تا $6s$ را حساب کرد. ($N = 1$)

$$\left. \begin{aligned} |\vec{\varepsilon}_1| &= \left| \frac{-20-10}{2} \right| = 15V \quad \text{سه ثانیه اول} \\ |\vec{\varepsilon}_2| &= \left| \frac{x-(-20)}{10-4} \right| = \frac{x+20}{6} \quad \text{دو ثانیه سوم} \end{aligned} \right\} \xrightarrow{|\vec{\varepsilon}_1| = \frac{6}{5} |\vec{\varepsilon}_2|} 15 = \frac{6}{5} \times \frac{x+20}{6} \Rightarrow 35 = x+20 \Rightarrow x = 15 \mu Wb$$

۲۲۱ گزینه ۱ با ترکیب رابطه های $\vec{I} = \frac{\vec{\varepsilon}}{R}$ و $|\vec{\varepsilon}| = |N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}|$ خواهیم داشت:

$$\vec{I} = \left| \frac{-N}{R} \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| \xrightarrow[\theta=0]{\Delta \Phi = A \cos \theta \Delta B} \vec{I} = \left| - \frac{NA \cos \theta \Delta B}{R \Delta t} \right| \xrightarrow[\Delta B = 0.8-0.2=0.6T, R=4\Omega, \Delta t=6 \times 10^{-2}s]{N=1, A=3 \times 10^{-3}m^2, \cos \theta=1} \vec{I} = \frac{1 \times 3 \times 10^{-3} \times 1 \times 0.6}{4 \times 6 \times 10^{-2}} = \frac{3}{4} \times 10^{-1} = 0.75A$$

$$\Rightarrow \vec{I} = 75mA$$

۲۲۲ گزینه ۱

اگر میله ای را روی یک قاب ل شکل که عمود بر میدان مغناطیسی است حرکت دهیم نیروی محرکه القایی از رابطه $\varepsilon = BLv$ به دست می آید.

$$\varepsilon = BLv = BL(at + v_0) = 5 \times 10^{-3} \times 0.1(4 \times 5 + 0) = 10^{-3}V$$

چون میله به سمت چپ حرکت می کند، شار عبوری از حلقه افزایش می یابد. لذا طبق قانون لنز میدان القایی B' مخالفت جهت B القا می شود، بنابراین $B' \Rightarrow \otimes$.

پس طبق قاعده دست راست باید در مدار جریان به صورت ساعتگرد القا شود. لذا جریان عبوری از مقاومت R به سمت پایین است. ($\downarrow$)

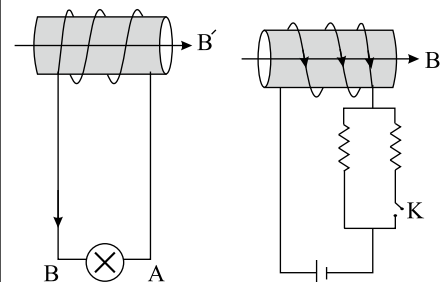
۲۲۳ گزینه ۲ با باز کردن کلید، یک مقاومت به صورت موازی از مدار خارج شده و مقاومت معادل در مدار افزایش می یابد. در نتیجه جریان عبوری از سیملوله سمت راست کاهش یافته و میدان مغناطیسی آن نیز کم می شود. همچنین شار عبوری آن نیز کم می شود.

$$\downarrow I = \frac{B}{R \uparrow} \quad \downarrow B = \frac{\mu_0 NI \downarrow}{L} \quad \downarrow \varphi = AB \downarrow \cos \alpha$$

با کاهش شار طبق قانون لنز میدان مغناطیسی موافق در سیملوله چپ ایجاد می شود و برای ایجاد این میدان با توجه به قاعده دست راست جهت جریان از B به A است.

با گذشت زمان، جریان در مدار سمت راست تغییری نمی کند و در نتیجه میدان ناشی از سیملوله سمت راست و شار عبوری از سیملوله سمت چپ ثابت می ماند و با ثابت ماندن شار، نیروی

محرکه ای القا نمی شود - بنابراین جریان القایی و نور لامپ کاهش می یابد و به سمت خاموشی می رود.



۲۲۴ گزینه ۴

$$\left| \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} \right| = \left| \frac{\Delta (AB \cos \alpha)}{\Delta t} \right| = \left| B \cos \alpha \times \frac{\Delta A}{\Delta t} \right| = \left| B \ell \cos(\alpha) \frac{\Delta x}{\Delta t} \right|$$

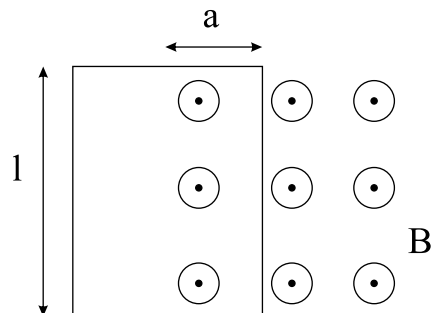
$$\left| \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} \right| = |Blv \cos \theta| = 0,4 \times 0,2 \times 1 \times 10^{-2} = 8 \times 10^{-4} \frac{Wb}{s}$$

گزینه ۳ ۲۲۵

با استفاده از قانون القای فاراده نیروی محرکه القایی را در ورود حلقه‌ها به داخل میدان به دست می‌آوریم:

$$\varphi = AB \cos 90^\circ = AB = Blx$$

$$|\varepsilon| = \left| -N \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} \right| = Blv$$



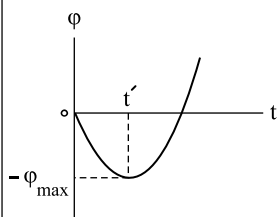
پس حلقه‌ای که l بزرگتری داشته باشد، نیروی محرکه القایی بیشتری در آن تولید می‌شود. بنابراین در حلقه ۳ نیروی محرکه بیشتر خواهد بود.

گزینه ۲ ۲۲۶

با استفاده از قانون القای فاراده ($\bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$) و کمک گرفتن از قانون اهم ($R = \frac{\varepsilon}{I}$) داریم:

$$|\bar{I}| = \left| -\frac{N \Delta \varphi}{R \Delta t} \right| = \left| -\frac{N A \cos \theta \cdot \Delta B}{R \Delta t} \right| = \left| -\frac{200}{10} \times \frac{25 \times 10^{-4} \times \cos 0 \times (220 \times 10^{-3} - 180 \times 10^{-3})}{400 \times 10^{-3} - 0} \right| = 0,50 A$$

گزینه ۳ ۲۲۷ می‌دانیم در لحظه‌ای که نیروی محرکه القایی صفر می‌شود، شیب خط مماس بر نمودار $\varphi - t$ صفر می‌شود. یعنی:



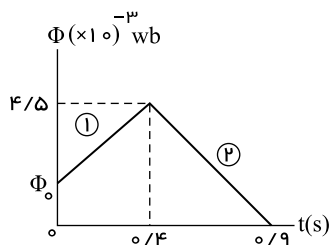
$$|\bar{\varepsilon}| = \left| -N \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} \right|$$

$$\begin{cases} t_1 = 0 \rightarrow \varphi_1 = 0 \\ t_2 = t' = \frac{-b}{ra} = \frac{r}{r} = 2(s) \rightarrow \varphi_2 = 4 - 8 = -4(Wb) \end{cases}$$

$$|\bar{\varepsilon}| = \left| -50 \times \frac{(-4)}{2} \right| \rightarrow |\bar{\varepsilon}| = 100(V)$$

گزینه ۲ ۲۲۸

با توجه به رابطه $|\bar{\varepsilon}| = N \left| \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} \right|$ مشخص است که مقدار شیب نمودار شار - زمان برابر با $\frac{|\bar{\varepsilon}|}{N}$ است.



$$\left| \frac{\text{شیب خط ۲}}{\text{شیب خط ۱}} \right| = \frac{180}{100} = \frac{9}{5} \Rightarrow \frac{\frac{4,5}{0,5}}{\frac{4,5 - \varphi_0}{0,4}} = \frac{9}{5} \Rightarrow \varphi_0 = 2,5$$

اکنون برای محاسبه جریان متوسط القایی در کل ۰,۹ ثانیه خواهیم داشت:

$$|\bar{\varepsilon}| = N \left| \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} \right| = 220 \times \left| \frac{0 - 2,5 \times 10^{-3}}{0,9} \right| = 2V \Rightarrow \bar{I} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} = \frac{2}{40} A = 0,05 A$$

۲۲۹ گزینه ۲ چون می‌دانیم میدان زمین از جنوب به شمال است، با استفاده از قانون چهار انگشت دست راست جهت جریان به بالا می‌شود، پس گزینه ۲ صحیح است. (در این جا سیم را همانند میلهٔ رسانایی فرض می‌کنیم که عمود بر خطوط میدان مغناطیسی زمین که به طرف شمال است، به طرف مشرق حرکت می‌کند).

۲۳۰ گزینه ۳

با استفاده از قانون القای فاراده داریم:

$$\varphi = (t^2 + 10^{-3}) \times 10^{-3} \rightarrow \begin{cases} t_1 = 3s \rightarrow \varphi_1 = (9 + 10^{-3}) \times 10^{-3} \\ t_2 = 5s \rightarrow \varphi_2 = (25 + 10^{-3}) \times 10^{-3} \end{cases} \Rightarrow \Delta\varphi = 10^{-3}(25 - 9) = 1,6 \times 10^{-2}$$

$$|\bar{\varepsilon}| = N \left| \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} \right|$$

$$|\bar{\varepsilon}| = 500 \times \frac{1,6 \times 10^{-2}}{2} = 4V \quad \bar{I} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} = \frac{4}{5} = 0,8A$$

۲۳۱ گزینه ۱ به راحتی می‌توان با توجه به نمودار $B - t$ داده شده، تشخیص داد که نمودار $\varepsilon - t$ دارای دو بخش است که یکی منفی (به قانون لنز توجه کنید) و دیگری صفر می‌باشد و فقط گزینهٔ «۱» این چنین است. و اما حل سؤال:

$$\bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = -N \frac{\Delta BA \cos \theta}{\Delta t}$$

$$(0 - 200)ms : \varepsilon_1 = -400 \times \frac{(0,5 - 0) \times 50 \times 10^{-4} \times 1}{200 \times 10^{-3}} = -5V$$

$$(200 - 300)ms : \varepsilon_2 = 0$$

۲۳۲ گزینه ۲ می‌دانیم که در این دوران، شار مغناطیسی تغییر کرده، بنابراین جریان القایی متوسط ایجادشده در آن به صورت زیر است:

$$|\bar{\varepsilon}| = N \left| \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} \right| \xrightarrow{\bar{I} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R}} |\bar{I}| = \left| \frac{N \Delta\varphi}{R \cdot \Delta t} \right| = \left| \frac{N \cdot BA(\Delta \cos \theta)}{R \cdot \Delta t} \right|$$

در اینجا زاویه بین نیم خط عمود بر سطح و خط‌های میدان مغناطیسی از $\theta = 0$ به $\theta = 90^\circ$ می‌رسد. بنابراین داریم:

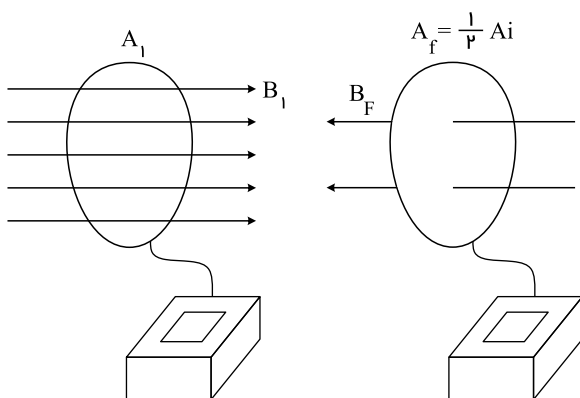
$$|\bar{I}| = \left| \frac{1000 \times 0,04 \times 50 \times 10^{-4} \times (0 - 1)}{10 \times 0,01} \right| \rightarrow |\bar{I}| = 2A$$

۲۳۳ گزینه ۴ با توجه به رابطهٔ $|\bar{\varepsilon}| = \left| NA \cos \theta \frac{\Delta B}{\Delta t} \right|$ چون به ازای دو بازهٔ زمانی برابر ($\Delta t = 2$) اندازهٔ $\bar{\varepsilon}$ برابر است، پس نتیجه می‌گیریم که $|\Delta B|$ برای این دو بازهٔ زمانی نیز یکسان است.

چون در گزینه‌ها B معادلهٔ درجه دوم است و ΔB به ازای $0 \leq t \leq 2$ و $0 \leq t \leq 10$ برابر است، نتیجه می‌گیریم که رأس نمودار آن (سهمی) باید در $5s$ باشد. در بین

گزینه‌ها، فقط گزینهٔ «۴» این چنین است.

