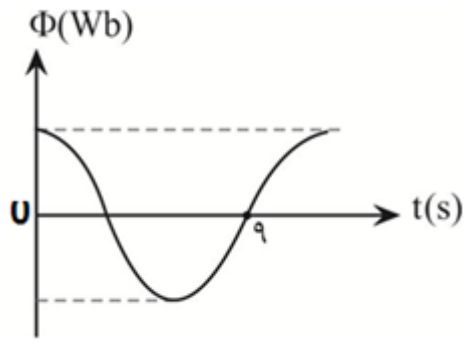
مدت زمان آزمون: --

نام و نام خانوادگی:

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

مرکز مشاوره تحصیلی
راه روشن

۱) شکل زیر، نمودار تغییرات شار عبوری از یک پیچه را برحسب زمان نشان می‌دهد. اگر بیشینه شار مغناطیسی عبوری از آن $36mWb$ باشد، معادله شار عبوری از پیچه در SI کدام است؟



۱) $36 \times 10^{-2}\cos(\frac{\pi}{6}t)$
۲) $36 \times 10^{-2}\sin(\frac{\pi}{6}t)$
۳) $36\cos(\frac{\pi}{6}t)$
۴) $36\sin(\frac{\pi}{6}t)$

پاسخ: گزینه ۱

با توجه به نمودار $\frac{3T}{4} = 9s$ است.

بنابراین می‌توان نوشت:

$$\frac{3T}{4} = 9 \Rightarrow T = 12s$$

$$\frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{12} = \frac{\pi}{6}\frac{rad}{s}$$

از طرفی شار عبوری از پیچه طبق رابطه $\Phi = \Phi_{max}\cos(\frac{2\pi}{T}t)$ برابر است با:

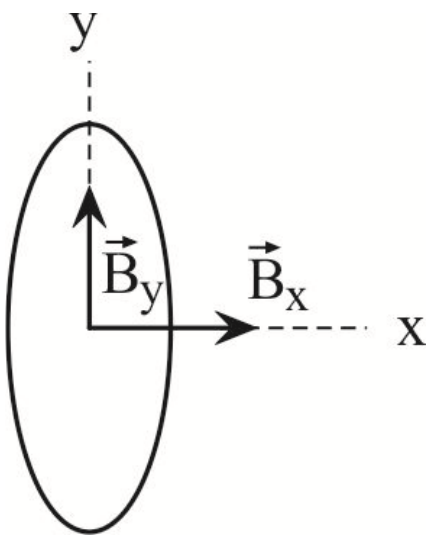
$$\Phi = 36 \times 10^{-2}\cos(\frac{\pi}{6}t)$$

(۲) 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° 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.



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

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

$$\xrightarrow[R=0/5m]{B_x=4T}\Phi_x=3\times(0/5)^2\times4\times1\Rightarrow\Phi_x=3Wb$$

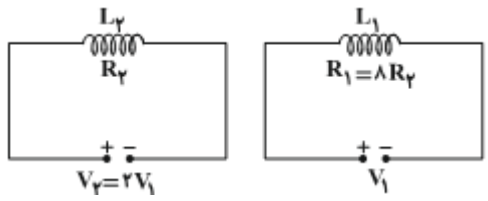
چون مؤلفه $\vec{B}_y$ با نیم خط عمود بر صفحه زاویه 90° می‌سازد، $\Phi_y=0$ می‌باشد. زیرا:

$$\Phi_y=AB_y\cos90^0\Rightarrow\Phi_y=0$$

بنابراین، شار مغناطیسی عبوری از حلقه برابر است با:

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

③ اگر نسبت انرژی مغناطیسی ذخیره شده در سیملوله‌ی مدار شکل (۱) به سیملوله‌ی مدار شکل (۲) برابر $\frac{3}{2}$ باشد، نسبت ضریب خودالقایی سیم‌لوله در شکل (۱) به شکل (۲) کدام است؟



شکل(۱) شکل(۲)

۱) $\frac{32}{3}$ ۲) $\frac{3}{32}$

۳) 384 ۴) $\frac{1}{384}$

پاسخ: گزینه ۳

انرژی مغناطیسی ذخیره شده در سیملوله برابر است با:

$$U = \frac{1}{2}LI^2 \xrightarrow{I=\frac{V}{R}} U = \frac{1}{2}L(\frac{V}{R})^2$$

$$\Rightarrow \frac{U_1}{U_2} = \frac{L_1}{L_2} \times (\frac{V_1}{V_2})^2 \times (\frac{R_2}{R_1})^2$$

$$\frac{3}{2} = \frac{L_1}{L_2} \times (\frac{V_1}{2V_1})^2 \times (\frac{R_2}{8R_2})^2$$

$$\Rightarrow \frac{3}{2} = \frac{L_1}{L_2} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{64} \Rightarrow \frac{3}{2} = \frac{L_1}{L_2} \times \frac{1}{256}$$

$$\Rightarrow \frac{L_1}{L_2} = 384$$

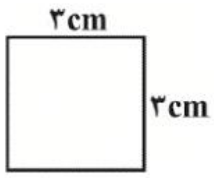
④ سیمی به طول L را به شکل قاب مربعی به مساحت $9cm^2$ در آورده‌ایم و آن را عمود بر خطوط میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی ۵۰۰G قرار می‌دهیم. اگر همین سیم را به شکل مستطیلی که طول آن ۵cm است درآوریم و عمود بر همان میدان مغناطیسی قرار دهیم، شار مغناطیسی عبوری از قاب چند وبر نسبت به حالت اول تغییر می‌کند؟

۱) 2×10^{-4} ۲) 2×10^{-5} ۳) 2×10^{-2} ۴) 2×10^{-3}

پاسخ: گزینه ۲

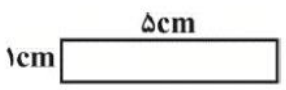
ابتدا با توجه به مساحت قاب مربعی، طول سیم را می‌یابیم:

$$A = a^2 \xrightarrow{A=9cm^2} 9 = a^2 \Rightarrow a = 3cm \Rightarrow L = 4a = 4 \times 3 = 12cm$$



حال با توجه به طول سیم، عرض مستطیل را به دست می‌آوریم:

$$L = 2(5 + x) \Rightarrow 12 = 2(5 + x) \Rightarrow x = 1\,cm$$



حال تغییر شار را می‌یابیم:

