مدت زمان آزمون: --

نام و نام خانوادگی:

نام آزمون: **القای الکترومغناطیس - متوسط و دشوار**

مرکز مشاوره تحصیلی
راه روشن

۱) حلقه‌ای رسانا در یک میدان مغناطیسی یکنواخت قرار گرفته و سطح آن با خطوط میدان زاویه 30^0 می‌سازد. حلقه را حداقل به اندازه چند درجه بچرخانیم تا بزرگی شار عبوری از آن نسبت به حالت قبل $\sqrt{3}$ برابر شود؟

۱) ۴۵ **۲)** ۶۰ **۳)** ۹۰ **۴)** ۳۰

پاسخ: گزینه ۴

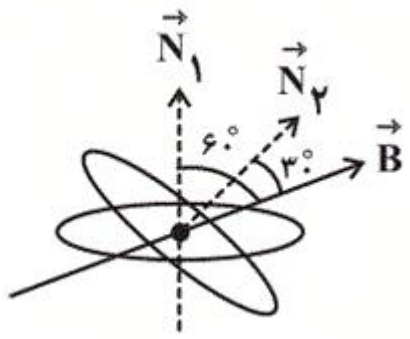
زاویه خط عمود بر سطح حلقه با خطوط میدان مغناطیسی در ابتدا برابر با $90^0 - 30^0 = 60^0$ است، در نتیجه:

$$\Phi = AB\cos\theta \xrightarrow[B \text{ ثابت.}]{A \text{ ثابت.}} \frac{\Phi_2}{\Phi_1} = \frac{\cos\theta_2}{\cos\theta_1}$$

$$\Rightarrow \sqrt{3} = \frac{\cos\theta_2}{\cos 60^0} = \frac{\cos\theta_2}{\frac{1}{2}} \Rightarrow \cos\theta_2 = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\Rightarrow \theta_2 = 30^0 \ , \ 150^0 \ , \ 210^0 \ , \ \ldots$$

مطابق شکل زیر، حلقه باید حداقل به اندازه 30^0 بچرخد.



(۲) بار الکتریکی q به جرم یک گرم، در میدان الکتریکی یکنواختی به بزرگی $500\frac{N}{C}$ به‌صورت معلق و بدون حرکت قرار دارد. اگر همین بار با تندی $2\times10^5\frac{m}{s}$ در یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی $200G$ در حال حرکت باشد، بیشینه نیروی مغناطیسی که از طرف میدان مغناطیسی می‌تواند بر بار وارد می‌شود، چند نیوتون است؟ $(g=10\frac{N}{kg})$

۱) ۰/۰۲ ۲) ۰/۲
۳) ۰/۰۸ ۴) ۰/۸

پاسخ: گزینه ۳

گزینه‌ی «۳»

بار در میدان الکتریکی به حالت تعادل قرار گرفته است، پس:

$$F_E = mg \Rightarrow Eq = mg \Rightarrow 500q = 10^{-3}\times 10$$
$$\Rightarrow q = 2\times10^{-5}C$$

بیشینه اندازه نیروی مغناطیسی زمانی به ذره وارد می‌شود که زاویه بین راستای میدان و سرعت ذره 90^0 باشد. در این حالت، داریم:

$$F = qvB\sin\alpha \xrightarrow[B=200G=200\times10^{-4}T=2\times10^{-2}T\,,\,\alpha=90^0]{q=2\times10^{-5}C,v=2\times10^5\frac{m}{s}}$$
$$F = 2\times10^{-5}\times2\times10^5\times2\times10^{-2}\times1$$
$$\Rightarrow F = 0/08N$$

(۳) حلقه مسطحی در یک میدان مغناطیسی به‌صورتی قرار گرفته که نصف بیشینه شار قابل عبور، از آن می‌گذرد. در این حالت سطح این حلقه نسبت به خطوط میدان مغناطیسی چه وضعیتی دارد؟

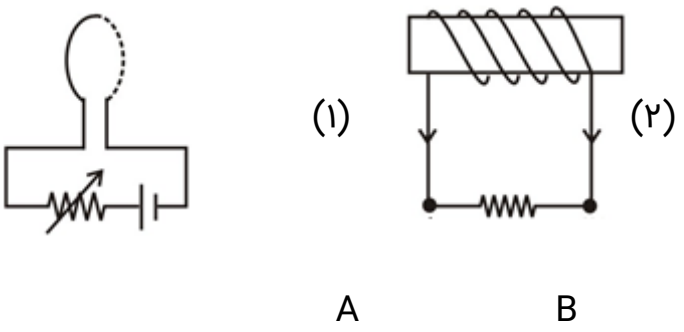
۱) به آن عمود است. ۲) با آن زاویه 30° می‌سازد. ۳) با آن موازی است. ۴) با آن زاویه 60° می‌سازد.

پاسخ: گزینه ۲

$$\Phi = AB\cos\theta$$
$$\Phi_{max} = AB$$
$$\Rightarrow \frac{\Phi}{\Phi_{max}} = \cos\theta = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta = 60^\circ$$

θ زاویه بین خط عمود بر سطح حلقه مسطح با خطوط میدان است، در نتیجه زاویه بین سطح قاب با خطوط میدان 30° است.

④ در مدار شکل مقابل، اگر مقاومت رئوستا را مقدار معینی کاهش دهیم، جهت جریان القایی در مقاومت AB چگونه است؟



۱) در جهت (۱) و به‌صورت موقتی است.
۲) در جهت (۲) و به‌صورت موقتی است.
۳) در جهت (۱) و به‌صورت دائمی است.
۴) در جهت (۲) و به‌صورت دائمی است.

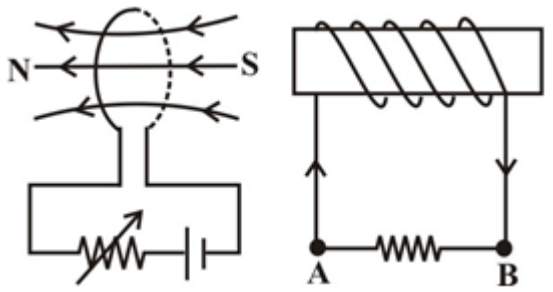
پاسخ: گزینه ۲

گزینه‌ی «۲»

با کاهش مقاومت رئوستا جریان الکتریکی در مدار سمت چپ افزایش می‌یابد بنابراین میدان مغناطیسی درون حلقه افزایش می‌یابد. در نتیجه شار مغناطیسی که از داخل سیملوله عبور می‌کند نیز افزایش می‌یابد.

می‌دانیم که جریان القایی در جهتی القا می‌شود که با تغییرات شار مغناطیسی مخالفت کند. بنابراین جهت میدان مغناطیسی القایی در سیملوله در خلاف جهت میدان مغناطیسی در حلقه خواهد بود. بنابراین جهت جریان القایی در جهت «۲» می‌باشد.

چون تغییر مقاومت رئوستا موقتی است، بنابراین جریان القایی به‌صورت موقتی برقرار می‌شود.