۲۳۴ گزینه ۲ در ابتدا شعاع حلقه و مساحت حلقه را محاسبه می‌کنیم. سپس شار مغناطیسی عبوری از حلقه را در دو حالت ابتدایی و پایانی به دست می‌آوریم و در نهایت جریانی که در حلقه القا می‌یابیم.



$$\ell = 2\pi r \rightarrow r = \frac{60}{2\pi} = 10cm \rightarrow A_i = \pi r^2 = 3 \times 10^{-2} m^2$$

$$\varphi_i = A_i B_i \cos \alpha_i = 3 \times 10^{-2} \times 5 \times 10^{-2} \times 1 = 15 \times 10^{-4} Wb$$

$$\varphi_f = A_f B_f \cos \alpha_f = -1,5 \times 10^{-2} \times 2 \times 10^{-2} \times (-1) = -3 \times 10^{-4} Wb$$

$$|\Delta\varphi| = |\varphi_f - \varphi_i| = 18 \times 10^{-4} Wb$$

$$|\bar{I}| = \left| \frac{\bar{\varepsilon}}{R} \right| = \left| \frac{\Delta\varphi}{R \Delta t} \right| = \frac{18 \times 10^{-4}}{0,2 \times 0,45} = \frac{18 \times 10^{-4}}{9 \times 10^{-2}} = 2 \times 10^{-2} A = 20mA$$

۲۳۵ گزینه ۳ با توجه به این که سطح حلقه بر خط‌های میدان مغناطیسی عمود است، $\cos \theta = 1$ بوده، بنابراین داریم:

$$|\bar{\epsilon}| = \left| -\frac{N\Delta\varphi}{\Delta t} \right| = \frac{NA\Delta B}{\Delta t}$$

$$I = \frac{\bar{\epsilon}}{R}$$

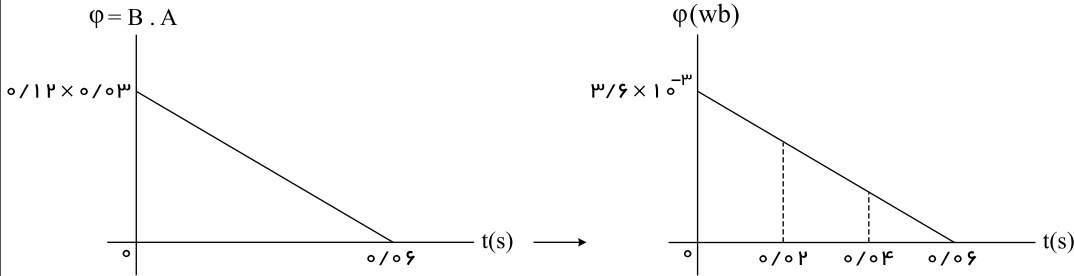
از ترکیب این روابط داریم:

$$\bar{I} = \left(\frac{N}{R} \right) \left(\frac{A\Delta B}{\Delta t} \right) = \left(\frac{1}{5} \right) \left(\frac{0.012 \times 0.02}{1} \right) = 48 \times 10^{-6} A$$

حال از تعریف جریان الکتریکی داریم:

$$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} \rightarrow \Delta q = \bar{I} \Delta t = 48 \times 10^{-6} \times 10 = 480 \mu C$$

۲۳۶ گزینه ۴ در ابتدا نمودار $B-t$ را به نمودار $\varphi-t$ تبدیل می‌کنیم. با توجه به اینکه سطح حلقه بر خط‌های میدان عمود است، $\cos \theta = 1$ بوده، بنابراین اگر محور مربوط به B را در A (مساحت حلقه) ضرب کنیم، محور قائم به φ تبدیل می‌شود. یعنی:



از طرفی چون نمودار $\varphi-t$ یک خط با شیب ثابت است، بزرگی نیروی محرکه القایی متوسط در هر بازه زمانی دلخواه با قدرمطلق شیب خط برابر است، بنابراین داریم:

$$|\bar{\epsilon}| = \text{شیب خط} = \frac{3.6 \times 10^{-3}}{6 \times 10^{-2}} \rightarrow \bar{\epsilon} = 6 \times 10^{-2} V$$

از طرفی داریم:

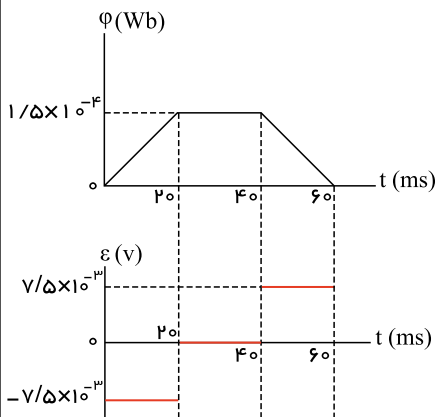
$$|\bar{\epsilon}| = \frac{N \cdot \Delta\varphi}{\Delta t} \xrightarrow{N=1} \Delta\varphi = |\bar{\epsilon}| \cdot \Delta t \xrightarrow[\bar{\epsilon}=6 \times 10^{-2} V]{\Delta t=t_2-t_1=0.02} \Delta\varphi = 6 \times 10^{-2} \times 0.02 \rightarrow \Delta\varphi = 1.2 \times 10^{-3} Wb$$

۲۳۷ گزینه ۴ شیب خط مماس بر نمودار $\varphi-t$ برای یک تک حلقه که عمود بر خط‌های میدان قرار دارد، با منفی نیروی محرکه القایی برابر است.

از آنجا که سطح حلقه بر خط‌های میدان عمود است، شار مغناطیسی عبوری از حلقه به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\varphi = BA \xrightarrow[A=50 \text{ cm}^2=5 \times 10^{-3} \text{ m}^2]{B=0.02 T} \varphi = 0.03 \times 5 \times 10^{-3} \Rightarrow \varphi = 1.5 \times 10^{-4} Wb$$

حال ابتدا نمودار $\varphi-t$ و سپس از روی آن، نمودار نیروی محرکه القایی را رسم می‌کنیم:



$$(0 - 20 \text{ ms}): \quad \epsilon = -\text{شیب خط} = -\frac{1.5 \times 10^{-4}}{20 \times 10^{-3}} = -7.5 \times 10^{-3} V$$

$$(20 - 40 \text{ ms}): \quad \epsilon = 0$$

$$(40 - 60 \text{ ms}): \quad \epsilon = -\text{شیب خط} = \frac{1.5 \times 10^{-4}}{20 \times 10^{-3}} = 7.5 \times 10^{-3} V$$

۲۳۸ گزینه ۱ اگر یک میله متحرک به طول ℓ در راستای عمود بر خط‌های میدان مغناطیسی B با تندی v حرکت کند، نیروی محرکه القاشده در دو سر آن، از رابطه $\epsilon = \ell v B$ محاسبه می‌شود.

برای محاسبه بار الکتریکی عبوری از مقاومت R ، باید ابتدا نیروی محرکه القایی میله و سپس جریان عبوری از آن را محاسبه کنیم. بنابراین داریم:

فیزیک یازدهم فصل سه

$$I = \frac{\varepsilon}{R} \xrightarrow{\varepsilon = \ell v B} \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{\ell v B}{R} \xrightarrow{v = \frac{\Delta x}{\Delta t}} \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{\ell \Delta x B}{R \cdot \Delta t}$$

$$\Rightarrow \Delta q = \frac{\ell \Delta x B}{R} \xrightarrow{\ell = 25 \text{ cm} = 0.25 \text{ m}, \Delta x = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}} \Delta q = \frac{0.25 \times 0.1 \times 0.2}{5}$$

$$\Rightarrow \Delta q = 10^{-3} \text{ C}$$

۲۳۹ گزینه ۳ ابتدا با قرار دادن لحظه‌های t_1 یا t_2 در معادله، مقادیر φ_1 و φ_2 و سپس تغییر شار مغناطیسی عبوری از سیملوله را را به دست می‌آوریم.

$$\varphi = 4 \times 10^{-3} \cos(100\pi t) \Rightarrow \begin{cases} t_1 = \frac{1}{200} \text{ s} : \varphi_1 = 4 \times 10^{-3} \cos\left(\frac{100\pi}{200}\right) = 0 \text{ Wb} \\ t_2 = \frac{1}{150} \text{ s} : \varphi_2 = 4 \times 10^{-3} \cos\left(\frac{100\pi}{150}\right) = -2 \times 10^{-3} \text{ Wb} \end{cases}$$

حال برای تعیین جریان القای متوسط عبوری از سیملوله داریم:

$$I_{av} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} = -\frac{N \Delta \varphi}{R \Delta t} \xrightarrow{N=100, \Delta \varphi = -2 \times 10^{-3} \text{ Wb}} I_{av} = -\frac{(100)(-2 \times 10^{-3})}{10 \times \frac{1}{600}}$$

$$\Rightarrow I_{av} = 96 \text{ A}$$

۲۴۰ گزینه ۴

$$\varepsilon = Blv = 200 \times 10^{-3} \times 0.8 \times 0.5 = 80 \times 10^{-3} = 8 \times 10^{-2} \text{ V}$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{8 \times 10^{-2}}{2} = 4 \times 10^{-2} \text{ A} = 40 \text{ mA}$$

اگر چهار انگشت دست راست در جهت v طوری قرار گیرد که کف دست به سمت میدان B باشد، انگشت شست دست راست جهت جریان در سیم CD را نشان می‌دهد که از D به C می‌شود.

۲۴۱ گزینه ۴

$$\bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -NB \cos \theta \frac{\Delta A}{\Delta t} \rightarrow |\bar{\varepsilon}| = |-NB \cos \theta \frac{\Delta A}{\Delta t}| \rightarrow |\bar{\varepsilon}| = |-1 \times 0.5 \times 1 \times 0.1| = 0.05 \text{ V}$$

۲۴۲ گزینه ۴

$$\Delta \Phi_i = \Phi_2 - \Phi_1 \quad \begin{cases} \Phi_1 = (-2^2 + 8 \times 2 + 4) \times 10^{-3} = 16 \times 10^{-3} \text{ Wb} \\ \Phi_2 = (-10^2 + 8 \times 10 + 4) \times 10^{-3} = -16 \times 10^{-3} \text{ Wb} \end{cases}$$

$$\Delta \Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = -32 \times 10^{-3} \text{ Wb}$$

$$\bar{I} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} = \frac{-N \Delta \Phi}{R \Delta t} = \frac{-500 \times (-32 \times 10^{-3})}{8 \times 8} = 0.25 \text{ A}$$

۲۴۳ گزینه ۲ هنگام ورود قاب به فضای شامل میدان مغناطیسی برون‌سو، چون شار مغناطیسی در حال افزایش است، طبق قانون لنز، جهت جریان القایی در مقاومت از چپ به راست (ساعتگرد) است. همچنین، هنگام خروج از فضای شامل میدان مغناطیسی، چون شار کاهش می‌یابد، جهت جریان القایی پادساعتگرد بوده، پس جریان در مقاومت R از راست به چپ است.

۲۴۴ گزینه ۲

$$\varepsilon = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \rightarrow \varepsilon = -NA \cos \theta \frac{\Delta B}{\Delta t} \Rightarrow \begin{cases} 10^{-1} \text{ تا } 0 \rightarrow \varepsilon = -1 \times 2 \times 10^{-2} \times \frac{1-0}{10^{-1}} = -0.2 \text{ V} \\ 2 \times 10^{-1} \text{ تا } 10^{-1} \rightarrow \varepsilon = -1 \times 2 \times 10^{-2} \times \frac{1-1}{10^{-1}} = \text{صفر} \end{cases}$$

۲۴۵ گزینه ۲

$$\left. \begin{aligned} \Phi_1 &= B_y A \cos \theta \rightarrow \Phi_1 = 8 \times 100 \times 10^{-3} \times 1 = 8 \times 10^{-2} \text{ Wb} \\ \Phi_2 &= -\Phi_1 \rightarrow \Phi_2 = -8 \times 10^{-2} \text{ Wb} \end{aligned} \right\} \rightarrow \Delta \Phi = -16 \times 10^{-2} \text{ Wb}$$

$$I = -\frac{N \Delta \Phi}{R \Delta t} \rightarrow I = -\frac{20 \times (-16 \times 10^{-2})}{5 \times 2 \times 10^{-2}} = 32 \text{ A}$$

۲۴۶ گزینه ۲ با توجه به اینکه خط‌های میدان مغناطیسی در جهت محور x ‌ها هستند، بنابراین تعداد خط‌های میدان مغناطیسی عبوری از سطح $ABCD$ (شار مغناطیسی عبوری) برابر با تعداد خط‌های مغناطیسی عبوری از سطح $ABOE$ است. در نتیجه:

$$\phi = AB \cos \theta = (8 \times 10^{-2} \times 4 \times 10^{-2}) \times 0.3 \times 1 = 0.96 \times 10^{-3} \text{ Wb} = 0.96 \text{ mWb}$$

۲۴۷ گزینه ۳ با در نظر گرفتن جهت اولیه میدان مغناطیسی عبوری از پیچه به عنوان جهت نیم‌خط عمود بر سطح پیچه، شار مغناطیسی عبوری از پیچه را در هر حالت حساب می‌کنیم.

فیزیک یازدهم فصل سه

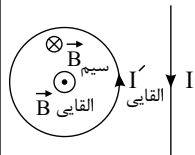
$$\phi_1 = A_1 B_1 \cos \theta_1 = \pi r^2 B_1 \cos 0 = 3 \times (5 \times 10^{-2})^2 \times 400 \times 10^{-4} \times 1 \Rightarrow \phi_1 = 3 \times 10^{-4} \text{ Wb}$$

$$\phi_2 = A_2 B_2 \cos \theta_2 = \pi r^2 B_2 \cos 180^\circ \Rightarrow \phi_2 = 3 \times (5 \times 10^{-2})^2 \times 4 \times 10^{-2} \times (-1) \Rightarrow \phi_2 = -3 \times 10^{-4} \text{ Wb}$$

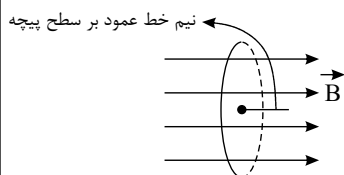
حال با استفاده از قانون القای الکترومغناطیسی فاراده، داریم:

$$|\bar{\varepsilon}| = \left| -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} \right| = \left| -10^3 \times \frac{-3 \times 10^{-4} - 3 \times 10^{-4}}{0.1} \right| \Rightarrow |\bar{\varepsilon}| = 6V$$

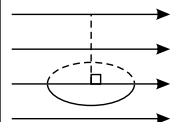
۲۴۸ گزینه ۲ میدان مغناطیسی ناشی از جریان سیم در داخل حلقه به صورت درون سو است و اگر جهت جریان القایی در حلقه به صورت پاد ساعتگرد باشد، جهت میدان القایی برون سو خواهد بود. بنابراین افزایش جریان عبوری از سیم و یا نزدیک کردن حلقه به سیم، باعث افزایش میدان مغناطیسی درون سویی عبوری از حلقه می شود که نتیجه آن ایجاد جریانی پاد ساعتگرد در حلقه و میدان مغناطیسی القایی برون سو در وسط حلقه است که طبق قانون لنز با تغییرات میدان مغناطیسی خارجی مخالفت می کند.



