مدت زمان آزمون: --

نام و نام خانوادگی:

نام آزمون: **القای الکترومغناطیس - دشوار**

مرکز مشاوره تحصیلی
راه روشن

① اگر حلقه‌ای دایره‌ای که سطح آن عمود بر خطوط میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ قرار دارد را به صورت قابی مربعی درآوریم و دوباره سطح آن را عمود بر خطوط همان میدان مغناطیسی قرار دهیم، شار مغناطیسی گذرنده از حلقه چه تغییری خواهد کرد؟ $(\pi = 3)$

۱) ۵۶ درصد کاهش می‌یابد.
۲) ۲۵ درصد کاهش می‌یابد.
۳) ۱۲۵درصد افزایش می‌یابد.
۴) ۳۳درصد افزایش می‌یابد.

پاسخ: گزینه ۲

با توجه به این‌که زاویه بین خطوط میدان مغناطیسی و نیم‌خط عمود بر حلقه صفر است، شار گذرنده از پیچه دایره‌ای از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$\Phi_1 = BA_1 \cos\theta = B \times \pi r^2 \times \cos 0^0 = \pi r^2 B \qquad (۱)$$

از همین رابطه نیز می‌توان شار مغناطیسی گذرنده از حلقه مربعی را به دست آورد. فرض کنید طول ضلع مربع a باشد:

$$\Phi_2 = BA_2 \cos\theta = B \times a^2 \times \cos 0^0 = Ba^2 \qquad (۲)$$

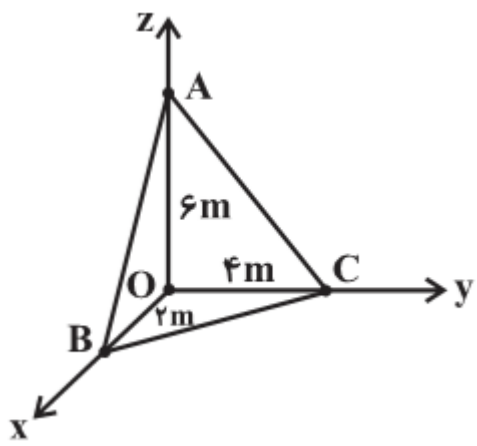
محیط هر دو حلقه یکسان است: $4a = 2\pi r \Rightarrow a = \frac{\pi r}{2}$

$$\xrightarrow{(2)\ ,\ (1)} \frac{\Phi_2}{\Phi_1} = \frac{a^2}{\pi r^2} = \frac{\pi}{4} = \frac{3}{4} = \frac{75}{100} \Rightarrow \Phi_2 = 075\,\Phi_1$$

درصد تغییرات $= \frac{\Phi_2 - \Phi_1}{\Phi_1} \times 100 = \frac{075\,\Phi_1 - \Phi_1}{\Phi_1} \times 100 = -25 \quad \%$

بنابراین شار گذرنده از حلقه مربعی نسبت به پیچه دایره‌ای، ۲۵ درصد کاهش یافته است.

(۲) در شکل زیر، صفحه ABC در یک میدان مغناطیسی به بزرگی $2T$ که در امتداد محور xها است، قرار دارد. شار مغناطیسی گذرنده از سطح ABC چند وبر است؟



۱) ۸
۲) ۱۲
۳) ۱۵
۴) ۲۴

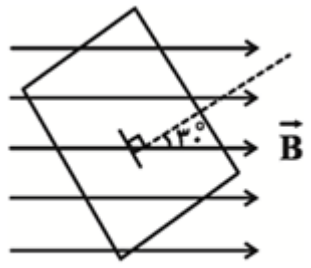
پاسخ: گزینه ۴

شار گذرنده از سطح ABC از رابطه $\Phi = BA\cos\theta$ به‌دست می‌آید که $A\cos\theta$ تصویر صفحه ABC بر روی صفحه‌ای است که بر خطوط میدان عمود است (صفحه yOz) که در واقع همان صفحه AOC می‌شود. مساحت این صفحه برابر است با:

$$A_{AOC} = \frac{6\times4}{2} = 12\,m^2 = A_{ABC}\cos\theta$$

$$\Phi = BA_{ABC}\cos\theta = 2\times12 = 24\,Wb$$

(۳) مطابق شکل زیر، حلقه رسانایی به مساحت A در یک میدان مغناطیسی به بزرگی $3 \times 10^{-2}T$ قرار دارد. اگر بزرگی میدان مغناطیسی به $3\sqrt{\frac{3}{2}} \times 10^{-2}T$ برسد، زاویه بین نیم‌خط عمود بر حلقه و میدان مغناطیسی را چه‌قدر و چگونه می‌توان تغییر داد تا شار مغناطیسی عبوری از این حلقه تغییر نکند؟



۱) 30°، افزایش دهیم.
۲) 30°، کاهش دهیم.
۳) 15°، کاهش دهیم.
۴) 15°، افزایش دهیم.

پاسخ: گزینه ۴

$$\Phi = BA\cos\theta$$

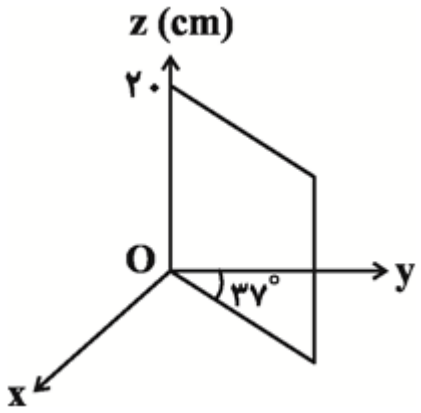
$$\Phi_1 = \Phi_2 \Rightarrow B_1 A\cos\theta_1 = B_2 A\cos\theta_2$$

$$\Rightarrow 3 \times 10^{-2} \times A \times \cos 30^\circ = 3\sqrt{\frac{3}{2}} \times 10^{-2} \times A \times \cos\theta_2$$

$$\Rightarrow \cos\theta_2 = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \theta_2 = 45^\circ$$

$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 = 45^0 - 30^0 = 15^\circ$ افزایش یابد.