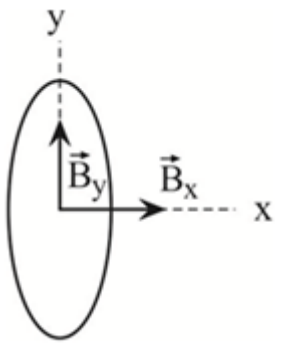


⑤ نیم خط عمود بر یک صفحه دایره‌ای به شعاع ۰/۵m موازی محور xها قرار دارد و در میدان مغناطیسی $\vec{B}=4\vec{i}+3\vec{j}\,(T)$ قرار گرفته است. شار مغناطیسی عبوری از این صفحه تقریباً چند وبر است؟ $(\pi \simeq 3)$

۱) ۳/۷۵
۲) ۲/۲۵
۳) ۳
۴) ۵/۲۵

پاسخ: گزینه ۳

چون نیم خط عمود بر صفحه موازی محور xها قرار دارد، مؤلفه $\vec{B}_y$ میدان مغناطیسی با نیم خط عمود زاویه 90^0 می سازد، بنابراین شار مغناطیسی تولید نخواهد کرد. لذا شار مغناطیسی عبوری از این صفحه را $\vec{B}_x$ ایجاد می کند که بر صفحه عمود است، دقت کنید چون $\vec{B}_x$ بر صفحه عمود است، زاویه بین نیم خط عمود بر صفحه و $\vec{B}_x$ ، برابر با صفر درجه است.



$$\vec{B}=4\vec{i}+3\vec{j} \Rightarrow \begin{cases} B_x=4T \\ B_y=3T \end{cases}$$

$$\Phi_x = AB_x\cos\theta \xrightarrow{A=\pi R^2} \Phi_x=\pi R^2 B_x\cos(0)$$

$$\xrightarrow[R=0/5m]{B_x=4T} \Phi_x=3\times(0/5)^2\times 4\times 1 \Rightarrow \Phi_x=3Wb$$

چون مؤلفه $\vec{B}_y$ با نیم خط عمود بر صفحه زاویه 90^0 می‌سازد، $\Phi_y=0$ می‌باشد. زیرا:

$$\Phi_y=AB_y\cos 90^0 \Rightarrow \Phi_y=0$$

بنابراین، شار مغناطیسی عبوری از حلقه برابر است با:

$$\Phi=\Phi_x+\Phi_y=3+0 \Rightarrow \Phi=3Wb$$

⑥ سیمی به طول $120cm$ را به‌صورت پیچه‌ای مسطح به قطر $4cm$ در می‌آوریم و در حضور میدان مغناطیسی $\vec{B}=-25\vec{i}+6\vec{j}$ گاوس قرار می‌دهیم. بیش‌ترین شار مغناطیسی عبوری از این پیچه چند میکروویر است؟ $(\pi=3)$

۱) ۷/۵ ۲) ۷/۸ ۳) ۰/۷۵ ۴) ۰/۷۸

پاسخ: گزینه ۴

گزینه «۴»

برای این‌که شار مغناطیسی عبوری از پیچه مسطح بیشینه باشد، باید میدان مغناطیسی بر سطح پیچه عمود باشد. اندازه میدان مغناطیسی برابر است با:

$$B=\sqrt{B_x^2+B_y^2}=\sqrt{(-2/5)^2+6^2}\Rightarrow B=65\,G$$

$$\Rightarrow B=65\times10^{-4}T$$

شار مغناطیسی بیشینه عبوری از سطح پیچه مسطح برابر است با:

$$\Phi_{max}=BA=65\times10^{-4}\times\pi\times(2\times10^{-2})^2=078\times10^{-6}Wb$$

$$\Rightarrow \Phi_{max}=078\mu Wb$$

دقت کنید برای تعیین شار مغناطیسی عبوری از سطح پیچه، به تعداد حلقه‌های آن نیاز نیست.

⑦ یک حلقه رسانا در میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ قرار دارد. اگر زاویه‌ای که بردارهای میدان مغناطیسی با سطح حلقه می‌سازند، از 37^0 به 53^0 تغییر کند، شار مغناطیسی گذرنده از حلقه تقریباً چند درصد تغییر می‌کند؟ $(\sin37^0=06)$

۱) ۲۵- ۲) ۲۵ ۳) ۳۳- ۴) ۳۳

پاسخ: گزینه ۴

با دوران حلقه، زاویه بین بردار میدان مغناطیسی و نیم خط عمود به سطح حلقه از $\theta_1=90^0-37^0=53^0$ به $\theta_2=90^0-53^0=37^0$ تغییر می‌کند، بنابراین:

$$\Phi=BA\,cos\theta\rightarrow\begin{matrix}\Phi_1=BAcos53^0=06BA\\ \Phi_2=BAcos37^0=08BA\end{matrix}$$

$$\frac{\Delta\Phi}{\Phi_1}\times100=\frac{08BA-06BA}{0/6BA}\times100=\frac{1}{3}\times100$$

درصد تغییرات شار عبوری $\simeq+33\ \%$

⑧ سیمی به طول ۲۰۰ متر را به صورت پیچه‌ای مسطح با ۱۰۰ دور درآورده ایم. مقاومت الکتریکی این سیم $2/5\Omega$ است و آن را به طوری درون میدان مغناطیسی یکنواختی قرار می‌دهیم که سطح پیچه با خط های میدان زاویه ۳۰ درجه بسازد. اگر میدان مغناطیی با آهنگ $075Ts$ تغییر کند، اندازه جریان القایی ایجاد شده در سیم چند آمپر می شود؟$(\pi \simeq 3)$

۱) $25\sqrt{3}$
۲) $5\sqrt{3}$
۳) ۲۵
۴) ۵

پاسخ: گزینه ۴

هنگامی که یک سیم به صورت پیچه با شعاع r در می‌آید، به ازای هر $2\pi r$ (اندازه محیط دایره)، یک دور به وجود می‌آید. بنابراین طول سیم برابر است با:

$$L = N \times 2\pi r \Rightarrow 200 = 100 \times 2\pi r \Rightarrow r = \frac{1}{\pi}\ m$$

زاویه بین سطح پیچه و میدان برابر ۳۰ درجه است، بنابراین زاویه بین خط عمود بر سطح پیچه و خط های میدان برابر ۶۰ درجه خواهد بود. اندازه نیروی محرکه متوسط القا شده در پیچه برابر است با:

$$|\overline{\varepsilon}| = N\left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| \xrightarrow{\Phi = BA\cos(\theta)} |\overline{\varepsilon}| = N\frac{|B_2 A\cos(\theta) - B_1 A\cos(\theta)|}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow |\overline{\varepsilon}| = NA\cos(\theta)\frac{|\Delta B|}{\Delta t} \xrightarrow{A=\pi r^2,\theta=60,r=\frac{1}{\pi}}$$

$$\overline{\varepsilon} = 100 \times \pi \times \left(\frac{1}{\pi}\right)^2 \times \frac{1}{2} \times 075 \simeq 125V$$

جریان القایی در پیچه برابر است با:

$$\overline{I} = \frac{\overline{\varepsilon}}{R} = \frac{12/5}{2/5} = 5A$$

⑨ از سیمی با قطر مقطع $2mm$ و مقاومت ویژه $3 \times 10^{-6}\Omega.m$، حلقه‌ای ساخته و سطح آن را عمود بر خط‌های یک میدان مغناطیسی که رابطه بزرگی آن با زمان در SI به صورت $B = t^2 + 2t$ است، قرار می‌دهیم. اگر از لحظه $t_1 = 1s$ تا $t_2 = 4s$ جریان القایی متوسط عبوری از حلقه 21×10^{-2} آمپر باشد، شعاع حلقه چند سانتی‌متر است؟ $(\pi = 3)$

۱) ۰/۰۶ ۲) ۶
۳) ۰/۰۱۵ ۴) ۱/۵

پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

اگر A‘ مساحت سطح مقطع سیم باشد، ابتدا مقاومت حلقه را محاسبه می‌کنیم:

$$d = 2 \times 10^{-3}m \Rightarrow A' = \frac{\pi d^2}{4} = \pi \times 10^{-6}m^2$$

اگر r شعاع حلقه باشد، طول سیمی که حلقه از آن ساخته شده، $L = 2\pi r$ می‌شود. بنابراین:

$$R = \frac{\rho \times L}{A'} = \frac{3 \times 10^{-6} \times 2\pi r}{\pi \times 10^{-6}} = 6r(\Omega)$$