۲۴۹ گزینه ۲ در حالتی که سطح پیچه عمود بر خطوط میدان است، زاویه بین نیم خط عمود بر سطح پیچه و خطوط میدان 0° یا 180° است.



در حالتی که سطح پیچه موازی با خطوط میدان مغناطیسی می شود، زاویه بین نیم خط عمود بر سطح پیچه و خطوط میدان 90° می شود.



با توجه به رابطه شار مغناطیسی داریم:

$$\Phi = AB \cos \theta \xrightarrow{\theta_1=0, \theta_2=90^\circ, B=1500G=0.15T, A=\pi R^2, \pi=3.14, R=4cm=4 \times 10^{-2}m} |\Delta \Phi| = |\Phi_2 - \Phi_1|$$

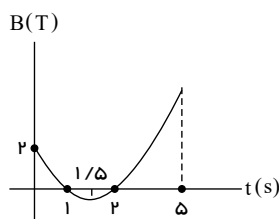
$$= 3 \times (4 \times 10^{-2})^2 \times 0.15 \times |\cos 90^\circ - \cos 0^\circ| \Rightarrow |\Delta \Phi| = 3 \times 16 \times 10^{-4} \times 0.15 \times 1 = 7.2 \times 10^{-4} \text{ Wb}$$

$$\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{7.2 \times 10^{-4}}{0.4} = 1.8 \times 10^{-4} \frac{\text{Wb}}{\text{s}}$$

$$\bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

$$\bar{I} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} \Rightarrow |\bar{I}| = \frac{N |\Delta \Phi|}{R \Delta t} = \frac{200 \times 1.8 \times 10^{-4}}{2} = 0.18A$$

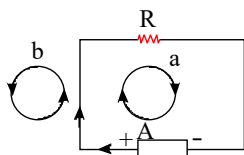
۲۵۰ گزینه ۴ با توجه به رابطه $B = t^2 - 3t + 2$ ، میدان مغناطیسی بر حسب زمان مطابق نمودار زیر، به شکل سهمی است.



طبق این نمودار:

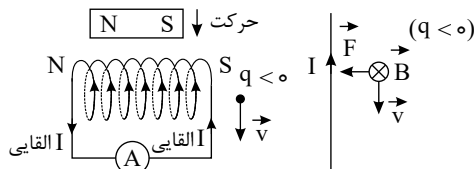
از $t = 0$ s تا $t = 1$ s: علامت میدان مثبت است و کاهش می یابد $\Leftarrow$ میدان برون سو است و اندازه آن کاهش می یابد $\Leftarrow$ جریان القایی پاد ساعتگرد است.
در بازه زمانی $t = 1$ s تا $t = 1.5$ s: علامت میدان منفی است و اندازه آن افزایش می یابد $\Leftarrow$ میدان درون سو است و اندازه آن افزایش می یابد $\Leftarrow$ جریان القایی پاد ساعتگرد است.
از $t = 1.5$ s تا $t = 2$ s: علامت میدان منفی است و اندازه آن کاهش می یابد $\Leftarrow$ میدان درون سو است و اندازه آن کاهش می یابد $\Leftarrow$ جریان القایی ساعتگرد است.
از $t = 2$ s تا $t = 5$ s: علامت میدان مثبت است و اندازه آن افزایش می یابد $\Leftarrow$ میدان برون سو است و اندازه آن افزایش می یابد $\Leftarrow$ جریان القایی ساعتگرد است.

۲۵۱ گزینه ۳ با باز شدن کلید کلید k جریان عبوری از مدار کاهش یافته و شار مغناطیسی عبوری از حلقه های a و b نیز کاهش می یابد. بنا به قانون لنز، جهت جریان القایی ایجاد شده در حلقه چنان است که میدان مغناطیسی ناشی از آن با کاهش شار مخالف کند. در نتیجه A قطب مثبت و جریان القایی در حلقه b پاد ساعتگرد است.



۲۵۲ گزینه ۲ با نزدیک شدن آهن ربا به سیملوله، شار مغناطیسی گذرنده از حلقه‌های سیملوله افزایش می‌یابد. سیملوله مشابه آهن‌ربایی عمل می‌کند که دو سر آن مشابه قطب‌های آهن‌ربایی می‌شود که با نزدیک شدن آهن‌ربا (زیاد شدن میدان مغناطیسی خارجی عبوری از سیملوله و در نتیجه افزایش شار مغناطیسی عبوری از آن) مخالفت کند.

به سیمی که در مجاورت بار متحرک است توجه کنید. میدان مغناطیسی حاصل از این سیم راست در محل بار q به شکل درون‌سو است:



۲۵۳ گزینه ۲ تغییر شار مغناطیسی را در بازه زمانی $t_1 = 0$ تا $t_2 = 5s$ حساب می‌کنیم:

$$\varnothing = 4t^2 + t + 3 \Rightarrow \begin{cases} t_1 = 0 \Rightarrow \varnothing_1 = 3Wb \\ t_2 = 5s \Rightarrow \varnothing_2 = 4 \times 25 + 5 + 3 = 108Wb \end{cases} \Rightarrow \Delta\varnothing = \varnothing_2 - \varnothing_1 = 108 - 3 \Rightarrow \Delta\varnothing = 105Wb$$

نیروی محرکه القایی متوسط را با استفاده از رابطه $\bar{\mathcal{E}} = \frac{\Delta\varnothing}{\Delta t}$ می‌یابیم:

$$\bar{\mathcal{E}} = \bar{I} \cdot R \xrightarrow[R=10\Omega]{\bar{I}=4.2A} \bar{\mathcal{E}} = 4.2 \times 10 \Rightarrow \bar{\mathcal{E}} = 42V$$

با استفاده از رابطه $\bar{\mathcal{E}} = -N \frac{\Delta\varnothing}{\Delta t}$ ، تعداد حلقه‌های پیچ را به دست می‌آوریم:

$$|\bar{\mathcal{E}}| = \left| -N \frac{\Delta\varnothing}{\Delta t} \right| \xrightarrow[\bar{\mathcal{E}}=42V, \Delta\varnothing=105Wb]{\Delta t=5-0=5s} 42 = N \times \frac{105}{5} \Rightarrow N = 2$$

۲۵۴ گزینه ۱ ابتدا شار را در لحظه $t = 1s$ به دست می‌آوریم، با توجه به تشابه مثلث‌ها داریم:

$$\frac{\Phi + 1}{2 - (-1)} = \frac{1}{6} \Rightarrow \Phi = -0.5Wb$$

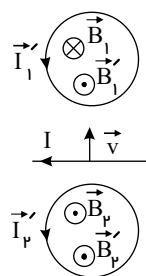
اکنون شار را در لحظه $t = 7s$ به دست می‌آوریم، با توجه به تشابه مثلث‌ها داریم:

$$\frac{\Phi}{8 - 7} = \frac{2}{2} \Rightarrow \Phi' = 1Wb$$

اکنون با استفاده از رابطه قانون القای الکترومغناطیسی فاراده، نیروی محرکه القایی متوسط را در این بازه زمانی به دست می‌آوریم:

$$|\bar{\mathcal{E}}| = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| \xrightarrow[\Delta t=7-1=6s]{\Phi=-0.5Wb, \Phi'=1Wb} \bar{\mathcal{E}} = \frac{1.5}{6} = \frac{1}{4}V$$

۲۵۵ گزینه ۴ ابتدا جهت میدان مغناطیسی ناشی از جریان سیم مستقیم I را در درون حلقه‌ها تعیین می‌کنیم. با توجه به قاعده دست راست، میدان مغناطیسی سیم حامل جریان I ، در حلقه (۱) درون سو و در حلقه (۲) برون سو است. چون سیم به حلقه (۱) نزدیک و از حلقه (۲) دور می‌شود، میدان مغناطیسی درون سو در حلقه (۱) افزایش و میدان مغناطیسی برون سو در حلقه (۲) کاهش می‌یابد. بنابراین، طبق قانون لنز، باید جهت جریان القایی در حلقه (۱) پادساعتگرد باشد تا میدان مغناطیسی آن برون سو شود و بتواند با افزایش میدان مغناطیسی درون سو حاصل از سیم حامل جریان I مخالفت کند. برای حلقه (۲) نیز که میدان مغناطیسی برون سو حاصل از سیم حامل جریان I در آن در حال کاهش است، باید جریان القایی پادساعتگرد باشد تا میدان مغناطیسی برون سو حاصل از آن با کاهش میدان مغناطیسی برون سو حاصل از سیم حامل جریان I مخالفت کند. بنابراین، جهت جریان القایی در هر دو حلقه پادساعتگرد است.

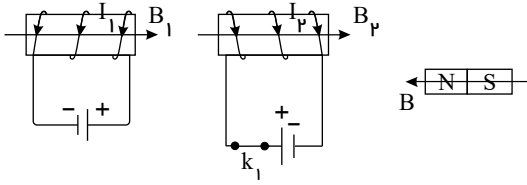


۲۵۶ گزینه ۲ خط‌های میدان فقط از ربع دایره صفحه xy می‌گذرند.

فیزیک یازدهم فصل سه

$$\Phi = BA_{xy} = 200 \times 10^{-4} \times \frac{1}{4} (\pi (0.1)^2) \xrightarrow{\pi=3.14} \Phi = 1.57 \times 10^{-4} \text{ Wb}$$

۲۵۷ گزینه ۲ باتوجه به شکل و استفاده از قاعده دست راست، مشخص است که میدان های B_1 و B_2 خلاف هم هستند و آهنربا از سیملوله دفع می شود.



۲۵۸ گزینه ۴

$$|\varepsilon| = N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = NB \frac{\Delta A}{\Delta t} \Rightarrow 100 \times 10^{-2} = 100 \times 100 \times 10^{-4} \times \frac{0.2 A_1}{0.5} \Rightarrow A_1 = 2 \times 10^{-2} \text{ m}^2 \xrightarrow{\times 10^4} A_1 = 200 \text{ cm}^2$$

۲۵۹ گزینه ۴

$$\Phi - t \text{ معادله خط } \Phi = 4t \xrightarrow{t=5s} \Phi = 20 \text{ Wb}$$

$$I = \frac{N}{R} \times \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{1}{30} \times \frac{60 - 20}{20 - 5} = \frac{1}{15} \text{ A}$$

۲۶۰ گزینه ۱

$$|\bar{\varepsilon}| = \left| -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = \left| -NA \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| = 1 \times \pi (0.1)^2 \times 0.1 = \pi \times 10^{-4} \text{ V}$$

$$P = \frac{\bar{\varepsilon}^2}{R} = \frac{(\pi \times 10^{-4})^2}{10} = \pi^2 \times 10^{-9} \xrightarrow{\pi^2=10} P = 10^{-8} \text{ W} = 10^{-5} \text{ mW}$$

۲۶۱ گزینه ۳

$$|\bar{\varepsilon}| = \left| -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = \left| -NB \cos \theta \cdot \frac{\Delta A}{\Delta t} \right| \Rightarrow 2 \times 10^{-2} = 1000 \times 10^{-2} \times \cos 60^\circ \times \frac{\Delta A}{\Delta t} \Rightarrow \frac{\Delta A}{\Delta t} = 4 \times 10^{-2} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

۲۶۲ گزینه ۱

$$\Delta q = I \Delta t = \left(\frac{N}{R} \frac{\Delta \phi}{\Delta t} \right) \Delta t \Rightarrow \Delta q = \frac{N}{R} \Delta \phi = \frac{N}{R} (BA (\cos \theta_2 - \cos \theta_1)) \Rightarrow 100 \times 10^{-6} = \frac{20}{10} (1 \times 10^{-2} \times (1 \times 1) (\cos \theta - 0))$$

$$\Rightarrow \cos \theta = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta = 60^\circ$$

یعنی قاب باید 30° بچرخد.

۲۶۳ گزینه ۲

$$\xrightarrow{t=0} \Phi_1 = 3 \times 10^{-3} \text{ Wb} \Rightarrow \Delta \Phi = 1.5 \times 10^{-3} \text{ Wb}$$

$$\xrightarrow{t=5s} \Phi_2 = 1.5 \times 10^{-3} \text{ Wb}$$

$$I = \frac{N}{R} \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \Rightarrow 2.1 = \frac{N}{10} \times \frac{1.5 \times 10^{-3}}{5} \Rightarrow N = 1000$$

۲۶۴ گزینه ۱

$$\text{بخش اول نمودار } \Phi - t : \varepsilon = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = - \frac{2 - 2}{10} = 0$$

$$\text{بخش دوم نمودار } \Phi - t : \varepsilon = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = - \frac{-2 - 2}{10} = 0.4 \text{ mV}$$

۲۶۵ گزینه ۳

$$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{B \ell V}{R} \Rightarrow 2 = \frac{B \times 0.25 \times 2}{2} \Rightarrow B = 4 \text{ T}$$

جریان در قاب از D به C و میدان القایی درونسو است. چون شار در حال افزایش است، طبق قانون لنز میدان القایی خلاف جهت میدان اصلی (برونسو) است.