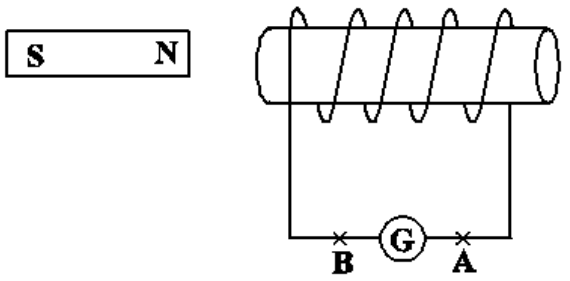
$$\triangle\phi = \phi_{\text{مستطیل}} - \phi_{\text{مربع}}$$

$$\Rightarrow \Delta\Phi = BA_{\text{مستطیل}}\cos\theta - BA_{\text{مربع}}\cos\theta \xrightarrow[B=500G=500\times10^{-4}T]{\theta=0^\circ}$$

$$\Rightarrow \Delta\Phi = 500 \times 10^{-4} \times (1 \times 5 \times 10^{-4} - 9 \times 10^{-4}) = -2 \times 10^{-5}Wb$$

$$\Rightarrow \Delta\Phi = 2 \times 10^{-5}Wb$$

⑤ مطابق شکل زیر، روی استوانه‌ای عایق و توخالی، سیم مسی پیچیده و دو سر آن را به گالوانومتری وصل می‌کنیم. آهنربای میله‌ای را در امتداد خودش به سرعت به سیملوله نزدیک و سپس دور می‌کنیم. جهت جریان القایی در گالوانومتر، هنگام نزدیک کردن آهنربا از ..... و هنگام دور کردن آهنربا از ..... است.



۱) A به B، A به B

۲) A به B، B به A

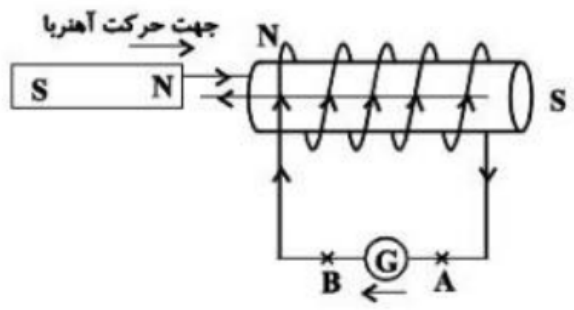
۳) B به A، A به B

۴) B به A، B به A

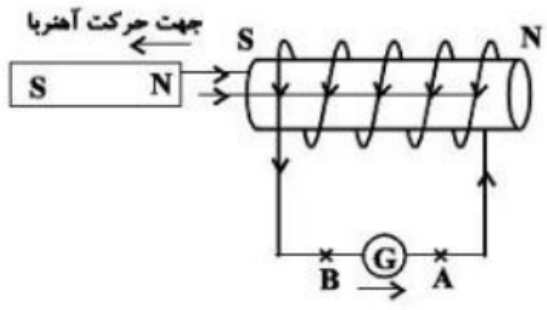
پاسخ: گزینه ۲

گزینه‌ی «۲»

طبق قانون لنز، وقتی آهنربا به سیملوله نزدیک می‌شود، جهت جریان القایی به گونه‌ای است که با عامل ایجادکننده خود یعنی نزدیک شدن آهنربا، مخالفت می‌کند. پس در سیملوله وجه مقابل آهنربا N و وجه دیگر آن S می‌شود. با توجه به قاعده دست راست، جهت جریان در حلقه نزدیک به آهنربا مطابق شکل (الف) و در مدار از A به B است. هنگامی‌که آهنربا دور می‌شود، وجه مقابل آهنربا S و جهت جریان در حلقه نزدیک به آهنربا مطابق شکل (ب) و در مدار از B به A است. بنابراین گزینه (۲) صحیح است.



(الف)



(ب)

⑥ سطح پیچه مسطحی به شعاع $5cm$ که شامل ۱۰۰۰ دور حلقه است، عمود بر خط‌های میدان مغناطیسی متغیری قرار دارد که در مدت $0/1s$ از $400G$ تغییر جهت داده و به $0/04T$ در جهت مخالف می‌رسد. بزرگی نیروی محرکه القایی متوسط پیچه برابر با چند ولت است؟ $(\pi = 3)$

۱) ۱۲ ۲) ۹ ۳) ۶ ۴) ۴/۵

پاسخ: 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.

$$\Phi_1 = A_1 B_1 \cos\theta_1 = \pi r^2 B_1 \cos 0 = 3 \times (5 \times 10^{-2})^2 \times 400 \times 10^{-4} \times 1$$

$$\Rightarrow \Phi_1 = 3 \times 10^{-4} Wb$$

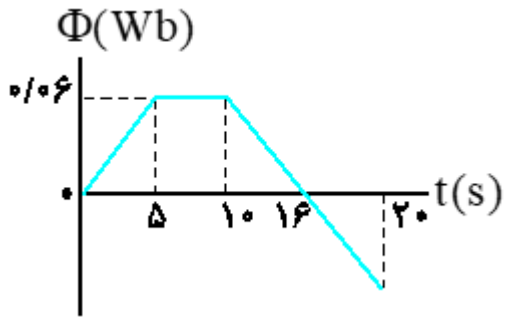
$$\Phi_2 = A_2 B_2 \cos\theta_2 = \pi r^2 B_2 \cos 180^\circ$$

$$\Rightarrow \Phi_2 = 3 \times (5 \times 10^{-2})^2 \times 4 \times 10^{-2} \times (-1) \Rightarrow \Phi_2 = -3 \times 10^{-4} Wb$$

حال با استفاده از قانون القای الکترومغناطیسی فاراده، داریم:

$$|\bar{\varepsilon}| = \left|-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = \left|-10^3 \times \frac{-3\times10^{-4} - 3\times10^{-4}}{0/1}\right| \Rightarrow |\bar{\varepsilon}| = 6V$$

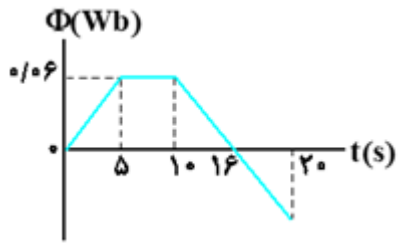
⑦ نمودار تغییرات شار مغناطیسی عبوری از یک حلقه برحسب زمان مطابق شکل زیر است. بزرگی نیروی محرکه القایی متوسط در حلقه در بازه زمانی ۱۰ تا ۲۰ ثانیه چند میلی ولت است؟



۱) ۱۰
۲) ۰/۰۲
۳) ۲۰
۴) ۰/۰۱

پاسخ: گزینه ۱

با توجه به قانون القای الکترومغناطیسی فاراده یعنی $\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ ، بزرگی نیروی محرکه القایی متوسط متناسب با آهنگ تغییر شار مغناطیسی (شیب نمودار Φ برحسب t) است.