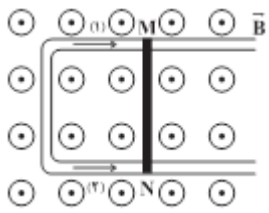
اکنون نیروی محرکه القایی متوسط حلقه را به‌دست می‌آوریم:

$$\bar{\varepsilon} = R \times \bar{I} \Rightarrow \bar{\varepsilon} = 6r \times 21 \times 10^{-2} = 126r \times 10^{-2}V$$

در نهایت با استفاده از قانون القای فاراده، شعاع حلقه را به‌دست می‌آوریم:

$$\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow 126r \times 10^{-2} = \frac{\pi r^2 \times \Delta B}{\Delta t}$$
$$\Rightarrow 126r \times 10^{-2} = \frac{\pi r^2 \times (24 - 3)}{(4 - 1)}$$
$$\Rightarrow 126 \times 10^{-2} = r \times 21 \Rightarrow r = 6 \times 10^{-2}m = 6cm$$

(۱۰) مطابق شکل زیر، سیم MN با مقاومت 2Ω بر روی قاب مستطیل شکلی با تندی ثابت در میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی $B = 16 \times 10^{-2}T$ که عمود بر سطح قاب است، به سمت راست حرکت می‌کند. اگر مساحت قاب با آهنگ $15\frac{m^2}{s}$ افزایش یابد، جریان القایی در سیم چند میلی‌آمپر و در کدام جهت است؟



۱) ۲۴، (۲)
۲) ۱۲، (۱)
۳) ۲۴، (۱)
۴) ۱۲، (۲)

پاسخ: 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 قاعده دست راست جهت جریان القایی از M به N خواهد بود. همچنین برای محاسبه جریان القایی می‌توان نوشت:

$$|\bar{\varepsilon}| = R\bar{I} \Rightarrow \left|-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = R\bar{I} \Rightarrow NB\left|-\frac{\Delta A}{\Delta t}\right| = R\bar{I}$$

$$\Rightarrow \bar{I} = \frac{NB}{R}\left|\frac{-\Delta A}{\Delta t}\right|$$

$$\Rightarrow \bar{I} = \frac{1\times 16\times 10^{-2}}{2} \times 15 \Rightarrow I = 12 \times 10^{-3}A = 12mA$$

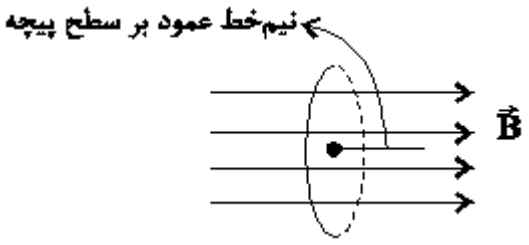
(۱۱) سطح پیچه‌ای به قطر $8\,cm$ شامل 200 دور سیم، عمود بر خط‌های میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی 1500 گاوس قرار دارد. در مدت زمان $0/4$ ثانیه پیچه طوری می‌چرخد که سطح پیچه موازی با خطوط میدان مغناطیسی شود. اگر مقاومت پیچه 2 اهم باشد، به‌ترتیب از راست به چپ، آهنگ تغییر شار مغناطیسی و اندازه جریان القایی متوسط عبوری از پیچه در SI کدام است؟ $(\pi = 3)$

۱) ۰/۱۸،۰/۳۶ ۲) $0/18, 18 \times 10^{-4}$ ۳) ۱/۸،۰/۳۶ ۴) $1/8, 18 \times 10^{-4}$

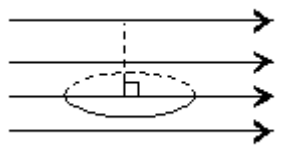
پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

درحالتی‌که سطح پیچه عمود بر خطوط میدان است، زاویه بین نیم‌خط عمود بر سطح پیچه و خطوط میدان 0 یا 180^0 است.



در حالتی که سطح پیچه موازی با خطوط میدان مغناطیسی می‌شود، زاویه بین نیم‌خط عمود بر سطح پیچه و خطوط میدان 90^0 می‌شود.



با توجه به رابطه شار مغناطیسی داریم:

$$\Phi = AB\cos\theta \xrightarrow[A=\pi R^2\ ,\ \pi=3\ ,\ R=4\ cm=4\times10^{-2}m]{\theta_1=0\ \ ,\ \theta_2=90^0\ ,\ B=1500G=015\ T}$$

$$\Delta\Phi = -\Phi_1 = 3\times(4\times10^{-2})^2\times015\times|\cos 90^0 - \cos 0^0|$$

$$\Rightarrow \Delta\Phi = 3\times16\times10^{-4}\times015\times1 = 72\times10^{-4}Wb$$

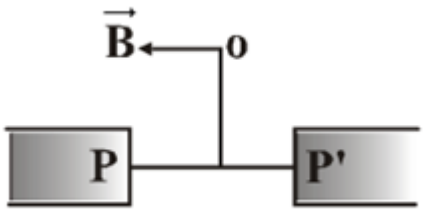
$$\xrightarrow{\text{آهنگ تغییرات شار مغناطیسی}\ \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}} 10^{-4}\,10^{-4}$$

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

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

$$\Rightarrow \bar{I} = \frac{N\Delta\Phi}{R\Delta t} = \frac{200\times18\times10^{-4}}{2} = 018\ A$$

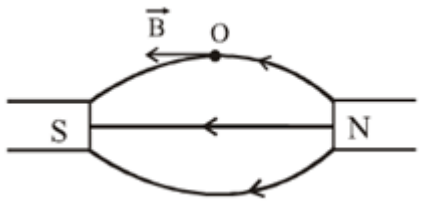
(۱۲) P و P' دو قطب از دو آهنربای تیغه‌ای هستند. اگر میدان مغناطیسی برایند در نقطه O روی عمود منصف PP' به‌صورت بردار $\vec{B}$ باشد، در این صورت P' و P به‌ترتیب از راست به چپ عبارت‌اند از:



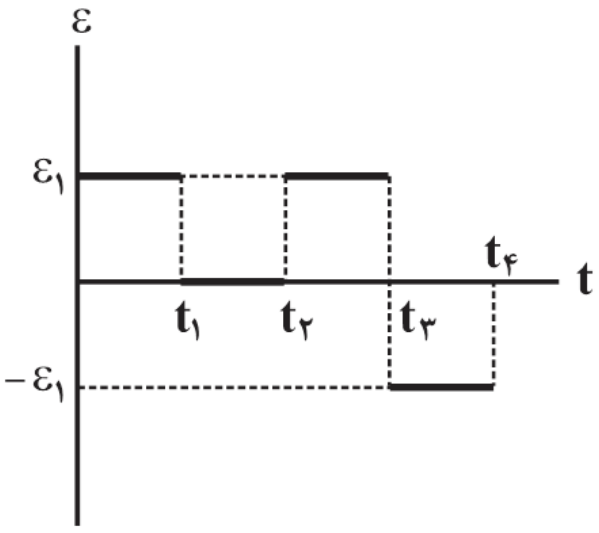
۱) N و N
۲) N و S
۳) S و N
۴) S و S

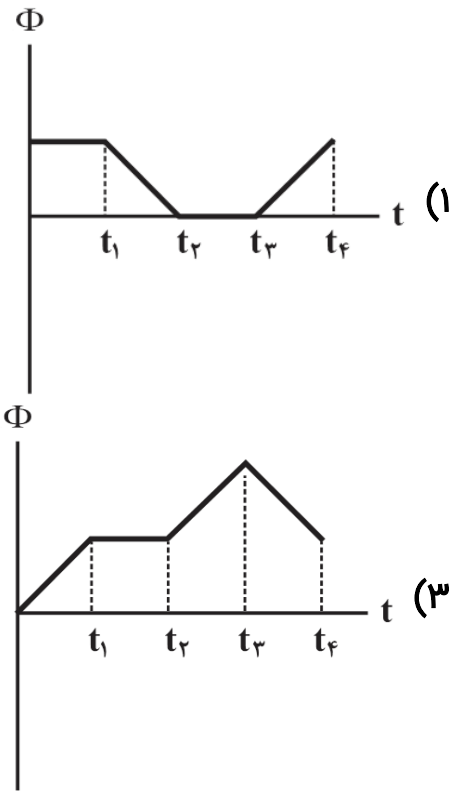
پاسخ: گزینه ۲

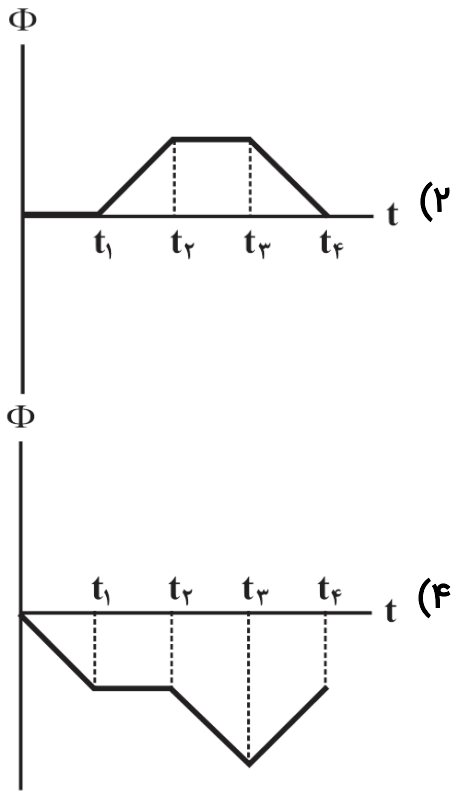
در خارج آهنربا، جهت میدان مغناطیسی از N به S است و در هر نقطه از میدان، بردار میدان مغناطیسی $\vec{B}$ بر خط میدان مماس است. بنابراین P' قطب N و P قطب S آهنربا خواهد بود.



(۱۳) اگر نمودار نیروی محرکهٔ القایی در یک حلقه بر حسب زمان، مطابق شکل مقابل باشد، کدام گزینه نمودار تغییرات شار مغناطیسی عبوری از حلقه را بر حسب زمان، به درستی نشان می‌دهد؟



۱)


۲)


۳)

۴)

پاسخ: گزینه ۴

گزینهٔ «۴»

طبق قانون القای الکترومغناطیسی فاراده $\left(\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right)$، نمودار نیروی محرکهٔ القایی برحسب زمان برابر با منفی شیب نمودار شار مغناطیسی عبوری بر حسب زمان است. با این توضیح گزینهٔ «۴» پاسخ صحیح است.

⑭ شار مغناطیسی گذرنده از یک حلقه بسته به شعاع $0/1m$ که نسبت مقاومت الکتریکی به طول آن $2\frac{\Omega}{m}$ است، در مدت زمان Δt به اندازه $0/6Wb$ تغییر می‌کند. از هر مقطع سیم این حلقه در این مدت زمان چند میلی‌کولن بار الکتریکی عبور کرده است؟ $(\pi = 3)$

۱) ۰/۵ ۲) ۵ ۳) ۵۰ ۴) ۵۰۰

پاسخ: گزینه ۴

گزینه «۴»

ابتدا مقاومت حلقه را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{R}{L} = 2 \Rightarrow R = 2L = 2 \times (2\pi r) = 2 \times (2 \times 3 \times 0/1)$$

$$\Rightarrow R = 1/2\Omega$$

با استفاده از قانون القای الکترومغناطیسی فاراده داریم:

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

$$\bar{I} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} = \frac{-\Delta\Phi}{R\Delta t} \Rightarrow \frac{|\Delta q|}{\Delta t} = \frac{-\Delta\Phi}{R\Delta t} \Rightarrow |\Delta q| = \frac{\Delta\Phi}{R}$$

$$\Rightarrow |\Delta q| = \frac{0/6}{1/2} = 05C = 500mC$$

⑮ سطح پیچه مسطحی به مقاومت 5Ω و شامل 500 دور حلقه، عمود بر خط‌های میدان مغناطیسی متغیری است که با آهنگ ثابت $200\frac{G}{s}$ در حال تغییر می‌باشد. اگر مساحت سطح پیچه برابر با $25cm^2$ باشد، جریان القایی متوسط عبوری از پیچه چند میلی‌آمپر است؟

۱) ۲/۵ ۲) ۵ ۳) ۱۰ ۴) ۲۵

پاسخ: گزینه ۲

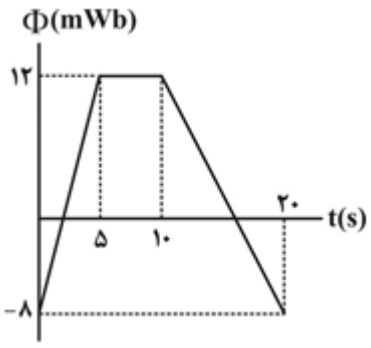
گزینه «۲»

چون آهنگ تغییرات میدان مغناطیسی ثابت است، با استفاده از قانون القای الکترومغناطیسی فاراده، می‌توان نوشت:

$$\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow \bar{I}\,R = -NA\cos\theta\frac{\Delta B}{\Delta t} \Rightarrow \bar{I} = \frac{-NA\cos\theta}{R}\,\frac{\Delta B}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow |\bar{I}| = \frac{500\times25\times10^{-4}\times1}{5} \times 200 \times 10^{-4} = 5 \times 10^{-3}A = 5mA$$

(۱۶) در شکل زیر، نمودار شار مغناطیسی عبوری از یک حلقه رسانا برحسب زمان نشان داده شده است. اندازه نیروی محرکه القایی متوسط در حلقه در ۲ ثانیه اول چند برابر اندازه نیروی محرکه القایی متوسط در حلقه در ۵ ثانیه چهارم است؟



۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

در ۵ ثانیه اول و ده ثانیه دوم، شیب‌های نمودار ثابت هستند، بنابراین چون شیب نمودار شار-زمان متناسب با نیروی محرکه القایی است، در نتیجه اندازه نیروی محرکه القایی متوسط در دو ثانیه اول با ۵ ثانیه اول و اندازه نیروی محرکه القایی متوسط در ۵ ثانیه چهارم با ده ثانیه دوم برابر است. در نتیجه داریم:

$$|\bar{\varepsilon}_1| = \left|-N\frac{\Delta\Phi_1}{\Delta t_1}\right| = \left|-1 \times \frac{(12-(-8))\times 10^{-3}}{5}\right| = 4 \times 10^{-3}$$

$$\Rightarrow |\bar{\varepsilon}_1| = 4mV$$

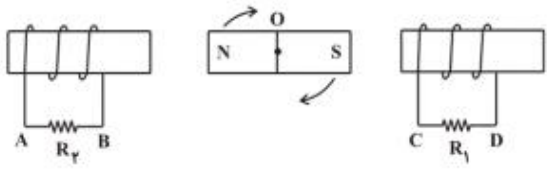
$$|\bar{\varepsilon}_2| = \left|-N\frac{\Delta\Phi_2}{\Delta t_2}\right| = \left|-1 \times \frac{(-8-12)\times 10^{-3}}{10}\right| = 2 \times 10^{-3}V$$

$$\Rightarrow |\bar{\varepsilon}_2| = 2mV$$

بنابراین:

$$\frac{|\bar{\varepsilon}_1|}{|\bar{\varepsilon}_2|} = \frac{4}{2} = 2$$

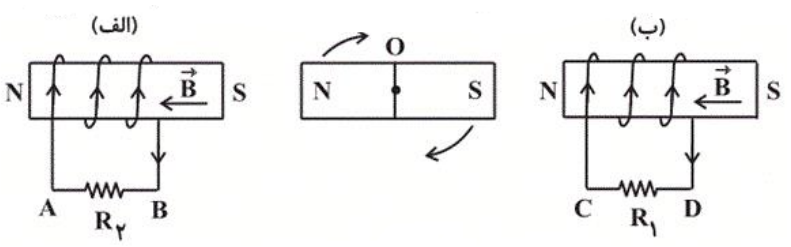
⑰ در شکل زیر، سیملوله‌ها ثابت هستند و آهنربا حول مرکز (نقطهO) به صورت ساعتگرد می‌چرخد. جهت جریان القایی در مقاومت‌هایR_1وR_2 هنگام شروع حرکت آهنربا کدام است؟