۲۶۶ گزینه ۴

$$\begin{cases} \varepsilon = \frac{\Delta(AB \cos \theta)}{\Delta t} \Rightarrow B = \frac{\varepsilon \cdot \Delta t}{\Delta(A \cos \theta)} & (1) \\ U = \varepsilon I \Delta t \Rightarrow \varepsilon = \frac{U}{I \Delta t} & (2) \end{cases}$$

با جایگذاری رابطه (۲) در رابطه (۱) خواهیم داشت:

$$B = \frac{U \cdot \Delta t}{I \Delta t \Delta(A \cos \theta)} \Rightarrow \text{تسلا} = \frac{\text{ژول}}{\text{آمپر} \times \text{مترمربع}}$$

بدون واحد

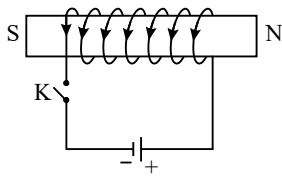
۲۶۷ گزینه ۴ اولاً طبق رابطه $P = RI^2$ ، توان همواره مقدار مثبتی است. پس گزینه های «۱» و «۲» غلط هستند. ثانیاً تا لحظه $t = 0.03s$ مقادیر داده شده برای هر دو شکل یکسان است. لذا کافیت در بازه $t = 0.03s$ تا $t = 0.06s$ توان را محاسبه کنیم.

$$|\varepsilon| = |-NA \frac{\Delta B}{\Delta t} \cos \alpha| = |-1 \times (\pi \times 10^2 \times 10^{-4}) \times \frac{-0.3}{0.03}| = \frac{\pi}{10} V$$

$$P = \frac{\varepsilon^2}{R} = \frac{(\frac{\pi}{10})^2}{5} = \frac{\pi^2}{500} = \frac{10}{500} = 0.02W$$

۲۶۸ گزینه ۴ در لحظه قطع کلید، جریان الکتریکی کاهش یافته و در نتیجه میدان مغناطیسی آن نیز کاهش می‌یابد و شار مغناطیسی عبوری از سیملوله (۲) نیز کاهش می‌یابد و با توجه به قاعده دست راست، جریان القایی از a به سمت b خواهد بود.

در لحظه وصل کلید، جریان الکتریکی افزایش یافته و در نتیجه میدان مغناطیسی آن نیز افزایش می‌یابد و شار مغناطیسی عبوری از سیملوله (۲) نیز افزایش می‌یابد. طبق قانون لنز و با توجه به قاعده دست راست، جریان القایی از b به سمت a خواهد بود.



۲۶۹ گزینه ۱

$$\alpha_1 = 53^\circ \rightarrow \theta_1 = 90^\circ - \alpha_1 = 90^\circ - 53^\circ = 37^\circ$$

$$\alpha_2 = 53^\circ - 16^\circ = 37^\circ \Rightarrow \theta_2 = 90^\circ - \alpha_2 = 53^\circ$$

$$\Delta \phi = BA(\Delta \cos \theta) = BA(\cos \theta_2 - \cos \theta_1)$$

$$\Delta \phi = 0.5 \times (20 \times 20 \times 10^{-4})(\cos 53^\circ - \cos 37^\circ) = 2 \times 10^{-2}(0.6 - 0.8)$$

$$\Delta \phi = -4 \times 10^{-2} Wb = -4mWb$$

علامت منفی نشان‌دهنده کاهش شار مغناطیسی است.

۲۷۰ گزینه ۲ چون میدان مغناطیسی در مرکز حلقه کاهش دارد، پس شار عبوری از حلقه کاهش می‌یابد.

$$|\bar{\varepsilon}| = |-N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}| = |-NA \frac{\Delta B}{\Delta t} \cos \theta| \Rightarrow |\bar{\varepsilon}| = \left| -1 \times \pi \times (0.2)^2 \times \frac{(22 - 40) \times 10^{-4}}{0.03} \times \cos 0^\circ \right| = 7.2 \times 10^{-3} V = 7.2mV$$

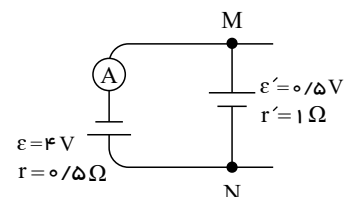
چون میدان مغناطیسی در حلقه درون سو و در حال کاهش است، بر طبق قانون لنز، جهت جریان در حلقه رسانا به گونه‌ای است که با کاهش میدان مخالفت می‌کند. پس میدان مغناطیسی حلقه رسانا هم درون سو است، یعنی طبق قاعده دست راست جهت جریان القایی در حلقه ساعتگرد است.

۲۷۱ گزینه ۴ در ابتدا نیروی محرکه القایی در میله MN را می‌یابیم:

$$\varepsilon' = \ell v B = 0.25 \times 5 \times 0.4 = 0.5V$$

حال باتوجه به قاعده نیروی محرکه در میله متحرک، داریم:

$$I = \frac{\varepsilon + \varepsilon'}{r + r'} = \frac{4.5}{1.5} = 3A$$



۲۷۲ گزینه ۲ تغییرات شار مغناطیسی در بازه زمانی $t_1 = 0$ تا $t_2 = 5s$ را حساب می‌کنیم:

$$\Phi = \mathcal{R}t^2 + t + \mathcal{R} \Rightarrow \begin{cases} t_1 = 0 \Rightarrow \Phi_1 = \mathcal{R}Wb \\ t_2 = 5s \Rightarrow \Phi_2 = 4 \times 25 + 5 + \mathcal{R} = 108Wb \end{cases}$$

$$\Rightarrow \Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = 108 - \mathcal{R} \Rightarrow \Delta\Phi = 105Wb$$

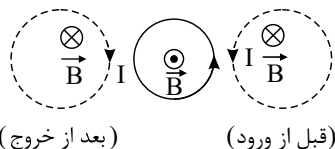
نیروی محرکه القایی متوسط را با استفاده از رابطه $\bar{I} = \frac{\bar{\mathcal{E}}}{R}$ می‌یابیم:

$$\bar{\mathcal{E}} = \bar{I}R \xrightarrow[R=10\Omega]{\bar{I}=4.2A} \bar{\mathcal{E}} = 4.2 \times 10 \Rightarrow \bar{\mathcal{E}} = 42V$$

با استفاده از رابطه $\bar{\mathcal{E}} = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ ، تعداد حلقه‌های پیچ را به دست می‌آوریم:

$$|\bar{\mathcal{E}}| = \left| -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| \xrightarrow[\bar{\mathcal{E}}=42V, \Delta\Phi=105Wb]{\Delta t=5-0=5s} 42 = N \times \frac{105}{5} \Rightarrow N = 2$$

۲۷۳ گزینه ۳ طبق قاعده دست راست، جهت میدان مغناطیسی ناشی از جریان در حلقه کوچکتر، در داخل آن برون سو و در خارج از آن درون سو است.



(بعد از خروج)

(قبل از ورود)

بنابراین با نزدیک شدن حلقه کوچکتر به حلقه بزرگتر، میدان مغناطیسی درون سوی عبوری از حلقه بزرگتر افزایش یافته و طبق قانون لنز، جریان القایی در جهت (۱) در آن القا می‌شود تا مانع افزایش میدان مغناطیسی درون سوی عبوری از حلقه بزرگتر شود.

بعد از خروج حلقه کوچکتر از حلقه بزرگتر و با دور شدن آن، میدان مغناطیسی درون سوی عبوری از حلقه بزرگتر در حال کاهش خواهد بود، بنابراین طبق قانون لنز، جریان القایی در جهت (۲) خواهد بود تا مانع کاهش میدان مغناطیسی درون سوی عبوری از حلقه بزرگتر شود.

۲۷۴ گزینه ۳ با توجه به رابطه جریان متوسط القایی در یک پیچ داریم:

$$\bar{I} = \frac{\bar{\mathcal{E}}}{R} = \left| -\frac{N}{R} \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} \right|$$

اگر $\varphi = AB \cos \theta$ را در این رابطه قرار دهیم با توجه به این که $\theta_1 = 60^\circ$ و $\theta_2 = 180^\circ + 60^\circ$ است. داریم:

$$\xrightarrow[B=10^{-4}G=1T]{\bar{I} = \left| -\frac{1}{R} \times \frac{20 \times 10^{-4} \times 1}{10 \times 10^{-3}} \times \left(\cos \theta_2 - \cos \theta_1 \right) \right|}$$

$$= \left| -4 \times 10^{-2} \left(-\frac{1}{2} - \frac{1}{2} \right) \right| = 4 \times 10^{-2} A$$

۲۷۵ گزینه ۱ طبق قاعده دست راست، میدان مغناطیسی ناشی از جریان القایی در حلقه به صورت برون سو است و چون جهت میدان القایی و میدان خارجی در خلاف جهت یکدیگر است، طبق قانون لنز، حرکت میله به صورتی بوده است که شار مغناطیسی عبوری از حلقه در حال افزایش بوده است، بنابراین میله باید به طرف راست حرکت کند. چون جریان ثابت است، بنابراین حرکت میله باید با سرعت ثابت باشد.

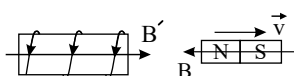
$$\mathcal{E} = Blv \Rightarrow IR = Blv \Rightarrow I = \frac{Blv}{R}$$

روش دوم: اگر دست راست را روی میله متحرک طوری قرار دهیم که کف دست در جهت میدان مغناطیسی خارجی بوده و انگشت شست جهت جریان در میله متحرک را نشان دهد، جهت چهار انگشت دست راست جهت حرکت میله را نشان خواهد داد.

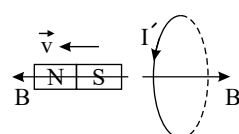
۲۷۶ گزینه ۴ در وضعیت تغییر میدان مغناطیسی از B تا صفر، اندازه میدان برون سو کاهش یافته و میدان القایی هم جهت میدان اصلی خواهد بود. طبق قاعده دست راست، جهت جریان القایی در حلقه پادساعتگرد است.

در وضعیت تغییر میدان مغناطیسی از صفر تا $-B$ ، اندازه یک میدان درون سو افزایش می‌یابد و میدان القایی خلاف جهت میدان اصلی خواهد بود. در نتیجه طبق قاعده دست راست، جهت جریان القایی در حلقه باز هم پادساعتگرد خواهد بود.

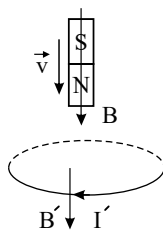
۲۷۷ گزینه ۱



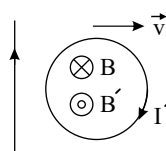
شار در حال کاهش بوده
نادرست



شار در حال کاهش بوده
نادرست



شار در حال افزایش بوده
نادرست



شار در حال کاهش بوده
درست

۲۷۸ گزینه ۳

$$\left. \begin{aligned} t_1 = 1s : B_1 = 3T \\ t_2 = 3s : B_2 = 15T \end{aligned} \right\} \Rightarrow |\bar{\epsilon}| = \left| -\frac{N\Delta B}{\Delta t} \right| = \frac{200 \times 10^{-3} \times 12}{3-1} = 0.12V$$

۲۷۹ گزینه ۴

$$L = 2\pi r \Rightarrow r = \frac{L}{2\pi} = \frac{0.2}{2\pi} = \frac{1}{10\pi} \Rightarrow A = \pi r^2 = \pi \times \frac{1}{100\pi^2} = \frac{1}{100\pi} m^2 \quad \phi = BA \cos \theta = 0.4 \times \frac{1}{100\pi} \times \underbrace{\cos 60^\circ}_{\frac{1}{2}} = \frac{1}{500\pi} Wb$$

۲۸۰ گزینه ۴ فقط مؤلفه عمودی ($\vec{j}$) میدان مغناطیسی از داخل قاب می‌گذرد.

$$\Phi = AB_y = 10 \times 10 \times 10^{-3} \times 0.4 = 4 \times 10^{-3} Wb$$

۲۸۱ گزینه ۳

$$\epsilon = N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = NA \frac{\Delta B}{\Delta t} = 1000 \times 25 \times 10^{-3} \times \frac{(0.08 - (-0.04))}{0.02} = 15V$$

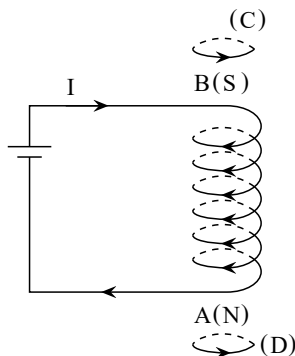
۲۸۲ گزینه ۱

$$|\bar{\epsilon}| = \left| N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = \left| \frac{NBA(\cos 90^\circ - \cos 0^\circ)}{\Delta t} \right| = \frac{1 \times 0.1 \times 0.05 \times 1}{0.5} = 0.01V$$

۲۸۳ گزینه ۲

$$\Delta q = \frac{N}{R} \Delta \Phi \Rightarrow \frac{\Delta q_1}{\Delta q_2} = \frac{\Delta \Phi_1}{\Delta \Phi_2} = \frac{20-0}{0-20} = -1 \Rightarrow \left| \frac{\Delta q_1}{\Delta q_2} \right| = 1$$

۲۸۴ گزینه ۳



با اتصال کلید K جهت جریان در سیملوله به صورت زیر است. طبق قاعده دست راست در سیملوله اگر شست در جهت جریان باشد چهار انگشت در سیملوله قطب N را نشان می‌دهد. پس A قطب N و B قطب S خواهد بود. طبق قانون لنز جهت جریان القایی در حلقه‌ها به گونه‌ای خواهد بود که با عامل به وجود آورنده‌اش مخالفت می‌کند. پس جهت جریان در حلقه‌های C و D در جهت (۱) خواهد بود.