شیب خط در بازه زمانی $t = 10\,s$ تا $t = 20\,s$ ثابت و برابر شیب خط از $t = 10s$ تا $t = 16s$ است، بنابراین داریم:

$$\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{0-(0/06)}{6} = -001\ \frac{Wb}{s}$$

$$\Rightarrow \bar{\varepsilon} = -1 \times (-001) = 001\ V \Rightarrow \varepsilon = 10\,mV$$

⑧ معادله شار گذرنده از حلقه‌ای در SI به‌صورت $\Phi = t^2 - 3t + 1$ است. نیروی محرکه القایی متوسط حلقه در دو ثانیه دوم چند برابر نیروی محرکه القایی متوسط آن در دو ثانیه اول است؟

۱) ۲+ ۲) ۳+ ۳) ۲- ۴) ۳-

پاسخ: گزینه ۴

گزینه «۴»

تغییرات شار در دو ثانیه دوم: $\Delta' = \Phi_4 - \Phi_2$

تغییرات شار در دو ثانیه اول: $\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_0$

$$\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \xrightarrow[N=N']{\Delta t=\Delta t'} \frac{\bar{\varepsilon}'}{\bar{\varepsilon}} = \frac{\Delta\Phi'}{\Delta\phi} = \frac{\Delta\Phi_{2\to4}}{\Delta\Phi_{0\to2}}$$

$$\Phi = t^2 - 3t + 1 \Rightarrow \begin{cases} \Phi_0 = +1\ Wb \\ \Phi_2 = 2^2 - 3\times 2 + 1 = -1\ Wb \\ \Phi_4 = 4^2 - 3\times 4 + 1 = +5\ Wb \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \Delta\Phi_{2\to4} = \Phi_4 - \Phi_2 = +5 - (-1) = +6\ Wb \\ \Delta\Phi_{0\to2} = \Phi_2 - \Phi_0 = -1 - (+1) = -2\ Wb \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{\bar{\varepsilon}'}{\bar{\varepsilon}} = \frac{+6}{-2} = -3$$

⑨ از یک قطعه سیم رسانا به مقاومت الکتریکی 9Ωو طول $60cm$، پیچه مسطحی به شعاع $10\,cm$ می‌سازیم. اگر این پیچه را در یک میدان مغناطیسی متغیر با زمان قرار دهیم، به‌طوری که خطوط میدان مغناطیسی همواره بر صفحه پیچه عمود باشد، بزرگی میدان مغناطیسی با چه آهنگی برحسب تسلا بر ثانیه تغییر کند تا جریان القایی متوسط در پیچه برابر با $0/01A$شود؟ $(\pi = 3)$

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۶ ۴) ۹

پاسخ: گزینه ۱

گزینه«۱»

ابتدا تعداد دورهای پیچه را به‌دست می‌آوریم:

$$L = N(2\pi r) \Rightarrow 60 = N\times 2\times 3\times 10 \Rightarrow N = 1$$

حال با توجه به قانون القای الکترومغناطیسی فاراده، می‌توان آهنگ تغییرات میدان مغناطیسی لازم برای ایجاد جریان القایی $0/01A$را به‌دست آورد.

$$\overline{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \xrightarrow[\theta=0\,,N=1]{\Phi=BA\cos\theta}$$

$$\overline{\varepsilon} = -1\times\frac{\Delta(BA)}{\Delta t} = A\frac{\Delta B}{\Delta \mathbf{t}} \xrightarrow[A=\pi r^2]{\overline{\varepsilon}=\overline{I}R} \overline{I}R = \pi r^2\left|\frac{\Delta B}{\Delta \mathbf{t}}\right|$$

$$\xrightarrow[r=0/1m\,,\ \pi=3]{\overline{I}=0/01A,R=9\Omega} 001\times 9 = 3(0/1)^2\frac{\Delta B}{\Delta \mathbf{t}} \Rightarrow \frac{\Delta B}{\Delta \mathbf{t}} = 3\frac{T}{s}$$

(۱۰) حلقه‌ای به مساحت $200\,cm^2$ عمود بر خطوط میدان مغناطیسی یکنواختی که معادله آن در SI به‌صورت $B = t^2 + 2t$ است، قرار دارد. اندازه نیروی محرکه القایی متوسطی که در بازه زمانی $t_1 = 1\ s$ تا $t_2 = 3\ s$ در این حلقه ایجاد می‌شود، چند ولت است؟

۱) ۰/۲۴ ۲) ۰/۳۶ ۳) ۰/۱۲ ۴) ۰/۱۸

پاسخ: گزینه ۳

ابتدا تغییر میدان مغناطیسی در بازه زمانی مورد نظر را به‌دست می‌آوریم:

$$B = t^2 + 2t \Rightarrow \begin{cases} t_1 = 1\ s \Rightarrow B_1 = 1 + 2 = 3T \\ t_2 = 3\ s \Rightarrow B_2 = 9 + 6 = 15T \end{cases}$$

$$\Delta B = B_2 - B_1 = 15 - 3 \Rightarrow \Delta B = 12T$$

اکنون تغییر شار مغناطیسی را حساب می‌کنیم. دقت کنید چون سطح حلقه بر خطوط میدان مغناطیسی عمود است، زاویه بین نیم‌خط عمود بر سطح و میدان مغناطیسی ثابت و برابر $\theta = 0^\circ$ و یا $\theta = 180^\circ$ است.

$$\Delta\Phi = A \times \Delta B \times \cos\theta \xrightarrow[\Delta B = 12T, \theta = 0^\circ]{A = 200\ cm^2 = 200 \times 10^{-4} m^2}$$

$$\Delta\Phi = 200 \times 10^{-4} \times 12 \times 1 = 24 \times 10^{-2} Wb$$

بنابراین اندازه نیروی محرکه القایی متوسط در این بازه زمانی برابر است با:

$$|\bar{\varepsilon}| = \left| -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| \xrightarrow[\Delta t = 3-1 = 2\ s]{N=1\ ,\ \Delta\Phi = 24 \times 10^{-2} Wb}$$

$$|\bar{\varepsilon}| = \left| -1 \times \frac{24 \times 10^{-2}}{2} \right| \Rightarrow |\bar{\varepsilon}| = 0/12V$$

(۱۱) پیچه ای با ۱۰۰ دور، عمود بر یک میدان مغناطیسی به بزرگی ۱۰۰G قرار دارد. اگر این حلقه کشیده شود و در مدت ۰/۰۵ ثانیه مساحت آن ۲۰ درصد کاهش یابد، نیروی محرکه القایی متوسطی برابر با ۸۰mV در آن القا می‌شود. مساحت اولیه این حلقه برحسب سانتی‌مترمربع کدام است؟