۱) ازD بهC و ازA بهB
۲) ازC بهD و ازA بهB
۳) ازD بهC و ازB بهA
۴) ازC بهD و ازB بهA

پاسخ: گزینه ۳

هنگامی که آهنربا شروع به چرخش می‌کند، باعث تغییر شار در سیملوله‌ها می‌شود، بنابر قانون لنز جریان القایی در سیملوله‌ها با ایجاد اثرات مغناطیسی با عامل تغییر شار، یعنی چرخش آهنربا مخالفت می‌کند. در این صورت سمت راست سیملوله (الف) قطب S شده تا از چرخش آهنربا جلوگیری کند و سمت چپ سیملوله (ب) قطب N خواهد شد تا آن هم از چرخش آهنربا جلوگیری کند. اکنون به کمک قاعده دست راست برای میدان مغناطیسی هر یک از سیملوله‌ها، جهت جریان القایی در آن سیملوله را مشخص می‌کنیم. در مقاومت R_2 از مدار (الف) جریان از B به A و در مقاومت R_1 از مدار (ب) جریان از D به C خواهد بود.



⑱ معادله جریان الکتریکی گذرنده از یک سیملوله درSI به صورت$I = 10 \sin 4\pi t$ است. اگر ضریب القاوری آن$20\,mH$ باشد، بیشینه انرژی ذخیره شده در سیملوله چند ژول است؟

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۱۰۰۰
۴) ۰/۲

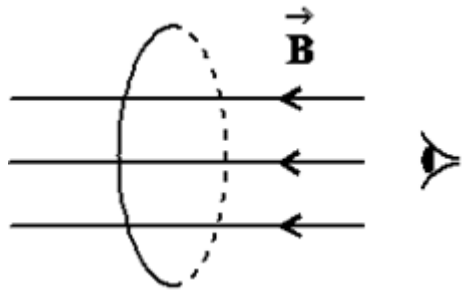
پاسخ: گزینه ۱

گزینهٔ «۱»

با توجه به این که شدت جریان بیشینه ۱۰ آمپر است، داریم:

$$U = \frac{1}{2} L I_{\max}^2 = \frac{1}{2} \times 20 \times 10^{-3} \times 10^2 = 1\,J$$

(۱۹) سطح پیچه مسطحی شامل ۵۰۰ حلقه و سطح مقطع $50cm^2$، بر خطوط میدان مغناطیسی‌ای که با آهنگ ثابت $0/04\frac{T}{s}$ افزایش می‌یابد، عمود است. اگر مقاومت پیچه 4Ω باشد، جریان القایی در پیچه چند میلی‌آمپر و جهت آن از دید ناظر چگونه است؟



۱) ۲۵ ، ساعتگرد
۲) ۲۵ ، پادساعتگرد
۳) ۲۵۰ ، ساعتگرد
۴) ۲۵۰ ، پادساعتگرد

پاسخ: گزینه ۲

گزینه‌ی «۲»

با توجه به رابطه $\varepsilon = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$، داریم:

$$\bar{\varepsilon} = -N\frac{A\Delta B}{\Delta t} = -500 \times 50 \times 10^{-4} \times 004$$

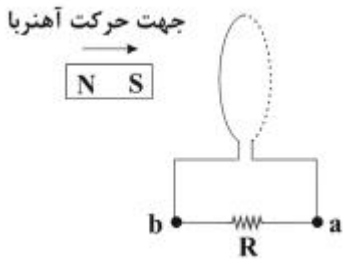
$$\Rightarrow \bar{\varepsilon} = -01\,V \Rightarrow \bar{\varepsilon} \ = 01\,V$$

جریان القایی در مدار برابر است با:

$$\bar{I} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} = \frac{0/1}{4}A = 25 \times 10^{-3}A = 25\,mA$$

چون شار عبوری از حلقه در حال افزایش است، بنابراین طبق قانون لنز جهت جریان القایی باید به گونه‌ای باشد که با افزایش شار مغناطیسی مخالفت کند. بنابراین میدان مغناطیسی القایی پیچه باید از چپ به راست باشد. پس با توجه به قاعده دست راست، جریان در پیچه پادساعتگرد است.

(۲۰) مطابق شکل زیر، آهنربایی وارد حلقه رسانایی از مداری شده و به‌طور کامل از آن عبور می‌کند. کدام گزینه درباره جهت جریان القایی در مقاومت R درست است؟



۱) همواره از a به b

۲) همواره از b به a

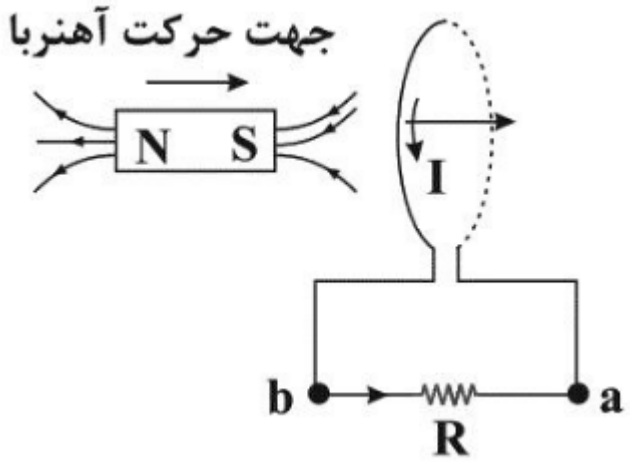
۳) ابتدا از a به b و سپس از b به a

۴) ابتدا از b به a و سپس از a به b

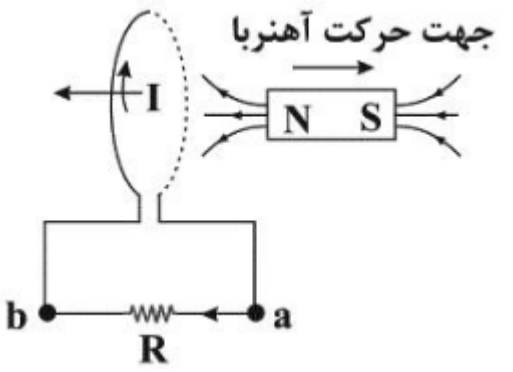
پاسخ: گزینه ۴

گزینه «۴»

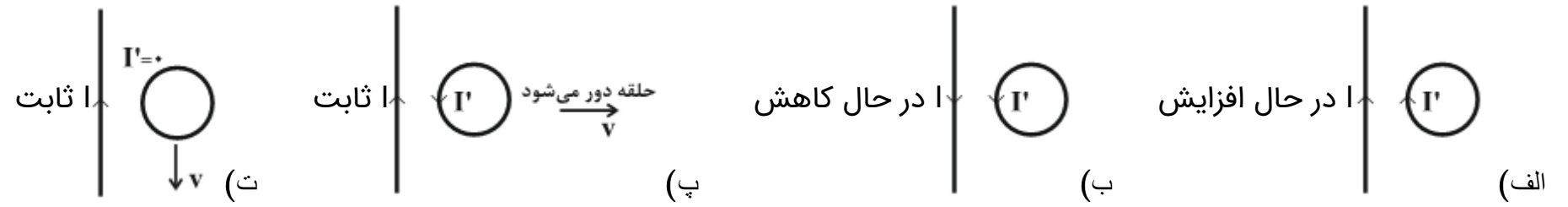
وقتی آهنربا به حلقه رسانا نزدیک می‌شود، جریان در جهتی در حلقه القا می‌شود که میدان مغناطیسی ناشی از آن با افزایش شار مغناطیسی حلقه مخالفت کند. پس ابتدا جریان در مقاومت R از b به a خواهد بود.