۲۸۵ گزینه ۲ برای بار القایی در مدار می‌توان نوشت:

$$\phi = AB \cos \theta \Rightarrow \Delta \phi = A \cos \theta (\Delta B) = 3 \times 0.1^2 \times 1 \times (0.05 - 0.03) \Rightarrow \Delta \phi = 6 \times 10^{-4} Wb$$

$$\Delta q = I \Delta t$$

$$I = \frac{|\bar{\epsilon}|}{R} = \frac{\frac{N|\Delta \phi|}{\Delta t}}{R} = \frac{N}{R} \frac{|\Delta \phi|}{\Delta t} \Rightarrow \Delta q = \left(\frac{N|\Delta \phi|}{R\Delta t} \right) \Delta t \Rightarrow \Delta q = \frac{N|\Delta \phi|}{R} \Rightarrow \Delta q = \frac{100 \times 6 \times 10^{-4}}{10} = 6 \times 10^{-3} C = 6mC$$

۲۸۶ گزینه ۴ طبق قانون لنز، جهت جریان القایی باید به گونه‌ای باشد که با تغییرات شار مخالفت کند. در حلقه (۱)، میدان حاصل از جریان القایی به سمت راست و میدان حاصل از آهن‌ربا به سمت چپ است؛ بنابراین آهن‌ربا در حال حرکت به سمت چپ (غرب) بوده که میدان حاصل از جریان القایی حلقه با نزدیک شدن آن مخالفت می‌کند.

در حلقه (۲)، میدان حاصل از جریان القایی به سمت چپ و میدان حاصل از آهن‌ربا نیز به سمت چپ است؛ بنابراین آهن‌ربا در حال حرکت به سمت چپ (غرب) بوده که میدان حاصل از جریان القایی

حلقه با دور شدن آن مخالفت می‌کند.

۲۸۷ گزینه ۳ در ابتدا تغییر شار را در ۳ ثانیه اول (بین $t_1 = 0$ و $t_2 = 3$ s) می‌یابیم:

$$\phi = 5t^2 + at + 1 \Rightarrow \begin{cases} t = 0 \Rightarrow \phi_0 = 1 \\ t = 3 \Rightarrow \phi_3 = 45 + 3a + 1 \end{cases} \Rightarrow \Delta\phi = 44 + 3a$$

حال با استفاده از دو رابطه $I = \frac{\bar{\epsilon}}{R}$ و $\bar{\epsilon} = \frac{N\Delta\phi}{\Delta t}$ ، داریم:

$$|\bar{I}| = \frac{N\Delta\phi}{R\Delta t} \xrightarrow{|\bar{I}|=3} \pm 3 = \frac{44 + 3a}{3} \Rightarrow \pm 63 = 44 + 3a \Rightarrow \begin{cases} 18 = 3a \Rightarrow a = 6 \\ -108 = 3a \Rightarrow a = -36 \end{cases} \rightarrow \text{فقط } a = 6 \text{ در گزینه‌ها وجود دارد.}$$

۲۸۸ گزینه ۲ با توجه به اطلاعات سؤال داریم:

$$\theta = 0 \rightarrow \cos 0 = 1$$

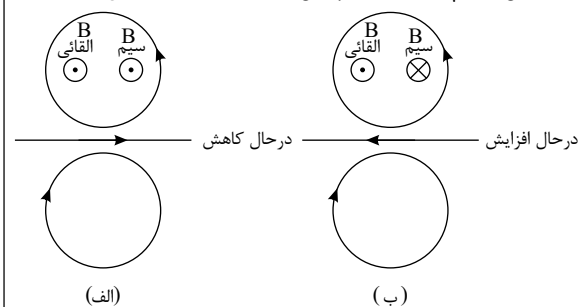
$$N = 1$$

$$A = 100 \times 10^{-6} m^2$$

$$\left. \begin{aligned} B_1 &= 2 \times 10^{-2} T \\ B_2 &= -3 \times 10^{-2} T \end{aligned} \right\} \rightarrow \Delta B = -5 \times 10^{-2} T$$

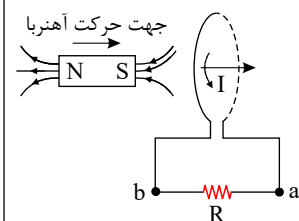
$$\epsilon = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -NA \cos\theta \frac{\Delta B}{\Delta t} = -1 \times 10^{-2} \times 1 \times \frac{-5 \times 10^{-2}}{10 \times 10^{-3}} = 5 \times 10^{-2} V$$

۲۸۹ گزینه ۳ چون جهت جریان القایی در حلقه پایینی ساعتگرد است، بنابراین جهت میدان القایی درون سو است. با توجه به قانون لنز جهت میدان القایی به گونه‌ای است که با تغییرات شار عبوری از حلقه مخالفت کند. بنابراین یا میدان ناشی از سیم در مکان حلقه پایینی درون سو و در حال کاهش است، یا این که میدان ناشی از سیم در مکان حلقه پایینی برون سو و در حال افزایش است.

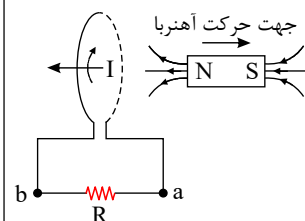


بنابراین در هر دو حالت اول و دوم جریان القایی در حلقه بالایی پادساعتگرد خواهد بود.

۲۹۰ گزینه ۴ وقتی آهنربا به حلقه رسانا نزدیک می‌شود، جریان در جهتی در حلقه القا می‌شود که میدان مغناطیسی ناشی از آن با افزایش شار مغناطیسی حلقه مخالفت کند. پس ابتدا جریان در مقاومت R از b به a خواهد بود.



با دور شدن آهنربا از حلقه رسانا، جریان در جهتی در حلقه القا می‌شود که میدان مغناطیسی ناشی از آن با کاهش شار مغناطیسی حلقه مخالفت کند. بنابراین در این حالت، جریان در مقاومت R از a به b خواهد بود.



۲۹۱ گزینه ۳ با استفاده از قانون القای الکترومغناطیسی فاراده و رابطه نیروی محرکه القایی متوسط، می‌توان نوشت:

$$\bar{\epsilon} = -BIv \Rightarrow \bar{I}R = BIv \Rightarrow \bar{I} \times 0.5 = 2000 \times 10^{-4} \times 0.3 \times 4 \Rightarrow \bar{I} = 0.48 A$$

چون شار مغناطیسی عبوری از حلقه، با حرکت میله به سمت راست افزایش می‌یابد، طبق قانون لنز، جریان القایی در حلقه پادساعتگرد خواهد بود تا با تغییر شار مغناطیسی مخالفت کند.

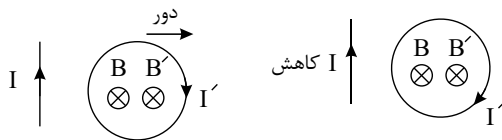
۲۹۲ گزینه ۱

$$|\vec{e}| = N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{NBA(\cos \theta_2 - \cos \theta_1)}{\Delta t} \Rightarrow 12 = \frac{N \times 0.4 \times (3 \times 0.1^2)(\cos 0^\circ - \cos 180^\circ)}{0.5} \Rightarrow N = 25$$

۲۹۳

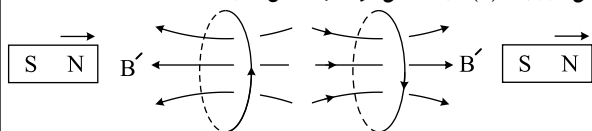
$$I = \frac{N}{R} \frac{\Delta \phi}{\Delta t} \Rightarrow 9 = \frac{N}{2N} \cdot \frac{\Delta \phi}{\Delta t} \Rightarrow \frac{\Delta \phi}{\Delta t} = 18 \frac{Wb}{S}$$

۲۹۴ گزینه ۱

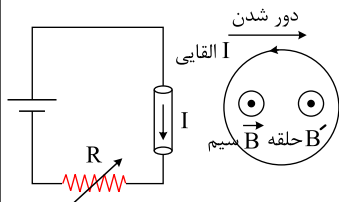


۲۹۵ گزینه ۳ در هنگام ورود آهنربا به حلقه، شار مغناطیسی عبوری از حلقه در حال افزایش است. در نتیجه، طبق قانون لنز جهت جریان القایی در حلقه به گونه‌ای است که با این افزایش شار مخالفت کند. یعنی طبق قاعده دست راست جریان در جهت (۱) در حلقه القا می‌شود.

در هنگام خروج آهنربا از حلقه، شار مغناطیسی عبوری از حلقه در حال کاهش است، در نتیجه طبق قانون لنز جریانی در جهت (۲) در حلقه می‌شود تا با کاهش شار مخالفت کند.

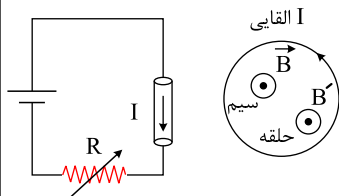


۲۹۶ گزینه ۱



با توجه به قاعده دست راست، میدان مغناطیسی ناشی از جریان عبوری از سیم راست در نزدیکی حلقه به صورت برون‌سو است. در حالت اول، با دور شدن حلقه، اندازه شار مغناطیسی گذرنده از حلقه کاهش می‌یابد و در اثر این تغییر، بنا به قانون لنز، جهت جریان القایی ایجاد شده در حلقه چنان است که میدان مغناطیسی ناشی از آن با کاهش شار مخالفت کند. پس میدان مغناطیسی القایی هم جهت میدان مغناطیسی سیم راست و به صورت برون‌سو خواهد بود و با توجه به قاعده دست راست جهت جریان القایی در حلقه پادساعتگرد می‌شود.

در حالت دوم گفته شده که جهت جریان القایی درون حلقه پادساعتگرد است و طبق قاعده دست راست میدان مغناطیسی القایی به صورت برون‌سو است و میدان مغناطیسی ناشی از آن به دلیل مخالفت با تغییر میدان مغناطیسی به وجود آمده است. پس میدان مغناطیسی جریان سیم راست در حال کاهش بوده که این با افزایش مقاومت متغیر و کاهش جریان حاصل می‌شود.

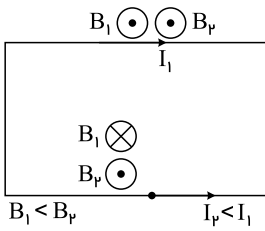


۲۹۷ گزینه ۴ با حرکت میله MN شار مغناطیسی عبوری از قاب تغییر می‌کند. مطابق با قانون لنز جریان حاصل از نیروی محرکه القایی در جهتی است که آثار مغناطیسی ناشی از آن با تغییرات شار مخالفت کند. در این جا چون $V_N > V_M$ است، همانند آن است که بارهای مثبت میله در N و بارهای منفی در M جمع شده‌اند، پس جهت جریان در مدار ساعتگرد است. (جریان در مدار از پتانسیل بیشتر به پتانسیل کمتر است) و با توجه به این میدان مغناطیسی حاصل از آن در جهت میدان خارجی است، پس طبق قانون لنز نتیجه می‌گیریم که مساحت قاب و در نتیجه شار در حال کاهش است، پس میله MN به سمت چپ حرکت می‌کند.

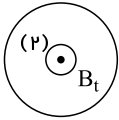
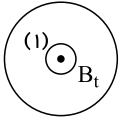
۲۹۸ گزینه ۴ با استفاده از قانون لنز جهت جریان القایی ناشی از تأثیر افزایش یا کاهش هر یک از جفت میدان‌ها را، در نبود میدان دیگر تعیین می‌کنیم. سپس به برهم‌نهی آثار می‌پردازیم. در تصویر ۱: هر دو میدان برون‌سو و در حرکت از چپ به راست رو به کاهش‌اند. پس اثر القایی یکسانی خواهند داشت. با حرکت حلقه شار مغناطیسی کم می‌شود، لذا در حلقه جریان پادساعتگرد ایجاد می‌شود تا با این تغییر شار مخالفت کند. (در حرکت از چپ به راست، میدان بالایی در حال کاهش ولی پایینی در حال افزایش است و یا برعکس) در تصویر شماره ۲: اثرات القایی میدان بالایی و پایینی در خلاف جهت هم بوده و اثر یکدیگر را تلافی می‌کنند و جریان القایی صفر است. در تصویر شماره ۳: مانند تصویر ۲ اثرات القایی میدان بالایی و پایینی در خلاف جهت هم بوده و اثر یکدیگر را تلافی می‌کنند و جریان القایی صفر است. تصویر شماره ۴: اثر القایی هر دو میدان یکسان بوده و جریان ساعتگرد ایجاد می‌شود، بدین صورت که میدان برون‌سو در حال افزایش و میدان درون‌سو در حال کاهش است، پس طبق قانون لنز در حلقه، جریانی ساعتگرد القا می‌شود تا با این تغییرات مخالفت کند. در نتیجه گزینه ۴ پاسخ درست است.

۲۹۹ گزینه ۳ با توجه به پایانه‌های مثبت و منفی مولد، جهت جریان در سیم‌های راست و طویل به طرف راست است؛ پس میدان مغناطیسی حاصل از سیم‌ها در نزدیکی حلقه‌های (۱) و (۲) به صورت زیر است:

فیزیک یازدهم فصل سه

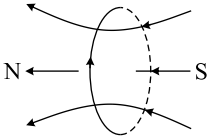


از طرفی با افزایش مقاومت R ، جریان، میدان و شار عبوری از حلقه‌ها کاهش می‌یابد؛ بنابراین طبق قانون لنز، جهت جریان القایی در حلقه‌های (۱) و (۲) پادساعتگرد خواهد بود.



۳۰. گزینه ۳ جریان مدار بیرونی ساعتگرد و میدان مغناطیسی ناشی از آن در محل حلقه درون‌سو و در حال افزایش است. حلقه درصدد برمی‌آید تا با ایجاد میدان برون‌سو در درون خود با این افزایش مخالفت کند و لذا جریان حلقه پادساعتگرد خواهد شد و میدان ناشی از آن در اطراف حلقه درون‌سو است.