۱) ۵۰ ۲) ۵۰۰ ۳) ۲۰ ۴) ۲۰۰

پاسخ: گزینه ۴

مساحت حلقه ۲۰ درصد کاهش یافته است:

$$\Delta A = A_2 - A_1 = -02A_1$$

نیروی محرکه متوسط القا شده در پیچه برابر است با:

$$\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \xrightarrow{\Phi = BA\cos(\theta)}$$

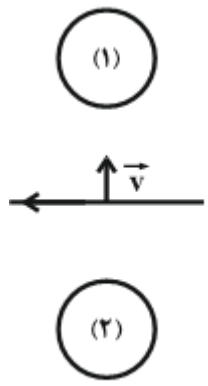
$$\bar{\varepsilon} = -N\frac{BA_2\cos(\theta) - BA_1\cos(\theta)}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow \bar{\varepsilon} = -NB\cos(\theta)\frac{A_2 - A_1}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow 80 \times 10^{-3} = -100 \times 100 \times 10^{-4} \times 1 \times \frac{-02A_1}{0/05}$$

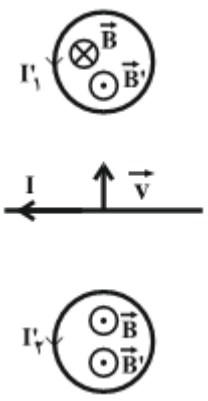
$$\Rightarrow A_1 = 002m^2 = 200cm^2$$

⑫ در شکل مقابل، اگر سیم دراز حامل جریان I را به‌طرف بالا حرکت دهیم، جهت جریان القایی در حلقه‌ها چگونه است؟



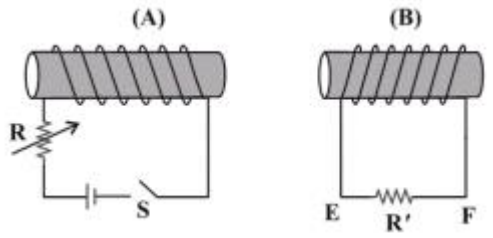
۱) حلقه (۱) ساعتگرد، حلقه (۲) پادساعتگرد
۲) حلقه (۱) پادساعتگرد، حلقه (۲) ساعتگرد
۳) هر دو حلقه ساعتگرد
۴) هر دو حلقه پادساعتگرد

پاسخ: 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) درون‌سو و در حلقه (۲) برون‌سو است. چون سیم به حلقه (۱) نزدیک و از حلقه (۲) دور می‌شود، تجمع خط‌های میدان مغناطیسی در حلقه (۱) افزایش و در حلقه (۲) کاهش می‌یابد. بنابراین، طبق قانون لنز، باید جریان القایی در حلقه (۱) پادساعتگرد باشد، تا میدان مغناطیسی آن برون‌سو شود و تا بتواند با افزایش میدان مغناطیسی درون‌سوی حاصل از سیم حامل جریان I مخالفت کند. برای حلقه (۲) نیز که میدان مغناطیسی برون‌سوی ناشی از جریان سیم در آن در حال کاهش است، باید جریان القایی پادساعتگرد باشد تا میدان مغناطیسی برون‌سوی حاصل از آن با کاهش میدان مغناطیسی برون‌سوی حاصل از سیم حامل جریان مخالفت کند. بنابراین، جهت جریان القایی در هر دو حلقه پادساعتگرد است.

(۱۳) مطابق شکل زیر، دو سیملوله A و B مقابل یکدیگر قرار دارند. در کدام یک از موارد زیر جریان القا شده در مقاومت R، از E به F خواهد بود؟



۱) لحظه وصل کلید
۲) لحظه قطع کلید
۳) با بسته بودن کلید، دو سیم‌پیچ را به هم نزدیک کنیم.
۴) با بسته بودن کلید، مقاومت R را کم کنیم.

پاسخ: گزینه ۲

برای یافتن جواب صحیح گزینه‌ها را بررسی می‌کنیم.

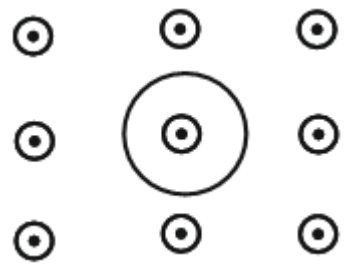
گزینه ۱: هنگام وصل کلید، جریان در سیملوله A افزایش یافته بنابراین قطب N و S در آن قوی‌تر می‌شود و باعث می‌شود شار عبوری از سیملوله B افزایش یابد. بنا به قانون لنز جریان القایی باعث ایجاد میدانی می‌شود که مانع از افزایش شار شود و دو سیملوله یکدیگر را دفع کنند و سمت چپ سیملوله B قطب N القا شود که در نتیجه جریان در آن از F به E خواهد بود.

گزینه ۲: هنگام قطع کلید، جریان در سیملوله A کاهش یافته بنابراین قطب N و S آن ضعیف‌تر شده و باعث می‌گردد شار عبوری از سیملوله B کاهش یابد. بنا به قانون لنز جریان القایی به گونه‌ای ایجاد می‌شود که اثر میدان آن با عامل تغییر شار مخالفت کند یعنی میدان هم‌جهت با میدان اصلی شود لذا دو سیملوله یکدیگر را جذب می‌کنند و سمت چپ سیملوله B قطب S القا می‌شود که در نتیجه جریان در آن از E به F خواهد بود.

گزینه ۳: با توجه به جهت مولد، در سیملوله A سمت راست آن قطب N و سمت چپ آن قطب S می‌باشد. با نزدیک کردن سیملوله‌ها به یکدیگر شار عبوری از سیملوله B افزایش می‌یابد، لذا طبق قانون لنز جریان القایی به گونه‌ای به وجود می‌آید که دو سیملوله یکدیگر را دفع کرده و سمت چپ سیملوله B قطب N القا می‌شود که باعث می‌گردد جریان در آن از F به E باشد.

گزینه ۴: با کم کردن مقاومت R جریان در سیملوله A افزایش یافته و قطب N و S آن قوی‌تر می‌شود. بنابراین شار عبوری از سیملوله B افزایش می‌یابد و طبق قانون لنز دو سیملوله یکدیگر را دفع کرده و سمت چپ سیملوله B قطب N القا می‌شود که باعث می‌گردد جریان در آن از F به E باشد.