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.



(۲۱) در چند مورد از شکل‌های زیر جهت جریان القایی () به درستی نشان داده شده است؟

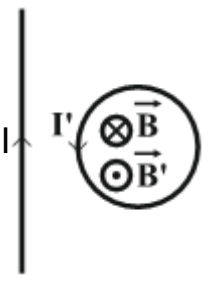


۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

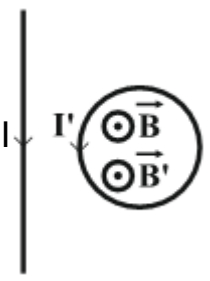
پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

الف) با افزایش جریان I بزرگی میدان مغناطیسی ناشی از جریان در فضا $(\vec{B})$ افزایش می‌یابد، بنابراین در حلقه باید میدان القایی یعنی $\vec{B'}$ در خلاف جهت $\vec{B}$ باشد، در نتیجه جریان القایی حلقه باید پادساعتگرد باشد. (نادرست)



ب) با کاهش جریان ا، بزرگی میدان مغناطیسی ناشی از جریان در فضا $\left(\vec{B}\right)$ کوچک‌تر شده، در نتیجه در حلقه باید میدان القایی یعنی $\vec{B'}$ هم‌جهت با $\vec{B}$ باشد، بنابراین جریان حلقه باید پادساعتگرد باشد. (درست)



پ) با دور شدن حلقه از سیم، اندازه میدان مغناطیسی کوچکتر شده و شار عبوری از حلقه کاهش می‌یابد. در نتیجه $\vec{B'}$ باید هم‌جهت با $\vec{B}$ باشد. جریان باید ساعتگرد باشد. (نادرست)

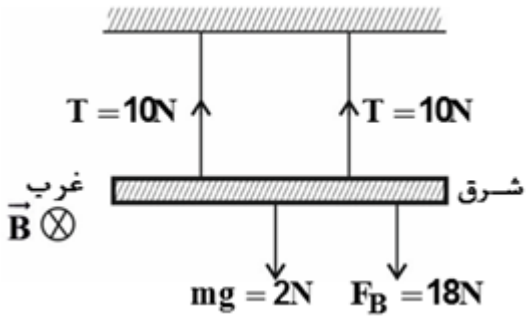
ت) با حرکت حلقه به موازات سیم، اندازه میدان مغناطیسی و شار عبوری از حلقه تغییر نمی‌کند و جریانی در حلقه القا نمی‌شود. (درست)

(۲۲) یک سیم حامل جریان در راستای شرقی و غربی به طول ۵۰cm و جرم ۲۰۰g توسط دو نخ سبک به سقف آویزان است و در میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی ۱۰T قرار دارد. اگر جهت میدان مغناطیسی از جنوب به شمال باشد، اندازه جریان سیم چند آمپر و در کدام جهت باشد تا نیروی کشش هر نخ ۱۰ نیوتون باشد؟ $(g = 10\frac{N}{kg})$

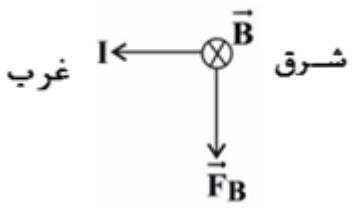
۱) ۱/۶، به سمت شرق ۲) ۱/۶، به سمت غرب ۳) ۳/۶، به سمت شرق ۴) ۳/۶، به سمت غرب

پاسخ: گزینه ۴

با توجه به شکل، برای اینکه نیروی کشش هر نخ ۱۰N باشد، باید نیروی مغناطیسی به سمت پایین و برابر ۱۸ نیوتون باشد.



پس:



$$2T = mg + F_B$$
$$\Rightarrow 2 \times 10 = 02 \times 10 + F_B \Rightarrow F_B = 18N$$

$$F_B = LIB \sin\alpha$$
$$\Rightarrow 18 = \frac{1}{2} \times I \times 10 \times 1 \Rightarrow I = 3/6A$$

طبق قاعده دست راست جهت جریان می‌بایست به سمت غرب باشد.

(۲۳) اگر جریان عبوری از یک القاگر تغییر کند، انرژی ذخیره شده در آن ۷۵ درصد کاهش می‌یابد. جریان عبوری از القاگر چگونه تغییر کرده است؟

۱) ۲۵ درصد افزایش یافته است. ۲) ۲۵ درصد کاهش یافته است. ۳) ۵۰ درصد افزایش یافته است. ۴) ۵۰ درصد کاهش یافته است.

پاسخ: گزینه ۴

گزینهٔ «۴»

انرژی ذخیره شده در القاگر برابر است با: $U = \frac{1}{2}LI^2 \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = (\frac{I_2}{I_1})^2$

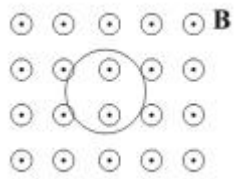
$$U_2 = U_1 - 075U_1 = 025U_1 = \frac{1}{4}U_1$$

$$\frac{\frac{1}{4}}{} = (\frac{I_2}{I_1})^2 \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \frac{1}{2} \Rightarrow I_2 = 05I_1$$

$$\frac{I_2 - I_1}{I_1} \times 100 = -0/5 \times 100 = -50\%$$

بنابراین جریان عبوری از سیملوله ۵۰ درصد کاهش یافته است.

(۲۴) شکل زیر، سطح حلقه‌ای را عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی در لحظه $t=0$ نشان می‌دهد. اگر معادله میدان مغناطیسی بر حسب زمان به‌صورت $B=t^2-3t+2$ (در SI) باشد، جهت جریان القایی در حلقه از لحظه $t=0$ تا لحظه $t=5s$ چند ثانیه پادساعتگرد خواهد بود؟ (راستای میدان مغناطیسی ثابت است.)



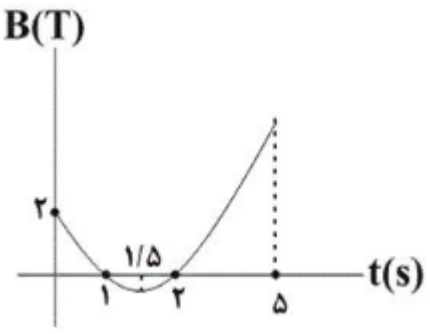
۱) ۳/۵
۲) ۰/۵
۳) ۱
۴) ۱/۵

پاسخ: گزینه ۴

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:



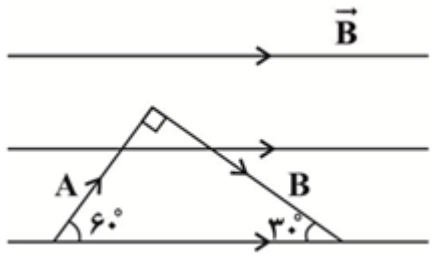
از $t=0\,s$ تا $t=1\,s$: علامت میدان مثبت است و کاهش می‌یابد $\Leftarrow$ میدان بروسو است و اندازه آن کاهش می‌یابد $\Leftarrow$ جریان القایی پادساعتگرد است.