۳۱. گزینه ۲ چون تا لحظه ۹۰ درجه شدن قطب N دور می‌شود، باید جریان القایی در حلقه به گونه‌ای باشد که S طرف راست و N طرف چپ شود و جهت میدان القایی در داخل حلقه به گونه‌ای باشد که با کاهش شار مخالفت کند. پس گزینه (۲) صحیح است.



۳۲. گزینه ۲ ابتدا طول سیم به کار رفته در هر یک از سیم‌لوله‌ها را نسبت به هم به دست می‌آوریم. به همین منظور باید از رابطه $L = N(2\pi r)$ استفاده کنیم. بنابراین با استفاده از رابطه $B = \frac{\mu_0 NI}{\ell}$ و با توجه به این که $B_A = 2B_B$ ، $I_A = I_B$ و $\ell_A = 3\ell_B$ است، نسبت $\frac{N_A}{N_B}$ را می‌یابیم:

$$B_A = 2B_B \Rightarrow \frac{\mu_0 N_A I_A}{\ell_A} = 2 \frac{\mu_0 N_B I_B}{\ell_B} \Rightarrow \frac{N_A}{3\ell_B} = 2 \frac{N_B}{\ell_B} \Rightarrow N_A = 6N_B$$

$$L = N(2\pi r) \Rightarrow \frac{L_A}{L_B} = \frac{N_A}{N_B} \times \frac{r_A}{r_B} \xrightarrow[r_A=6N_B]{r_A=\frac{3}{2}r_B} \frac{L_A}{L_B} = \frac{6N_A}{N_B} \times \frac{\frac{3}{2}r_B}{r_B} \Rightarrow \frac{L_A}{L_B} = 9$$

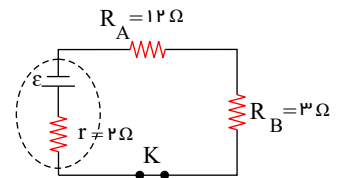
حال با استفاده از رابطه $R = \rho \frac{L}{A} = \rho \frac{L}{\pi r^2}$ ، مقاومت سیم‌لوله B را به دست می‌آوریم. دقت کنید، چون هر دو سیم مسی‌اند، $\rho_A = \rho_B$ است:

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{L_A}{L_B} \times \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^2 \xrightarrow[r_A=6N_B, r_A=\frac{3}{2}r_B]{R_A=12\Omega} \frac{12}{R_B} = 1 \times 9 \times \left(\frac{r_B}{\frac{3}{2}r_B}\right)^2 \Rightarrow \frac{12}{R_B} = 9 \times \frac{4}{9} \Rightarrow R_B = 3\Omega$$

با محاسبه مقاومت معادل مدار، به صورت زیر ε را می‌یابیم:

$$R_{eq} = R_A + R_B = 12 + 3 = 15\Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \xrightarrow[r=2\Omega]{I=2A} 2 = \frac{\varepsilon}{15 + 2} \Rightarrow \varepsilon = 34V$$



۳۳. گزینه ۱

$$B = \frac{\mu \cdot NI}{\ell} \Rightarrow 9.6 \times 10^{-4} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times \frac{30}{2\pi \times (5 \times 10^{-2})} \times I}{0.5} \Rightarrow I = 4A \Rightarrow I = 4A$$

$$U = \frac{1}{2} LI^2 = \frac{1}{2} \times 0.18 \times 4^2 = 1.44 mJ$$

۳۰۴ گزینه ۳ طبق رابطه انرژی ذخیره شده در سیملوله داریم:

$$U = \frac{1}{2}LI^2$$

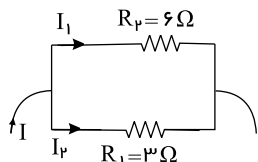
$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{L_2}{L_1} \times \left(\frac{I_2}{I_1}\right)^2 \xrightarrow{U_2=U_1, I_1=3I_2} 1 = \frac{L_2}{L_1} \times \left(\frac{1}{3}\right)^2 \Rightarrow \frac{L_2}{L_1} = 9$$

حال از رابطه $L = \frac{\mu_0 AN^2}{\ell}$ استفاده کرده و نسبت خواسته شده را به دست می آوریم:

$$\frac{L_2}{L_1} = \frac{A_2}{A_1} \times \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 \times \frac{\ell_1}{\ell_2} \xrightarrow{A_1=6A_2, L_2=9L_1, \ell_1=2cm, \ell_2=3cm} \frac{9}{1} = \frac{1}{6} \times \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 \times \frac{3}{2} \Rightarrow \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 = 6$$

۳۰۵ گزینه ۲

ابتدا مقاومت معادل R_1 و R_2 را به دست می آوریم و سپس جریان خروجی از باتری را می یابیم. داریم:



$$R_{1,2} = \frac{6 \times 3}{6 + 3} = 2\Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} = \frac{24V}{(2 + 2)\Omega} = 6A$$

چون R_1 و R_2 موازی هستند، بنابراین اختلاف پتانسیل دو سر آنها یکسان است و داریم:

$$V_1 = V_2 \Rightarrow R_1 I_1 = R_2 I_2 \Rightarrow 3I_1 = 6I_2$$

$$\left. \begin{array}{l} I_1 = 2I_2(1) \\ I_1 + I_2 = 3(2) \end{array} \right\} \Rightarrow I_1 = 1A \quad I_2 = 2A$$

حالا انرژی مصرفی در مقاومت را می یابیم:

$$U_{R_1} = R_1 I_1^2 = (3)(1)^2 = 3J$$

$$\text{انرژی ذخیره شده در القاگر} \rightarrow U_L = \frac{1}{2}LI^2 = \left(\frac{1}{2}\right)(4)(6)^2 = 72W$$

$$\frac{U_L}{U_{R_1}} = \frac{72W}{3J} = 24$$

۳۰۶ گزینه ۳ انرژی ذخیره شده در القاگر از رابطه $U = \frac{1}{2}LI^2$ به دست می آید. اگر این رابطه را برای دو حالت بیان شده در سؤال بنویسیم، داریم:

$$U_1 = \frac{1}{2}LI_1^2 \xrightarrow{I_1=I, I_2=I+\frac{20}{100}I} U = \frac{1}{2}LI^2 \quad (1)$$

$$U_2 = \frac{1}{2}LI_2^2 \xrightarrow{U_1=U, U_2=U+1.8} U + 1.8 = \frac{1}{2}L(1.2I)^2 \quad (2)$$

با تقسیم طرفین روابط (۱) و (۲) بر هم داریم:

$$\Rightarrow \frac{U}{U + 1.8} = \frac{\frac{1}{2}LI^2}{\frac{1}{2}L(1.2I)^2} \Rightarrow \frac{U}{U + 1.8} = \frac{1}{1.44} \Rightarrow 1.44U = U + 1.8 \Rightarrow 0.44U = 1.8 \Rightarrow U = \frac{1.8}{0.44} = 4.09J$$

دقت شود که با افزایش جریان، انرژی ذخیره شده در القاگر افزایش می یابد.

حالا با داشتن ضریب القاوری، می توانیم جریان عبوری از القاگر را در حالت اولیه بیابیم. داریم:

$$U = \frac{1}{2}LI_1^2 \rightarrow 20 = \frac{1}{2} \times 4 \times 10^{-2} I_1^2 \rightarrow I_1^2 = \frac{20}{2 \times 10^{-2}} \Rightarrow I_1^2 = 1000 \Rightarrow I_1 = 100A$$

۳۰۷ گزینه ۱ ابتدا مقاومت الکتریکی و سپس جریان عبوری از مدار را محاسبه می کنیم:

$$R = \rho \frac{\ell}{A} \xrightarrow{\rho=2 \times 10^{-6} \Omega \cdot m, \ell=4m, A=2mm^2=2 \times 10^{-6} m^2} R = \frac{2 \times 10^{-6} \times 4}{2 \times 10^{-6}} = 4\Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} \xrightarrow{\varepsilon=12V, R=4\Omega, r=1\Omega} I = \frac{12}{4 + 1} \Rightarrow I = 2.4A$$

و در نهایت برای تعیین انرژی ذخیره شده در القاگر داریم:

$$U = \frac{1}{2}LI^2 \xrightarrow{L=50mH=5 \times 10^{-2}H, I=2.4A} U = \left(\frac{1}{2}\right)(5 \times 10^{-2})(2.4)^2 = 0.144J$$

۳۰۸ گزینه ۱ اگر فرض کنیم n کلید را ببندیم، جریان عبوری از هر مقاومت $R = 4\Omega$ برابر است با:

$$I_{\text{جس}} = \frac{\varepsilon}{\frac{R}{n+1} + r} \Rightarrow I = \frac{I_{\text{جس}}}{n+1} \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R + (n+1)r}$$

انرژی ذخیره شده در القاگر برابر است با:

$$U = \frac{1}{2} LI^2 \xrightarrow{I = \frac{\varepsilon}{R + (n+1)r}} U = \frac{1}{2} L \left(\frac{\varepsilon}{R + (n+1)r} \right)^2$$

با بستن کلیدها، L و ε تغییری نمی‌کند، بنابراین می‌توان نوشت:

$$\frac{U'}{U} = \left(\frac{R + (n+1)r}{R + (n'+1)r} \right)^2 \xrightarrow[n'=0, U=0.8J]{U'=0.8-0.35=0.45J} \frac{0.45}{0.8} = \left(\frac{4+2}{4+(n'+1) \times 2} \right)^2 \Rightarrow \frac{3}{4} = \frac{6}{4+(n'+1) \times 2} \Rightarrow n' = 1$$

در نتیجه باید یک کلید بسته شود تا انرژی ذخیره شده در القاگر $0.35J$ کاهش یابد.

۳۰۹ گزینه ۴ با توجه به رابطه انرژی ذخیره شده در القاگر داریم:

$$\begin{aligned} U &= \frac{1}{2} LI^2 \Rightarrow U_2 - U_1 = \frac{1}{2} L(I_2^2 - I_1^2) \\ \xrightarrow[L=0.12H]{I_1=I+2(A), \Delta U=600mJ=0.6J} 0.6 &= \frac{1}{2} \times 0.12 \times [(I+2)^2 - I^2] \Rightarrow 10 = (I+2-I)(I+2+I) \\ \Rightarrow 10 &= 4 + 4I \Rightarrow I = \frac{3}{2} A \xrightarrow[L=0.12H]{U=\frac{1}{2}LI^2} U = \frac{1}{2} \times 0.12 \times \left(\frac{3}{2} \right)^2 \\ \Rightarrow U &= 0.6 \times \frac{9}{4} = 0.135J = 135mJ \end{aligned}$$

۳۱۰ گزینه ۱ طبق رابطه $U = \frac{1}{2} LI^2$ ، چون جریان‌های الکتریکی یکسان از سه القاگر می‌گذرد، القاگری انرژی بیشتری در خود ذخیره می‌کند که ضریب القاوری بزرگتری داشته باشد.

بنابراین با توجه به رابطه $L = \frac{\mu_0 N^2 A}{\ell}$ و اینکه $A = \pi r^2$ می‌باشد، داریم:

$$L \propto \frac{N^2 r^2}{\ell} \Rightarrow \begin{cases} L_A \propto \frac{(25)^2 (6)^2}{15} = 1500 \\ L_B \propto \frac{(20)^2 (8)^2}{16} = 1600 \Rightarrow \text{بیشترین انرژی} \\ L_C \propto \frac{(18)^2 (5)^2}{10} = 810 \Rightarrow \text{کمترین انرژی} \end{cases}$$

۳۱۱ گزینه ۴ باتوجه به رابطه $L = \frac{\mu_0 N^2 A}{\ell}$ ، می‌توان برای مقایسه دو سیملوله بدون هسته نوشت:

$$\frac{L_2}{L_1} = \left(\frac{N_2}{N_1} \right)^2 \times \left(\frac{A_2}{A_1} \right) \times \left(\frac{\ell_1}{\ell_2} \right)$$

سطح مقطع ثابت است. پس:

$$\frac{L_2}{L_1} = \left(\frac{N_2}{N_1} \right)^2 \times \left(\frac{\ell_1}{\ell_2} \right) \Rightarrow \frac{L_2}{L_1} = \left(\frac{2}{1} \right)^2 \times \left(\frac{1}{2} \right) \Rightarrow L_2 = 8L_1$$

باتوجه به رابطه $U = \frac{1}{2} LI^2$ ، داریم:

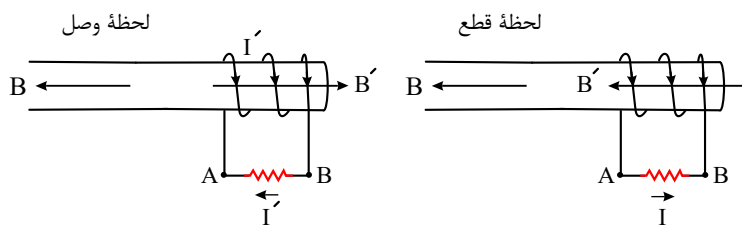
$$\frac{U_2}{U_1} = \left(\frac{L_2}{L_1} \right) \left(\frac{I_2}{I_1} \right)^2 \xrightarrow{I \text{ ثابت}} \frac{U_2}{U_1} = \frac{L_2}{L_1} = 8 \Rightarrow U_2 = 8U$$

۳۱۲ گزینه ۲

$$P = RI^2 \Rightarrow 32 = 2I^2 \Rightarrow I = 4A$$

$$U = \frac{1}{2} LI^2 = \frac{1}{2} \times (4 \times 10^{-3}) \times 4^2 = 32 \times 10^{-3} J$$

۳۱۳ گزینه ۴ در لحظه وصل کلید شار عبوری از سیملوله سمت راست افزایش و در لحظه قطع کلید شار عبوری کاهش می‌یابد. در هر دو وضعیت طبق قانون لنز، میدان القایی با تغییر شار مخالفت می‌کند. طبق قاعده دست راست، جهت جریان در مقاومت R در هر وضعیت مشخص می‌شود.