(۱۴) مطابق شکل زیر یک حلقه رسانا درون میدان مغناطیسی یکنواخت برون‌سوی $\vec{B}$ قرار گرفته است. اگر میدان مغناطیسی به‌صورت پیوسته و یکنواخت تغییر کرده و به مقدار $\vec{B}$- برسد، جهت جریان القایی در حلقه رسانا چگونه خواهد بود؟



۱) ابتدا ساعتگرد و سپس پادساعتگرد
۲) ابتدا پادساعتگرد و سپس ساعتگرد
۳) همواره ساعتگرد
۴) همواره پادساعتگرد

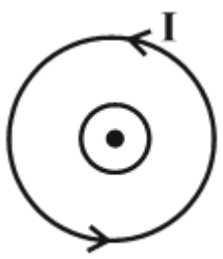
پاسخ: گزینه ۴

گزینهٔ «۴»

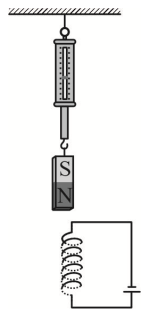
بزرگی میدان مغناطیسی برونسوی $\vec{B}$ در مرحله اول کاهش پیدا کرده و به صفر می‌رسد و در مرحله دوم بزرگی آن در خلاف جهت حالت قبل یعنی به‌صورت درونسو افزایش پیدا می‌کند تا از صفر به B برسد.

طبق قانون لنز، جهت جریان القایی باید به‌صورتی باشد که آثار مغناطیسی ناشی از آن با تغییرات شار عبوری مخالفت کند، در نتیجه میدان القایی ناشی از جریان القایی در حلقه رسانا در مرحله اول برونسو بوده تا با کاهش میدان برونسوی اصلی مقابله کند و در مرحله دوم نیز باید باز هم برون‌سو باشد تا مانع افزایش میدان درونسوی اصلی شود.

با توجه به قانون دست راست و با توجه به برونسو بودن میدان مغناطیسی القایی ناشی از جریان القایی حلقه، جهت جریان در آن پادساعتگرد خواهد بود.



⑮ در شکل زیر یک آهن‌ربا به نیروسنجی متصل بوده و در پایین آن نیز سیملوله‌ای قرار دارد. اگر وزن آهن‌ربا را با W نشان دهیم، عددی که نیروسنج نشان می‌دهد به چه صورت است؟ (از وزن نخ‌ها و قلّاب صرف‌نظر کنید.)



۱) کوچکتر از W

۲) بزرگتر از W

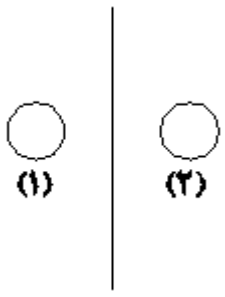
۳) برابر با W

۴) بسته به شرایط هر کدام از گزینه‌ها ممکن است.

پاسخ: گزینه ۱

جریان ایجاد شده در مدار به‌صورت ساعتگرد است. با توجه به قاعده دست راست، جهت میدان مغناطیسی ایجاد شده درون سیملوله به سمت بالا خواهد بود. از آنجایی که میدان درون سیملوله از طرف قطب S به N است، در نتیجه بالای سیملوله قطب N می‌باشد و آهنربا را دفع کرده و نیرویی به سمت بالا به آن وارد می‌کند و در نتیجه نیروسنج عددی کوچکتر از وزن آهنربا را نشان می‌دهد.

(۱۶) در شکل مقابل، از سیم بلند و نازکی جریان ثابتی عبور می‌کند. اگر سیم به‌سمت راست جابه‌جا شود، جهت جریان القائی در حلقه (۱) ساعتگرد خواهد بود. در این حالت جهت جریان القائی در حلقه (۲) و جریان عبوری از سیم به‌ترتیب از راست به چپ مطابق کدام گزینه است؟

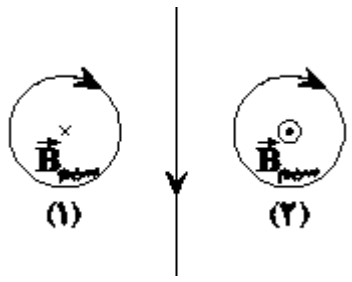


۱) ساعتگرد، بالا
۲) پادساعتگرد، پایین
۳) ساعتگرد، پایین
۴) پادساعتگرد، بالا

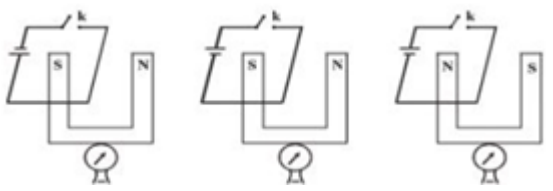
پاسخ: گزینه ۳

گزینه «۳»

با حرکت سیم به‌سمت راست، شار مغناطیسی عبوری از حلقه (۱) کاهش و از حلقه (۲) افزایش می‌یابد. با توجه به این‌که جهت جریان القائی حلقه (۱) ساعتگرد است. با توجه به قانون لنز و قاعده دست راست برای تعیین میدان مغناطیسی حلقه، جهت میدان حاصل از سیم راست در محل حلقه (۱) درونسو است. پس جهت جریان عبوری از سیم به سمت پایین است. با توجه به جهت میدان حاصل از سیم در محل حلقه (۲) با افزایش شار عبوری از حلقه (۲) مطابق قانون لنز جهت جریان القائی در حلقه (۲) ساعتگرد خواهد بود.



⑰ در کدام‌یک از شکل‌های زیر، با بسته شدن کلید K، عددی که ترازو نشان می‌دهد، کاهش می‌یابد؟ (در همهٔ شکل‌ها، یک آهن‌ربا بر روی یک ترازو قرار دارد.)



(۱) (۲) (۳)

۱) فقط ۲
۲) فقط ۱
۳) فقط ۳
۴) ۱ و ۳

پاسخ: گزینه ۱

در حالتی‌که کلیدها بسته شوند، جریان در مدارها برقرار می‌شود. در شکل (۲) با استفاده از قاعدهٔ دست راست می‌توان دریافت که از طرف آهن‌ربا نیرویی به‌طرف پایین بر سیم حامل جریان وارد می‌شود. طبق قانون سوم نیوتون، واکنش این نیرو از طرف سیم بر آهن‌ربا به طرف بالا وارد می‌شود. بنابراین طبق قانون سوم نیوتون، نیرویی به طرف بالا از طرف سیم حامل جریان بر آهنربا وارد می‌شود و در نتیجه عددی که ترازو در این حالت نشان می‌دهد، کم‌تر خواهد شد. در شکل‌های (۱) و (۳) نیروی وارد بر آهنربا به‌طرف پایین است و بنابراین ترازو عدد بیشتری را نشان می‌دهد.