در بازه‌ی زمانی $t=1\,s$ تا $t=1/5\,s$: علامت میدان منفی است و اندازه آن افزایش می‌یابد $\Leftarrow$ میدان درون‌سو است و اندازه آن افزایش می‌یابد $\Leftarrow$ جریان القایی پادساعتگرد است.

از $t=1/5\,s$ تا $t=2\,s$ علامت میدان منفی است و اندازه آن کاهش می‌یابد $\Leftarrow$ میدان درون‌سو است و اندازه آن کاهش می‌یابد $\Leftarrow$ جریان القایی ساعتگرد است.

از $t=2\,s$ تا $t=5\,s$ علامت میدان مثبت است و اندازه آن افزایش می‌یابد $\Leftarrow$ میدان بروسو است و اندازه آن افزایش می‌یابد $\Leftarrow$ جریان القایی ساعتگرد است.

(۲۵) مطابق شکل، سیم‌های A و B در میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی ۰/۵T قرار دارند و از آن‌ها جریان یکسان ۴A عبور می‌کند. اگر به سیم A، نیروی مغناطیسی به بزرگی ۲ نیوتون وارد شود، اندازه برایند نیروهای مغناطیسی وارد بر مجموعه (سیم‌های A و B) ، چند نیوتون است؟



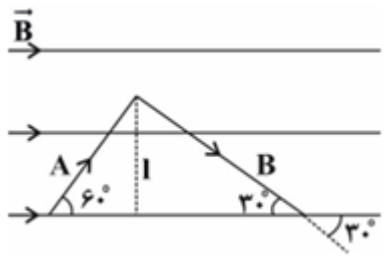
۱) $2\sqrt{2}$

۲) ۴

۳) ۳

۴) صفر

پاسخ: گزینه ۴

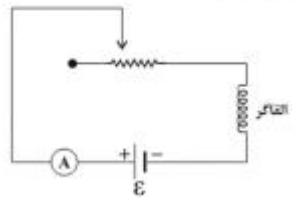


درون‌سو $F_A = IL_AB\sin 60^\circ = I(L_A \sin 60^\circ)B = IlB = 2N$

برون‌سو $F_B = IL_BB\sin 30^\circ = I(L_B \sin 30^\circ)B = IlB = 2N$

نیروی مغناطیسی وارد بر سیم‌های A و B هم اندازه و خلاف جهت هم هستند، بنابراین نیروی برایند صفر می‌باشد.

(۲۶) در مدار شکل زیر، در لحظه کم کردن مقاومت رئوستا، نیروی محرکه خود – القاوری در القاگر در کدام جهت است؟ همچنین اگر ابتدا جهت مولد را عوض کرده و سپس مقاومت رئوستا را زیاد کنیم، نیروی محرکه خود – القاوری ایجاد شده در القاگر در کدام جهت خواهد بود؟



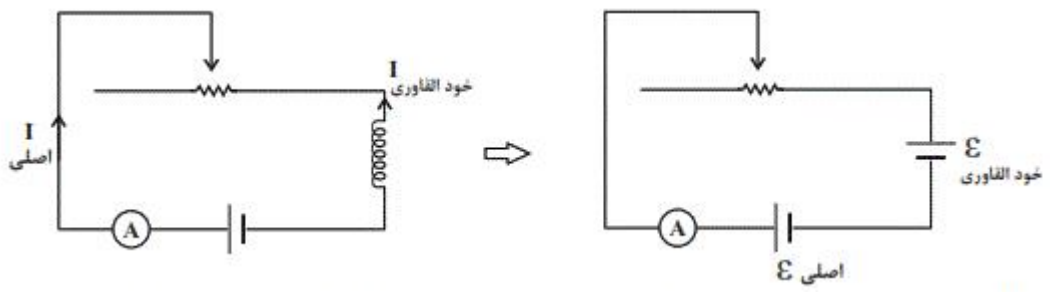
۱) ↓ ، ↓
۲) ↑ ، ↑
۳) ↓ ، ↑
۴) ↑ ، ↓

پاسخ: گزینه ۱

حالت اول: با کم کردن مقاومت رئوستا، جریان در مدار افزایش یافته و شار عبوری از القاگر افزایش می‌یابد. بنابراین طبق قانون لنز نتیجه می‌گیریم که نیروی محرکه خود – القاوری در القاگر در خلاف جهت نیروی محرکه اصلی در مدار خواهد بود. یعنی:

$$R\downarrow \Rightarrow I\uparrow \Rightarrow B\uparrow \Rightarrow \Phi\uparrow$$

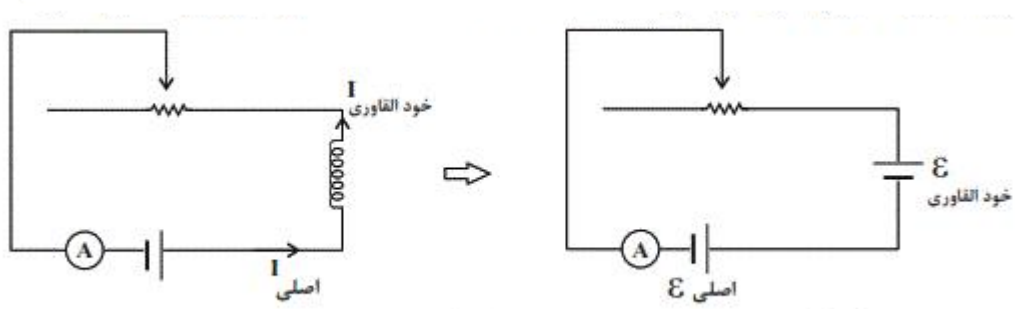
پس طبق قانون لنز اثر خود - القاوری باید مانع از افزایش جریان اصلی شود.



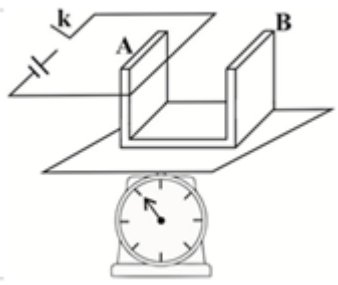
حالت دوم: با توجه به عوض کردن جهت منبع در این قسمت می‌توان نوشت:

$$R\uparrow \Rightarrow I\downarrow \Rightarrow B\downarrow \Rightarrow \Phi\downarrow$$

پس طبق قانون لنز اثر خود - القاوری باید مانع کاهش جریان اصلی شود.



(۲۷) در شکل مقابل، ترازو قبل از بستن کلید ۵N و بعد از بستن کلید ۵/۵N را نشان می‌دهد. B کدام قطب از آهنربا و جریان عبوری از سیم بر حسب آمپر کدام است؟ (میدان آهنربا برابر ۵۰۰ گاوس و طولی از سیم که در میدان قرار دارد برابر با ۵۰cm است.)