۳۱۴ گزینه ۳ در گزینه «۱» ضریب القاوری به جریان عبوری بستگی ندارد. در گزینه «۲» تغییر انرژی القاگر فقط زمانی رخ می‌دهد که جریان عبوری از آن در حال تغییر باشد. در گزینه «۴» انرژی القاگر در هنگام کاهش جریان، آزاد می‌شود.

۳۱۵ گزینه ۲

$$\frac{U'}{U} = \left(\frac{I'}{I}\right)^2 \Rightarrow \frac{U + 34,5}{U} = \left(\frac{130}{100}\right)^2 \Rightarrow \frac{U + 34,5}{U} = 1,69 \Rightarrow U = 50 mJ$$

$$U = \frac{1}{2} LI^2 \Rightarrow 50 = \frac{1}{2} L \times 10^2 \Rightarrow L = 1 mH$$

۳۱۶ گزینه ۳ با باز کردن کلید، جریان در شاخه اصلی شروع به کم شدن می‌کند و انرژی القاگر شروع به آزاد شدن می‌کند و باعث می‌شود لامپ روشن شود و تا مدتی روشن بماند و سپس خاموش شود.

۳۱۷ گزینه ۳ ابتدا با توجه به انرژی ذخیره شده در القاگر، جریان I را محاسبه می‌کنیم.

$$U_1 = \frac{1}{2} LI_1^2 \Rightarrow 8 \times 10^{-2} = \frac{1}{2} \times 40 \times 10^{-3} \times I_1^2 \Rightarrow I_1 = 2 A$$

اگر انرژی ذخیره شده در القاگر J را افزایش یابد، انرژی نهایی برابر $0,18$ ژول خواهد شد.

$$0,18 = \frac{1}{2} \times 40 \times 10^{-3} \times I_2^2 \Rightarrow I_2 = 3 A$$

$$\Delta I = I_2 - I_1 = 1 A$$

۳۱۸ گزینه ۲ با توجه به رابطه انرژی مصرفی لامپ و انرژی ذخیره شده در القاگر داریم:

$$\left. \begin{aligned} U &= \frac{1}{2} LI^2 \\ U &= P \cdot t \end{aligned} \right\} \xrightarrow[P=50W]{L=40H, I=20A} \frac{1}{2} \times 40 \times 20^2 = 50 \times t \Rightarrow t = 160 s$$

۳۱۹ گزینه ۱

$$U = \frac{1}{2} LI^2 \Rightarrow \frac{U'}{U} = \left(\frac{I'}{I}\right)^2 \Rightarrow \frac{\frac{5}{4}U + U}{U} = \left(\frac{I+2}{I}\right)^2 \Rightarrow \frac{9}{4} = \left(\frac{I+2}{I}\right)^2 \xrightarrow{\text{جذر}} \frac{3}{2} = \frac{I+2}{I} \Rightarrow I = 4 A$$

۳۲۰ گزینه ۲ مقدار انرژی ذخیره شده در میدان مغناطیسی سیملوله از رابطه $U = \frac{1}{2} LI^2$ به دست می‌آید.

بنابراین ابتدا به محاسبه جریان از سیملوله می‌پردازیم:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r}$$

$$I = \frac{20}{5 + 2 + 1} = \frac{20}{8} = 2,5 A$$

$$U = \frac{1}{2} LI^2 = \frac{1}{2} \times \frac{4}{10} \times (2,5)^2 = 1,25 J$$

۳۲۱ گزینه ۴ پس از وصل کلید، جریان عبوری از حلقه سمت چپ از صفر شروع به افزایش می‌کند، بنابراین میدان و شار مغناطیسی عبوری از حلقه نیز افزایش می‌یابد. طبق قانون لنز، جریان القایی در حلقه سمت راست باید به گونه‌ای باشد که میدان مغناطیسی ناشی از آن، با افزایش شار مغناطیسی مخالفت کند.

طبق قاعده دست راست، میدان مغناطیسی درون حلقه سمت چپ به سمت چپ است؛ در نتیجه میدان ناشی از جریان القایی در حلقه سمت راست باید به طرف راست باشد. یعنی جریان القایی از B به A خواهد بود.

۳۲۲ گزینه ۲ ابتدا انرژی ذخیره شده را بر حسب ژول به دست می‌آوریم. سپس ضریب القاوری را محاسبه می‌کنیم. بنابراین داریم:

$$U = 0,2 kWh = 0,2 \times 3,6 \times 10^6 \rightarrow U = 7,2 \times 10^5 J$$

و برای تعیین ضریب القاوری داریم:

$$U = \frac{1}{2} LI^2 \rightarrow 7,2 \times 10^5 = \left(\frac{1}{2}\right)(L)(200)^2 \rightarrow L = \frac{2 \times 7,2 \times 10^5}{40000} \rightarrow L = 36 H$$

۳۲۳ گزینه ۱

$$\left. \begin{aligned} I_r &= \frac{1}{r} \Delta I_1 \rightarrow I_r = \frac{1}{r} I_1 \\ U &= \frac{1}{r} L I^r \rightarrow \frac{U_r}{U_1} = \left(\frac{I_r}{I_1} \right)^r \\ U_r &= \frac{1}{16} U_1 \rightarrow \Delta U = \frac{1}{16} U_1 - U_1 = -\frac{15}{16} U_1 \rightarrow \frac{\Delta U}{U_1} = -\frac{15}{16} \end{aligned} \right\} \rightarrow \frac{U_r}{U_1} = \left(\frac{I_r}{I_1} \right)^r \Rightarrow \frac{U_r}{U_1} = \frac{1}{16}$$

۳۲۴ گزینه ۲ با توجه به نمودار نیروی محرکه القایی متناوب داده شده، می‌توانیم رابطه جریان متناوب را به صورت زیر بنویسیم:

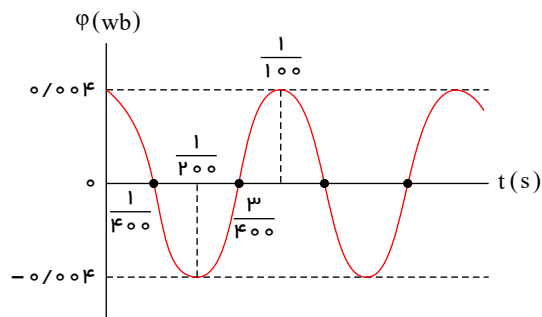
$$I = I_m \sin\left(\frac{\mathfrak{r}\pi}{T}\right)t \xrightarrow{I_m = \frac{\varepsilon_m}{R}} I = \left(\frac{\varepsilon_m}{R}\right) \sin\left(\frac{\mathfrak{r}\pi}{T}\right)t = \left(\frac{1}{\delta}\right) \sin\left(\frac{\mathfrak{r}\pi}{\circ \circ \mathfrak{r}}\right) \times \mathfrak{r}_{\delta} \times 1 \circ \mathfrak{r} = \mathfrak{r} \sin \frac{\pi}{\mathfrak{r}} = \mathfrak{r} \times \frac{\sqrt{\mathfrak{r}}}{\mathfrak{r}} \Rightarrow I = \sqrt{\mathfrak{r}}mA$$

۳۲۵ گزینه ۳ ابتدا اندازه نیروی محرکه القایی متوسط در پیچه را می یابیم:

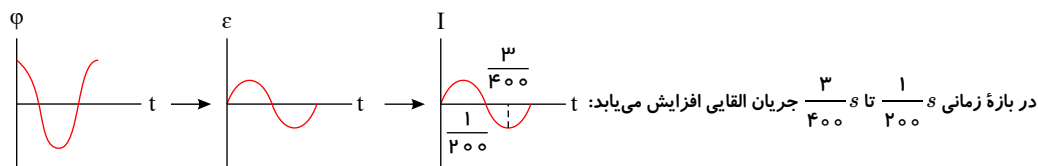
$$\left\{ \begin{array}{l} \bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} \\ t_1 = \frac{1}{r_{oo}} s \rightarrow \phi_1 = \mathbf{r} \times \mathbf{l}_o^{-r} \underbrace{\cos(r_{oo} \pi \times \frac{1}{r_{oo}})}_{(-1)} = -\mathbf{r} \times \mathbf{l}_o^{-r} Wb \\ t_r = \frac{r}{r_{oo}} s \rightarrow \varphi_r = \mathbf{r} \times \mathbf{l}_o^{-r} \underbrace{\cos(r_{oo} \pi \times \frac{r}{r_{oo}})}_{\text{صفر}} = 0 \end{array} \right.$$

نمودار $(\phi - t)$ را رسم می‌کنیم:

$$\frac{\gamma\pi}{T} = \gamma \circ \circ \pi \rightarrow T = \frac{1}{1 \circ \circ} s$$



طبق نمودار، در بازهٔ زمانی $s \frac{1}{200}$ تا $s \frac{3}{300}$ بزرگی شار مغناطیسی گذرنده از پیچه در حال کاهش است. و می‌دانیم در جریان متناوب تغییرات اندازهٔ شار برعکس تغییرات اندازهٔ نیروی محرکه و جریان است (مطابق نمودارهای زیر):



۳۲۶ گزینه ۱

$$I = \frac{\varepsilon}{r + R} = \frac{12}{1 + 4} = \frac{12}{5} A$$

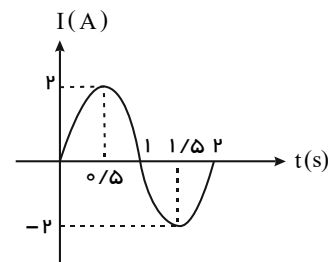
با نصف کردن طول القاگر، مقاومت سیم‌های آن هم نصف می‌شود.

$$I' = \frac{\varepsilon}{r+R} = \frac{12}{1+2} = 4 \text{ A}$$

$$U = \frac{1}{2} LI^2 \Rightarrow \frac{U'}{U} = \frac{L'}{L} \times \left(\frac{I'}{I}\right)^2 = \frac{1}{2} \times \left(\frac{4}{12}\right)^2 = \frac{25}{18}$$

۳۲۷ گزینه ۴

$$I = I_m \sin\left(\frac{\nu\pi}{T}t\right) = \frac{\varepsilon_m}{R} \sin\left(\frac{\nu\pi}{T}t\right) \Rightarrow I = \nu \sin(\pi t)$$



مطابق نمودار مقابل، حداکثر تغییرات جریان القایی در یک دوره، از بازه زمانی $1/5 < t < 4/5$ رخ می‌دهد که مقدار آن برابر $4A$ است. (از $2 - 4$)

۳۲۸ گزینه ۴

$$I_m = 4A, \frac{\nu T}{4} = 12 \times 10^{-3} \Rightarrow T = 16 \times 10^{-3} s = 16ms$$

اولین لحظه‌ای که جریان بیشینه می‌شود در $t = \frac{T}{4}$ است که برابر 4 میلی‌ثانیه خواهد بود.

$$I = 4 \sin\left(\frac{\nu\pi}{16 \times 10^{-3}}t\right) \xrightarrow{t=12 \times 10^{-3}s} I = 4 \sin\left(\frac{3\pi}{4}\right) = -4A$$

$$\varepsilon = RI = 5 \times (-4) = -20V \Rightarrow |\varepsilon| = 20V$$

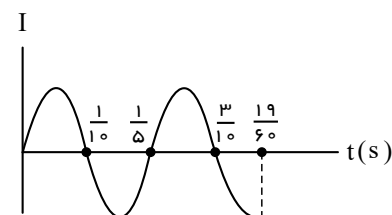
۳۲۹ گزینه ۲

$$\xrightarrow{t=\frac{19}{60}S} I = 6 \sin\left(10\pi \times \frac{19}{60}\right) = 6 \sin\left(\frac{19\pi}{6}\right) = 6 \sin\left(\frac{5\pi}{6}\right) = 3A$$

$$U = \frac{1}{2}LI^2 = \frac{1}{2} \times 20 \times 3^2 = 90mJ$$

جهت جریان متناوب در هر نصف دوره تغییر می‌کند (از مثبت به منفی یا برعکس). دوره این جریان برابر $\frac{1}{5}$ ثانیه و نصف آن برابر $\frac{1}{10}$ ثانیه است.

$$\frac{t}{T} = \frac{\frac{19}{60}}{\frac{1}{10}} \simeq 3$$



۳۳۰ گزینه ۲

$$I = \frac{I_m}{2} \xrightarrow{I=\frac{I_m}{2}} 4 = 8 \sin\left(\frac{\nu\pi}{120}t\right) \rightarrow \sin\left(\frac{\nu\pi}{120}t\right) = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{\nu\pi}{120}t = \frac{\pi}{6} \Rightarrow t = 10ms$$

گزینه ۴ توان تلف‌شده از رابطه $P = RI^2$ به دست می‌آید. مقاومت سیم‌های انتقال، ثابت است، بنابراین برای کاهش توان تلف‌شده، یک مبدل افزایشنده بعد از نیروگاه قرار می‌دهند که ولتاژ را بالا ببرد.

در انتهای مسیر و قبل از مصرف‌کننده یک مبدل کاهنده قرار می‌دهند که باعث کاهش ولتاژ و افزایش جریان می‌شود.