⑱ سیمی عمود بر میدان مغناطیسی $B = 04\vec{i} + 03\vec{j}$ تسلا قرار دارد. اگر از سیم جریان ۵ آمپر عبور کند، بزرگی نیروی وارد بر ۱۰ سانتی‌متر آن چند نیوتون خواهد بود؟

۱) ۰/۴ ۲) ۱/۵ ۳) ۰/۲۵ ۴) ۳/۵

پاسخ: گزینه ۳

ابتدا با توجه به مؤلفه‌های میدان مغناطیسی، اندازه میدان مغناطیسی را تعیین می‌کنیم.

$$B = \sqrt{0 + 0} = 05T$$

حال از آن جا که راستای سیم حامل جریان بر راستای میدان مغناطیسی عمود است. بزرگی نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی را به‌دست می‌آوریم:

$$F = I\ell B\sin\theta \xrightarrow[B=05T,\ \theta=90^\circ]{I=5\,A,\ \ell=10\,cm=0/1m}$$

$$F = 5 \times 01 \times 05 \times \sin 90^\circ = 025N$$

(۱۹) از القاگری به ضریب القاوری $40mH$ جریان الکتریکی عبور می‌کند. اگر بزرگی جریان عبوری از این القاگر ۲A تغییر کند، ۴۰۰mJ از انرژی ذخیره شده در آن آزاد می‌شود. جریان الکتریکی اولیه عبوری از القاگر چند آمپر بوده است؟

۱) $2\sqrt{5}$ ۲) ۴ ۳) ۶ ۴) ۸

پاسخ: گزینه ۳

انرژی ذخیره شده در القاگر برابر با $U=\frac{1}{2}LI^2$ است و طبق این رابطه با کاهش جریان، انرژی ذخیره شده در القاگر کاهش می‌یابد (آزاد می‌شود). جریان عبوری از القاگر ۲A کاهش یافته است، با مقایسه انرژی القاگر در دو حالت داریم:

$$\begin{cases} U_1=\frac{1}{2}LI_1^2 \\ U_2=\frac{1}{2}LI_2^2 \end{cases} \xrightarrow[I_2=I_1-2\,(A),L=0/04H]{U_2=U_1-0/4(J)}$$

$$\begin{cases} U_1=\frac{1}{2}\times 0/04\times I_1^2 & (1) \\ U_1-04=\frac{1}{2}\times 004\times (I_1-2)^2 & (2) \end{cases}$$

$$\xrightarrow{(1)-(2)} 04=002\times\left(I_1^2-(I_1-2)^2\right)\Rightarrow 04=002\times(I_1^2-(I_1^2-4I_1+4))\Rightarrow 20=4I_1-4\Rightarrow I_1=6A$$

(۲۰) انرژی ذخیره شده در یک القاگر به ضریب القاوری ۴۰ هانری که از آن جریان $20\,A$ عبور می‌کند، چند ثانیه می‌تواند یک لامپ با توان مصرفی $50\,W$ را روشن نگه دارد؟

۱) ۳۲ ۲) ۱۶۰ ۳) ۶۴۰ ۴) ۳۲۰

پاسخ: گزینه ۲

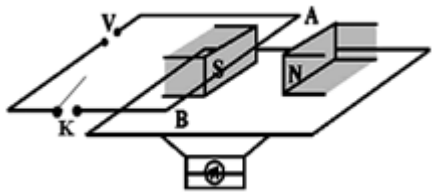
گزینه «۲»

با توجه به رابطه انرژی مصرفی لامپ و انرژی ذخیره شده در القاگر داریم:

$$\left.\begin{matrix} U=\frac{1}{2}LI^2 \\ U=P.t \end{matrix}\right\} \xrightarrow[P=50\ W]{L=40\ H\ ,\ I=20A} \frac{1}{2}\times 40\times 20^2=50\times t$$

$$\Rightarrow t=160\ s$$

(۲۱) در شکل زیر سیم افقی AB در میدان مغناطیسی یکنواخت بین دو قطب مغناطیسی معلق است و قبل از بستن کلید K، ترازو عدد ۱۰ نیوتون را نشان می‌دهد. وقتی کلید K بسته شود، از سیم جریان ۲۰ آمپر می‌گذرد و ترازو عدد ۸ نیوتون را نشان می‌دهد. اگر طول سیم AB برابر ۱۰ سانتی‌متر باشد، اندازه میدان مغناطیسی برحسب تسلا و جهت جریان در سیم کدام است؟



۱) ۰/۰۱ و از A به B

۲) ۱ و از B به A

۳) ۱ و از A به B

۴) ۰/۰۱ و از B به A

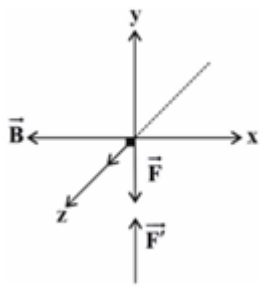
پاسخ: گزینه ۳

با توجه به قانون سوم نیوتون (عمل و عکس‌العمل)، چون پس از بستن کلید، ترازو عدد کم‌تری را نشان می‌دهد بنابراین از طرف سیم حامل جریان به آهنربا نیروی F' به سمت بالا وارد می‌شود. واکنش این نیرو، نیرویی است به سمت پایین که از طرف میدان مغناطیسی به سیم وارد می‌شود. اندازه این نیرو $F = F' = 10 - 8 = 2N$ است.

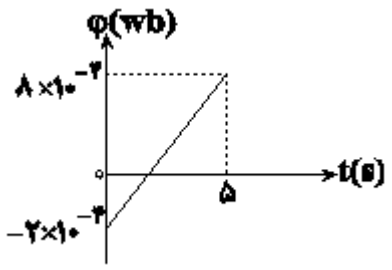
$$F = I\ell B\sin\theta \xrightarrow[\theta=90^\circ,\ \ell=01m]{F=2N,\ I=20A}$$

$$2 = 20 \times 01 \times B \times \sin 90^\circ \Rightarrow B = 1T$$

با توجه به قاعده دست راست، جهت جریان در سیم باید برون‌سو (یعنی از A به B) باشد.