۱) $10، N$

۲) $20، N$

۳) $10، S$

۴) $20، S$

پاسخ: گزینه ۴

چون بعد از بستن کلید، ترازو عدد بیشتری را نشان می‌دهد بنابراین از طرف سیم حامل جریان به آهنربا به‌طرف پایین نیروی $\overrightarrow{F'}$ وارد می‌شود. واکنش این نیرو به سمت بالا از طرف میدان مغناطیسی به سیم وارد می‌شود. اندازهٔ این نیرو برابر است با:

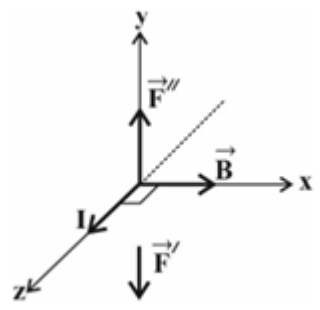
$$“= ‘= 55 - 5 = 05N$$

$$“= ILB\sin\alpha \xrightarrow[B=500\times10^{-4}T,\ \alpha=90^\circ]{“=05N,\ L=05m}$$

$$05 = I \times 05 \times 500 \times 10^{-4} \times 1$$

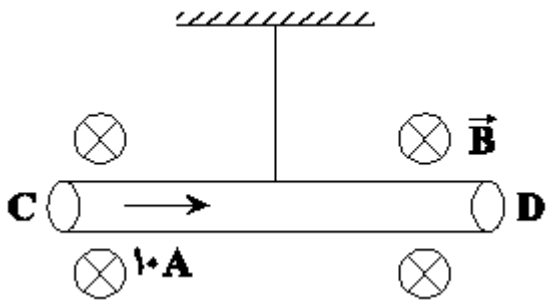
$$\Rightarrow I = \frac{100}{5} = 20A$$

اکنون با کمک قاعدهٔ دست راست، چهار انگشت باز دست راست را در جهت I قرار می‌دهیم. انگشت شست جهت $\overrightarrow{F“}$ را نشان می‌دهد.



بردار $\overrightarrow{B}$ از کف دست خارج می‌شود و چون می‌دانیم سوی میدان مغناطیسی در خارج آهنربا از قطب N به طرف قطب S است پس B قطب S آهنربا می‌باشد.

(۲۸) مطابق شکل زیر، میله رسانای CD به طول $20cm$ به‌طور افقی در میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ به بزرگی $0/02T$ از نخ سبکی آویخته شده و در حال تعادل قرار دارد و جریان الکتریکی $10A$ از C به D از آن می‌گذرد. اگر بدون تغییر در اندازه، جهت میدان مغناطیسی $\vec{B}$ برعکس شود، اندازه نیروی کشش نخ .....



۱) تغییر نمی‌کند.

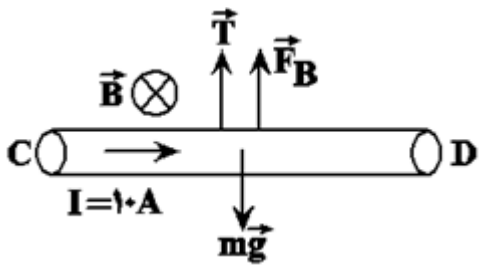
۲) $0/08$ نیوتون افزایش می‌یابد.

۳) $0/04$ نیوتون افزایش می‌یابد.

۴) $0/08$ نیوتون کاهش می‌یابد.

پاسخ: گزینه ۲

با توجه به جهت جریان و میدان، نیروی مغناطیسی وارد به سیم $\vec{F}_B$ در حالت اول رو به بالاست و اندازه آن برابر است با:



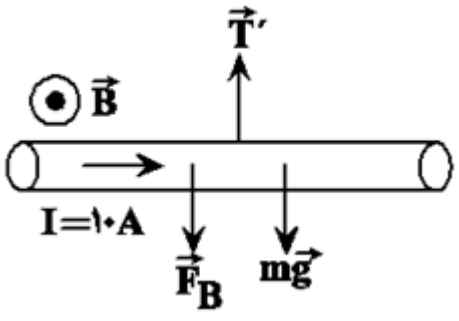
$$F_B = BI\ell = 002 \times 10 \times 02 = 004N$$

در این حالت نیروی کشش نخ برابر است با:

$$T + F_B = mg$$

$$\Rightarrow T = (mg - 0/04)N$$

اگر جهت میدان مغناطیسی عکس شود و اندازه آن ثابت بماند، نیروی مغناطیسی همان مقدار قبلی خواهد بود ولی جهت آن رو به پایین است. در این حالت نیروی کشش نخ برابر است با:



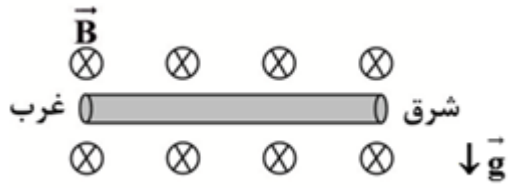
$$‘= F_B + mg = 004 + mg$$

بنابراین تغییرات نیروی کشش نخ برابر است با:

$$‘-T = 004 + mg - (mg - 004) = 008N$$

یعنی نیروی کشش نخ $0/08N$ افزایش می‌یابد.

(۲۹) مطابق شکل زیر، سیمی به‌صورت افقی در راستای شرق – غرب درون میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی ۵۰ گاوس در حالت تعادل قرار دارد. اگر چگالی سیم $8\frac{g}{cm^3}$ و قطر مقطع آن $0/5mm$ باشد، جریان عبوری از این سیم چند آمپر و در چه جهتی است؟ $(\pi = 3, g = 10\frac{N}{kg})$



۱) ۳، به سمت شرق

۲) ۳، به سمت غرب

۳) ۶، به سمت شرق

۴) ۶، به سمت غرب

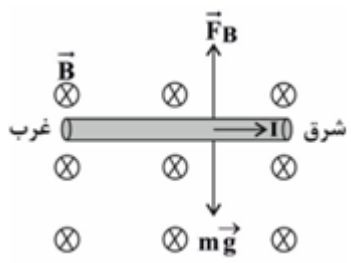
پاسخ: گزینه ۱

برای متعادل ماندن سیم باید نیروی مغناطیسی وارد بر سیم با نیروی وزن آن برابر باشد. بنابراین نیروی مغناطیسی باید رو به بالا به سیم وارد شود. با توجه به قانون دست راست، جهت جریان سیم باید به سمت شرق باشد.

$$F_B = mg \xrightarrow[m=\rho V,\ V=AL]{F_B=BIL\sin(\alpha)}$$

$$BI\,L\sin(\alpha) = \rho ALg \xrightarrow[A=\pi\frac{D^2}{4}]{\sin(\alpha)=1} I = \frac{\rho\pi D^2 g}{4B}$$

$$\Rightarrow I = \frac{(8\times10^3)\times3\times(05\times10^{-3})^{\,2}\times10}{4\times50\times10^{-4}} = 3A$$



(۳۰) از یک پیچه رسانا شامل ۵۰ دور شار مغناطیسی متغیری می‌گذرد که معادله آن در SI به‌صورت $\varphi = 10^{-3}\cos 20\pi t$ است. در بازه زمانی صفر تا $\frac{1}{60}$ ثانیه، نیروی محرکه القایی متوسط چند ولت است؟

۱) ۱/۵ ۲) ۳ ۳) ۴/۵ ۴) ۶

پاسخ: گزینه ۱

ابتدا باید در بازه زمانی داده شده تغییر شار مغناطیسی محاسبه شود.

$$\varphi = 10^{-3}\cos\ 20\,\pi t$$

$$t_1 = 0 \Rightarrow \varphi_1 = 10^{-3}\cos\ 20\pi \times 0 \Rightarrow \varphi_1 = 10^{-3}(Wb)$$

$$t_2 = \frac{1}{60}s \Rightarrow \varphi_2 = 10^{-3}\cos\ 20\pi \times \frac{1}{60} = 10^{-3}\cos\ \frac{\pi}{3}$$

$$\varphi_2 = 05 \times 10^{-3}(Wb)$$

$$\overline{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\varphi}{\Delta t} \Rightarrow \overline{\varepsilon} = -50 \times \frac{05\times10^{-3}-10^{-3}}{\frac{1}{60}-0}$$

$$\overline{\varepsilon} = 3000 \times 05 \times 10^{-3} \Rightarrow \overline{\varepsilon} = 15\,(V)$$