گزینه ۴ در ابتدا با توجه به نمودار سینوسی داده‌شده، معادله شدت جریان را به صورت زیر به دست می‌آوریم:

$$\left. \begin{aligned} I_m &= 4A \\ \frac{\nu T}{4} &= 0.3 \Rightarrow T = 0.4s \end{aligned} \right\} \rightarrow I = I_m \sin\left(\frac{\nu\pi}{T}t\right) \rightarrow I = 4 \sin\left(\frac{\nu\pi}{0.4}t\right) \rightarrow I = 4 \sin(50\pi t)$$

حال با قرار دادن لحظه $t = \frac{1}{150}s$ در معادله، جریان I در این لحظه را می‌یابیم.

$$t = \frac{1}{150}s \rightarrow I = 4 \sin\left(50\pi \times \frac{1}{150}\right) = 4 \sin\left(\frac{\pi}{3}\right) \rightarrow I = 4 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 2\sqrt{3}A$$

گزینه ۳ ابتدا معادله شدت جریان را می‌نویسیم:

$$I_{max} = 32A, \frac{T}{4} = 5ms \Rightarrow T = 20ms$$

$$I = I_{max} \sin \frac{\nu\pi}{T}t \xrightarrow{T=20ms, I_{max}=32A} I = 32 \sin \frac{\nu\pi}{20 \times 10^{-3}}t$$

برای پیدا کردن جریان در لحظه $t = ۲,۵ms$ داریم:

$$t = ۲,۵ms \rightarrow I = ۳۲ \sin \frac{۲\pi}{۲۰ \times ۱۰^{-۳}} \times ۲,۵ \times ۱۰^{-۳}$$

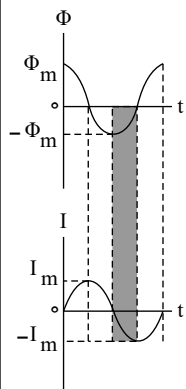
$$\Rightarrow I = ۳۲ \sin \frac{\pi}{۴} = ۱۶\sqrt{۲} A$$

گزینه ۳ در ابتدا معادله شدت جریان متناوب را می‌نویسیم. سپس در لحظه مورد نظر مقدار جریان را محاسبه می‌کنیم:

$$\begin{cases} \frac{T}{۴} = ۵ \rightarrow T = ۲۰s \\ I_m = ۴A \end{cases} \rightarrow I = I_m \sin\left(\frac{۲\pi}{T}t\right) \rightarrow I = ۴ \sin\left(\frac{۲\pi}{۲۰}t\right) \rightarrow I = ۴ \sin\left(\frac{\pi t}{۱۰}\right)$$

$$t = ۲,۵s \rightarrow I = ۴ \sin\left(\frac{۲,۵\pi}{۱۰}\right) = ۴ \sin\left(\frac{\pi}{۴}\right) = ۴ \times \frac{\sqrt{۲}}{۲} \rightarrow I = ۲\sqrt{۲} A$$

گزینه ۴



اگر نمودارهای شار مغناطیسی عبوری از حلقه برحسب زمان و جریان القایی عبوری از حلقه را در یک دوره رسم کنیم، پاسخ مشخص خواهد شد.

گزینه ۲ با استفاده از رابطه مبدل آرمانی، ولتاژ دو سر مقاومت (V_r) را محاسبه می‌کنیم. داریم:

$$\frac{V_r}{V_1} = \frac{N_r}{N_1} \Rightarrow \frac{V_r}{1۲} = \frac{۲۰}{۸۰} \Rightarrow V_r = ۳V$$

بنابراین بیشینه توان مصرفی در مقاومت برابر است با:

$$P = \frac{V_r^2}{R} = \frac{۳^2}{۳} = ۳W$$

گزینه ۴ با توجه به معادله جریان $I = I_{\max} \sin \frac{۲\pi}{T}t$ می‌توان گفت که در لحظاتی که $|\sin \frac{۲\pi}{T}t| = ۱$ شود، شدت جریان در حلقه بیشینه مقدار خود را دارد.

$$\frac{۲\pi}{T}t = (۲m - ۱)\frac{\pi}{۲} \Rightarrow t = (۲m - ۱)\frac{\pi}{۴} \quad m = ۱, ۲, ۳, ۴, \dots$$

و در دومین بار داریم:

$$m = ۲ \Rightarrow t = ۳\frac{T}{۴}$$

با مقایسه $\Phi = \Phi_{\max} \cos \frac{۲\pi}{T}t$ و معادله $\Phi = ۰,۰۵ \cos ۴۰\pi t$ خواهیم داشت:

$$\frac{۲\pi}{T} = ۴۰\pi$$

بنابراین دوره تغییرات جریان برابر خواهد بود با:

$$\frac{۲\pi}{T} = ۴۰\pi \Rightarrow T = \frac{۱}{۲۰} s$$

$$m = ۲ \Rightarrow t = \frac{۳}{۴} \times \frac{۱}{۲۰} = \frac{۳}{۸۰} s$$

با توجه به این که در هر دوره دو بار جهت جریان عوض می‌شود، می‌توان نتیجه گرفت که در مدت یک دقیقه به اندازه $۱۲۰۰ \times \frac{۱}{۲۰} = ۶۰$ دوره طی شده و بنابراین به تعداد

$$۲۴۰۰ = ۲ \times ۱۲۰۰ \text{ بار جهت جریان عوض می‌شود.}$$

گزینه ۲ از روی نمودار مشخص است که:

$$\frac{T}{۴} = \frac{۱}{۵۰} \Rightarrow T = \frac{۲}{۲۵} s$$

حال با استفاده از رابطه نیروی محرکه القایی در پیچه مسطح، داریم:

فیزیک یازدهم فصل سه

$$\varepsilon = \varepsilon_m \sin\left(\frac{\nu\pi}{T}t\right) \xrightarrow{\varepsilon_m = RI_m} \varepsilon = RI_m \sin\left(\frac{\nu\pi}{T}t\right)$$

$$= 2 \times 5 \times \sin\left(\frac{2\pi}{2} \times \frac{1}{150}\right) \Rightarrow \varepsilon = 10 \sin\left(\frac{\pi}{6}\right) \Rightarrow \varepsilon = 5V$$

۳۳۹ گزینه ۱

$$\frac{\nu T}{\nu} = 12 \Rightarrow T = 12s$$

$$\Phi = \Phi_m \cos\left(\frac{\nu\pi}{T}t\right) = 18 \times 10^{-3} \cos\left(\frac{2\pi}{12}t\right) = 18 \times 10^{-3} \cos\left(\frac{\pi}{6}t\right)$$

۳۴۰ گزینه ۳

$$\frac{\Delta T}{\nu} = 5 \Rightarrow T = 5ms = 5 \times 10^{-3}s$$

$$I = I_m \sin\left(\frac{\nu\pi}{T}t\right) = 5 \sin\left(\frac{2\pi}{5 \times 10^{-3}}t\right) = 5 \sin(400\pi t)$$

۳۴۱ گزینه ۴

$$I = I_m \sin\left(\frac{\nu\pi}{T}t\right) = 5 \sin\left(\frac{2\pi}{0.01}t\right) = 5 \sin(200\pi t) \xrightarrow{I = Im = \nu A} 5 = 5 \sin(200\pi t) \Rightarrow \sin(200\pi t) = 1 \Rightarrow 200\pi t = \frac{\pi}{2} \Rightarrow t = \frac{1}{400}s \xrightarrow{t = \frac{1}{400}s}$$

$$I = 5 \sin(200\pi \times \frac{1}{400}) = 5 \sin\left(\frac{\pi}{2}\right) = 5 \times \frac{\sqrt{2}}{2} = 2.5\sqrt{2}A$$

۳۴۲ گزینه ۴

ابتدا دوره حرکت حلقه را به دست می آوریم:

$$T = \frac{t}{n} = \frac{2}{100} = \frac{1}{50}s$$

با استفاده از معادله جریان متناوب داریم:

$$I = I_m \sin\left(\frac{\nu\pi}{T}t\right) \xrightarrow[T = 50s]{I_m = 0.5A} I = 0.5 \sin(100\pi) \xrightarrow{t = \frac{1}{60}s} I = 0.5 \sin \frac{\pi}{6} = 0.5 \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}A$$

$$\varepsilon = IR = \frac{1}{5} \times 20 = 5V$$

۳۴۳ گزینه ۳ اگر $\frac{2\pi}{T}$ را با W نمایش دهیم، با نوشتن معادله شار مغناطیسی متناوب خواهیم داشت:

$$\phi = \frac{1}{2}\phi_m$$

$$\phi = \phi_m \cos \omega t = \frac{1}{2}\Phi_m \Rightarrow \cos(\omega t) = \frac{1}{2} \Rightarrow |\sin \omega t| = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$|I| = I_m |\sin \omega t| \Rightarrow |I| = I_m \times \frac{\sqrt{3}}{2}$$

پس اندازه شدت جریان گذرنده $\frac{\sqrt{3}}{2}$ مقدار حداکثر آن است.

۳۴۴ گزینه ۱ با توجه به نمودار داریم:

$$I_m = 1A$$

$$\frac{T}{2} = 30 \Rightarrow T = 60ms$$

$$I = I_m \sin\left(\frac{\nu\pi}{T}t\right) \Rightarrow I = \sin\left(\frac{2\pi}{60}t\right) \xrightarrow{t = 10ms} I = \sin\left(\frac{2\pi}{60}\right) \times 10 \Rightarrow I = \frac{\sqrt{3}}{2}A$$

بنابراین:

$$P = RI^2 = 10 \times \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2 = 7.5W$$

۳۴۵ گزینه ۲ شکل معادلهٔ جریان متناوب به صورت $I = I_{max} \sin(\frac{2\pi}{T}t)$ می باشد.

بنابراین دورهٔ تناوب T برابر است با:

$$\frac{2\pi}{T} = 200\pi \Rightarrow T = \frac{1}{100} s$$

تعداد دوره ها از رابطهٔ زیر به دست می آید.

$$t = nT \Rightarrow n = \frac{t}{T} = \frac{10}{\frac{1}{100}} = 1000 \quad \text{دور}$$

بعد از لحظهٔ $t = 0$ ، برای اولین بار در لحظهٔ t_1 جریان صفر می شود. داریم:

$$I = 0.4 \sin(200\pi t_1) = 0 \Rightarrow 200\pi t_1 = \pi \Rightarrow t_1 = \frac{1}{200} s$$

۳۴۶ گزینه ۲ ابتدا باید ولتاژ ورودی را در این لحظه پیدا کنیم، طبق نمودار:

$$\begin{cases} \varepsilon_{max} = 90V \\ \frac{T}{4} = \frac{\pi}{600} \Rightarrow T = \frac{\pi}{150} s \end{cases}$$

$$\varepsilon = \varepsilon_{max} \sin(\frac{2\pi}{T}t) = 90 \sin(\frac{2\pi}{\frac{\pi}{150}}t) \Rightarrow \varepsilon = 90 \sin 300t$$

$$t = \frac{\pi}{360} s \Rightarrow \varepsilon = 90 \sin(300 \times \underbrace{\frac{\pi}{360}}_{\frac{5\pi}{6}}) = 45V$$

اکنون برای مبدل می توان نوشت:

$$N_2 = N_1 + \frac{40}{100} N_1 = \frac{140}{100} N_1 = \frac{7}{5} N_1$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{7}{5} \Rightarrow \frac{V_2}{45} = \frac{7}{5} \Rightarrow V_2 = 63V$$

۳۴۷ گزینه ۱ با توجه به نمودار $I_{max} = 12A$ است. از آنجایی که $\frac{5}{4}$ دوره برابر ۲۵ میلی ثانیه است، داریم:

$$\frac{5}{4}T = 25ms \Rightarrow T = \frac{4}{5} \times 25 = 20ms \Rightarrow T = 0.02s$$

معادلهٔ جریان برحسب زمان به صورت $I = I_{max} \sin(\frac{2\pi}{T}t)$ است:

$$I = I_{max} \sin(\frac{2\pi}{T}t) = 12 \sin(\frac{2\pi}{0.02}t) = 12 \sin(100\pi t)$$

۳۴۸ گزینه ۴ برای کاهش انرژی الکتریکی (یا توان) تلف شده، از آنجا که مقاومت الکتریکی کابل ثابت است، بهتر است که از جریان کم استفاده شود (در رابطهٔ $P = RI^2$ ، کاهش جریان باعث کاهش P می شود)؛ از طرفی برای کاهش جریان، بهتر است که از یک مبدل افزایش دهنده در نزدیکی نیروگاه استفاده کنیم، تا ولتاژ بالا رفته و جریان کاهش یابد (در رابطهٔ $I = \frac{P'}{V}$ که P' توان تولیدی نیروگاه و مقداری ثابت است، با افزایش ولتاژ، جریان کاهش می یابد).

۳۴۹ گزینه ۴ به کمک رابطهٔ $P = \frac{V_2^2}{R}$ ، ولتاژ بیشینهٔ دو سر پیچۀ ثانویه قابل محاسبه است:

$$20 = \frac{V_2^2}{5} \Rightarrow V_2 = 10V$$

با توجه به رابطهٔ نیروی محرکه پیچۀ اولیه (ورودی)، $V_1 = 5V$ است. در مبدل های آرمانی داریم:

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow \frac{N_2}{400} = \frac{10}{5} \Rightarrow N_2 = 800 \quad \text{دور}$$

۳۵۰ گزینه ۱ می دانیم که توان تلف شده از رابطهٔ $P = RI^2$ به دست می آید. مقاومت سیم های انتقال (R) ثابت است، بنابراین برای کاهش این توان اتلافی، قبل از انتقال توان الکتریکی از نیروگاه، مبدل های افزایش دهنده قرار می دهند تا ولتاژ را بالا ببرند. از آنجا که توان تولیدی نیروگاه ثابت است، طبق رابطهٔ $P = VI$ ، با افزایش ولتاژ، جریان (I) و در نتیجه توان تلف شده (RI^2) نیز کاهش خواهد یافت. در انتهای مسیر و قبل از مصرف کننده نیز مبدل کاهش دهنده قرار می دهند تا با کاهش ولتاژ، از خطرات احتمالی جلوگیری شود.