(۲۲) در شکل شار عبوری از یک سیملوله شامل 400 دور و مقاومت 10 اهم نشان داده شده است. شدت جریان القایی متوسط در سیملوله در بازه زمانی 0 تا $5s$ چند آمپر است؟



۱) 8×10^{-3}
۲) 4×10^{-3}
۳) 10^{-3}
۴) 8×10^{-2}

پاسخ: گزینه ۱

گزینهٔ «۱»

می‌دانیم نیروی محرکه القایی متوسط در سیملوله از رابطه زیر به‌دست می‌آید. $\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$

$\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$ شیب خط است و این شیب ثابت است، بنابراین نیروی محرکه القایی متوسط و لحظه‌ای برابرند. $\varepsilon = -N\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$

$$\frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = \frac{8\times10^{-4}-(-2\times10^{-4})}{5-0} = \frac{10\times10^{-4}}{5} = 2\times10^{-4}V$$

$$\varepsilon = -400\times2\times10^{-4} = 8\times10^{-2}V$$

با توجه به قانون اهم داریم: $\bar{\varepsilon} = R\bar{I}$

$$\bar{I} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} = \frac{8\times10^{-2}}{10} = 8\times10^{-3}A$$

(۲۳) در یک مولد جریان متناوب، پیچه داخل میدان مغناطیسی در مدت یک دقیقه، ۶۰۰۰ دور می‌چرخد. اگر بیشینه جریان تولیدی در این مولد ۲A باشد، کدام گزینه ساده‌ترین معادله جریان برحسب زمان را در SI به درستی نشان می‌دهد؟

۱) $I = 2\sin 200\pi t$
۲) $I = \sin 200\pi t$
۳) $I = 2\sin 100\pi t$
۴) $I = \sin 100\pi t$

پاسخ: گزینه ۱

پیچه در مدت یک دقیقه ۶۰۰۰ دور می‌چرخد؛ ابتدا دوره حرکت را حساب می‌کنیم:

$$\text{یا } n = \frac{t}{T} \Rightarrow T = \frac{t}{n} = \frac{1}{100}s$$

$60 \quad s$	$6000 \quad$ دور
$T = \frac{1}{100}s$	$1 \quad$ دور

معادله جریان متناوب بر حسب زمان به‌صورت زیر است:

$$I = I_m \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right) \Rightarrow I = 2\sin\frac{2\pi}{0/01}t = 2\sin 200\pi t$$

(۲۴) در یک مولد جریان متناوب، پیچه در هر دقیقه 1500 دور کامل می‌چرخد. اگر بیشینه جریان متناوب $4A$ باشد، جریان در لحظه $t = 15\,ms$ چند آمپر است؟

۱) صفر ۲) $2\sqrt{2}$ ۳) ۲ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۲

گزینه«۲»

ابتدا دوره تناوب را به‌دست می‌آوریم:

$$T = \frac{t}{n} \xrightarrow[t=1\ \text{min}=60\ s]{n=1500} T = \frac{60}{1500} = \frac{1}{25}s$$

اکنون معادله جریان متناوب را به‌دست می‌آوریم:

$$I = I_m \sin\frac{2\pi}{T}t \xrightarrow[T=\frac{1}{25}s]{I_m=4A} I = 4\ \sin\ 50\pi t$$

$$\xrightarrow{t=15\ ms=15\times10^{-3}s} I = 4\ \sin(\,50\pi \times 15 \times 10^{-3})$$

$$\Rightarrow I = 4\ \sin\frac{3\pi}{4} \Rightarrow I = 2\sqrt{2}A$$

(۲۵) در مبدل‌های ac برای انتقال توان الکتریکی در فاصله‌های دور، از ولتاژهای ..... و جریان‌های ..... استفاده می‌کنند.

۱) بالا، پایین ۲) پایین، بالا ۳) پایین، پایین ۴) بالا، بالا

پاسخ: گزینه ۱

در مبدل‌های ac برای انتقال توان الکتریکی در فاصله‌های دور از ولتاژهای بالا و جریان‌های پایین استفاده می‌کنند.

(۲۶) جریان متناوبی با دوره تناوب ۲۰میلی ثانیه که بیشینه مقدار آن برابر با ۱A است، از رسانایی با مقاومت الکتریکی 10Ω می‌گذرد. اگر در لحظه $t = 0$ هیچ جریانی از رسانا عبور نکند، در چه لحظه‌ای بر حسب ثانیه، اختلاف پتانسیل دو سر رسانا برای اولین بار برابر با $5V$ می‌شود؟

۱) $\frac{1}{50}$ ۲) $\frac{1}{100}$
۳) $\frac{1}{300}$ ۴) $\frac{1}{600}$

پاسخ: گزینه ۴

ابتدا جریان عبوری از رسانا را در لحظه مورد نظر به دست می‌آوریم:

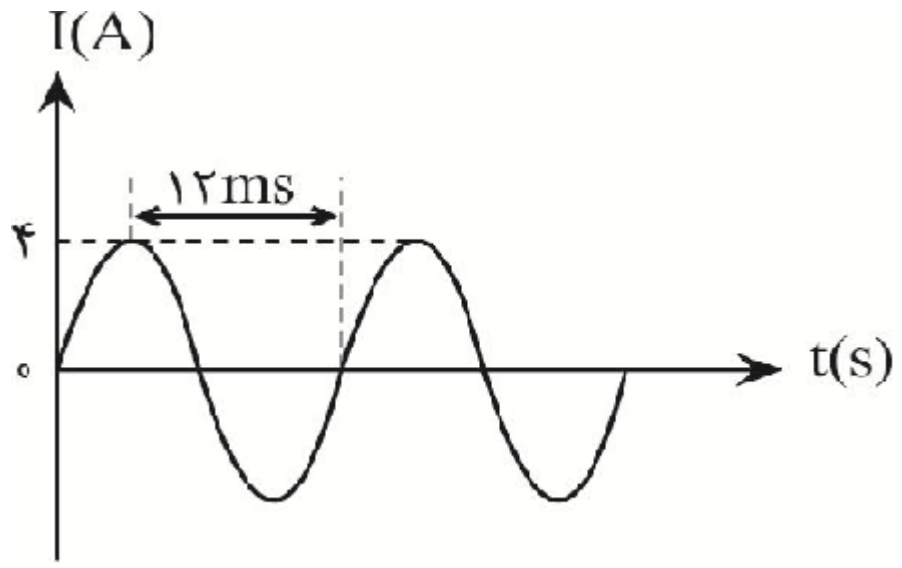
$$V = RI \Rightarrow 5 = 10 \times I \Rightarrow I = 0/5A$$

با توجه به رابطه جریان متناوب داریم:

$$I = I_m\ \sin(\frac{2\pi}{T}t) \xrightarrow{T=20ms=2\times10^{-2}s} 05 = 1 \times \sin(\frac{2\pi}{0/02}t)$$

$$\Rightarrow \sin(100\pi t) = \frac{1}{2} \xrightarrow{\text{بار اولین}} 100\pi t = \frac{\pi}{6} \Rightarrow t = \frac{1}{600}s$$

(۲۷) شکل زیر، نمودار جریان متناوبی را نشان می‌دهد که از یک رسانای 5 اهمی می‌گذرد. در لحظه $t = 12ms$، اندازه نیروی محرکه القایی چند ولت است و در چه لحظه ای بر حسب میلی ثانیه، جریان برای اولین بار در رسانا بیشینه می‌شود؟



۱) صفر، 3
۲) صفر، 4
۳) 20 ، 3
۴) 20 ، 4

پاسخ: گزینه ۴

با توجه به شکل، دوره تناوب برابر است با:

$$3\frac{T}{4} = 12 \Rightarrow T = 16ms$$

معادله جریان عبوری از رسانا برابر است با:

$$I = I_{\max}\sin(\frac{2\pi}{T}t) \Rightarrow I = 4\sin(\frac{2\pi}{0/016}t)$$

جریان و نیروی محرکه القایی در لحظه $t = 12ms$ برابر است با:

$$I = 4\sin(\frac{2\pi}{0/016} \times 0012) = 4\sin(3\frac{\pi}{2}) = -4A \Rightarrow |I| = 4A$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R} \Rightarrow 4 = \frac{\varepsilon}{5} \Rightarrow \varepsilon = 20V$$

جریان در لحظه $t = \frac{T}{4} = \frac{16}{4} = 4ms$ به مقدار بیشینه خود می‌رسد.

(۲۸) معادله شار مغناطیسی گذرنده از سطح یک حلقه در SI به‌صورت $\Phi = 0/05\cos(40\pi t)$ است. دومین بار در چه لحظه‌ای برحسب ثانیه مقدار جریان به بیش‌ترین مقدار خود می‌رسد و در هر دقیقه چند بار جهت جریان عوض می‌شود؟

۱) $\frac{1}{6}$ و 1200　　۲) $\frac{3}{80}$ و 1200　　۳) $\frac{1}{6}$ و 2400　　۴) $\frac{3}{80}$ و 2400

پاسخ: گزینه ۴

گزینه «۴»

با توجه به معادله جریان $I = I_{\max}\sin\frac{2\pi}{T}t$ می‌توان گفت که در لحظاتی که $\sin\frac{2\pi}{T}t = 1$ شود، شدت جریان در حلقه بیشینه مقدار خود را دارد.

$$\frac{2\pi}{T}t = (2m-1)\frac{\pi}{2} \Rightarrow t = (2m-1)\frac{T}{4} m = 1,2,3,4,\ldots$$

و در دومین بار داریم: $m = 2 \Rightarrow t = 3\frac{T}{4}$

با مقایسه $\Phi = 0/05\cos 40\pi t$ و معادله $\Phi = \Phi_{\max}\cos\frac{2\pi}{T}t$ خواهیم داشت: $\frac{2\pi}{T} = 40\,\pi$

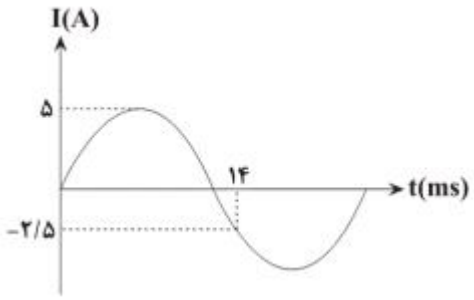
بنابراین دوره تغییرات جریان برابر خواهد بود با:

$$\frac{2\pi}{T} = 40\,\pi \Rightarrow T = \frac{1}{20}s$$

$$m = 2 \Rightarrow t = \frac{3}{4} \times \frac{1}{20} = \frac{3}{80}s$$

با توجه به این‌که در هر دوره دو بار جهت جریان عوض می‌شود، می‌توان نتیجه گرفت که در مدت یک دقیقه به اندازه $n = \frac{t}{T} = \frac{60}{\frac{1}{20}} = 1200$ دوره طی شده و بنابراین به تعداد $1200 \times 2 = 2400$ بار جهت جریان عوض می‌شود.

(۲۹) نمودار جریان عبوری از یک القاگر برحسب زمان مطابق شکل زیر است. اگر ضریب القاوری آن ۱۲ هانری باشد، انرژی ذخیره شده در القاگر در لحظه $t = 3ms$ چند ژول است؟



۱) ۷۵
۲) ۳۰
۳) ۵۰
۴) ۱۰۰

پاسخ: گزینه ۱

$$I = I_m \sin(\frac{2\pi}{T}t) \xrightarrow[t=14(ms)\ ,\ I_m=5A]{I=-2/5A} -25 = 5\sin(\frac{2\pi}{T} \times 14)$$

$$\frac{-1}{2} = \sin(\frac{28\pi}{T}) \Rightarrow \frac{28\pi}{T} = \frac{7\pi}{6} \Rightarrow T = 24ms = \frac{24}{1000}s$$

$$\Rightarrow I = 5\sin(\frac{2\pi}{0/024}t) = 5\sin(\frac{250\pi}{3}t)$$

$$\xrightarrow{t=3ms=0/003s} I = 5\sin(\frac{250\pi}{3} \times \frac{3}{1000})$$

$$\Rightarrow I = 5\sin(\frac{\pi}{4}) = \frac{5\sqrt{2}}{2}A$$

$$U = \frac{1}{2}LI^2 \xrightarrow[L=12H]{I=\frac{5\sqrt{2}}{2}A} U = \frac{1}{2} \times 12 \times \frac{25\times 2}{4} = 75J$$

(۳۰) کدام گزینه عوامل موثر در ضریب القاوری یک القاگر را به درستی نشان می‌دهد؟

۱) طول القاگر – سطح مقطع القاگر – تعداد دور القاگر – جنس سیمی که القاگر از آن ساخته شده است.
۲) طول القاگر – سطح مقطع سیمی که القاگر از آن ساخته شده است – تعداد دور القاگر
۳) طول القاگر – سطح مقطع القاگر – تعداد دور القاگر – جنس هسته درون القاگر
۴) جنس سیمی که القاگر از آن ساخته شده است – تعداد دور القاگر – جنس هسته درون القاگر

پاسخ: گزینه ۳

طبق متن کتاب درسی ضریب القاوری به شکل هندسی القاگر از جمله، طول القاگر، سطح مقطع القاگر، تعداد دور القاگر و جنس هسته درون القاگر بستگی دارد و به جریان گذرنده از القاگر بستگی ندارد.