④ مطابق شکل، قاب مربع شکلی درون میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B} = (05)\vec{i}$ تسلا قرار دارد. قاب حول ضلعی که منطبق بر محور z است دوران می‌کند طوری که زاویه‌اش با محور y به اندازه 16^0 افزایش یابد. شار مغناطیسی گذرنده از قاب به اندازه چند میلی‌وبر و چگونه تغییر می‌کند؟ $(\cos 37^0 = 08)$



۱) ۴، کاهش

۲) ۴، افزایش

۳) 4×10^{-3}، کاهش

۴) 4×10^{-3}، افزایش

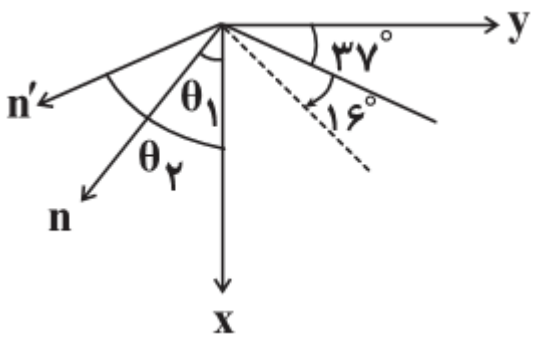
پاسخ: گزینه ۱

$$\alpha_1 = 53^0 \Rightarrow \theta_1 = 90^0 - \alpha_1 = 90^0 - 53^0 = 37^0$$

$$\alpha_2 = 53^0 - 16^0 = 37^0 \Rightarrow \theta_2 = 90^0 - 37^0 = 53^0$$

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

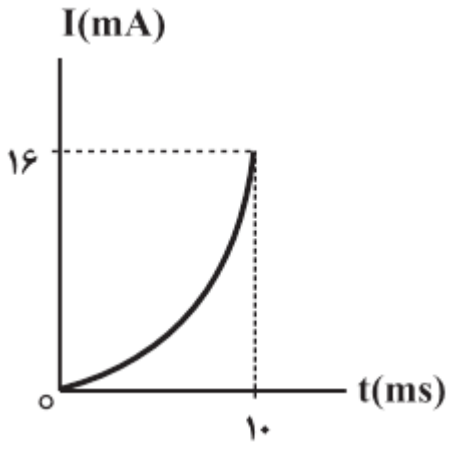
$$\Rightarrow \Delta\Phi = 05 \times (20 \times 20 \times 10^{-4})(\cos 53^0 - \cos 37^0)$$
$$= 2 \times 10^{-2} \times (06 - 08)$$
$$\Rightarrow \Delta\Phi = -4 \times 10^{-3} Wb = -4 mWb$$



علامت منفی نشان دهنده کاهش شار مغناطیسی عبوری است.

توجه: در رابطه شار مغناطیسی $(\Phi = BA\cos\theta)$، زاویه θ، زاویه بین خطوط میدان مغناطیسی و بردار عمود بر سطح حلقه است نه زاویه بین خطوط میدان و سطح حلقه.

⑤ در شکل زیر، نمودار تغییرات جریان عبوری از سیملوله‌ای آرمانی با ۴۰۰ دور حلقه بر حسب زمان رسم شده است. اگر مساحت هر حلقه سیملوله $30cm^2$ و طول آن $40cm$ باشد، اندازه نیروی محرکه القایی متوسط در سیملوله در بازه زمانی صفر تا $10ms$ برابر با چند میلی‌ولت است؟ $\left(\mu_0 = 125 \times 10^{-7}\frac{T.m}{A}\right)$



۱) ۲/۴ ۲) ۴/۸ ۳) ۱/۲ ۴) ۷/۲

پاسخ: گزینه ۱

گزینه «۱»

با تغییر جریان عبوری از سیملوله، میدان مغناطیسی درون سیملوله تغییر می‌کند و به واسطه آن، شار مغناطیسی عبوری از سیملوله نیز تغییر می‌کند و در آن نیروی محرکه القا می‌شود.

$$B = \frac{\mu_0 NI}{\ell}$$

$$\xrightarrow{I_1=0} B_1 = 0$$

$$\xrightarrow{I_2=16mA} B_2 = \frac{125\times10^{-7}\times400\times16\times10^{-3}}{4\times10^{-1}} = 2\times10^{-5}T$$

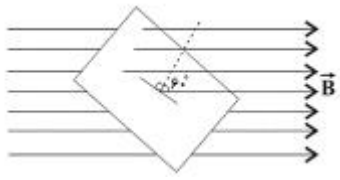
حال با استفاده از قانون القای الکترومغناطیسی فاراده و در نظر گرفتن این نکته که خط‌های میدان مغناطیسی بر سطح حلقه‌های سیملوله عمود هستند، داریم:

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

$$\Rightarrow \bar{\varepsilon} = -400\times30\times10^{-4}\times1\times\frac{2\times10^{-5}-0}{10\times10^{-3}} \Rightarrow |\bar{\varepsilon}| = 24\times10^{-3}V$$

$$\Rightarrow |\bar{\varepsilon}| = 24mV$$

⑥ مطابق شکل زیر، قاب رسانایی در یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی $10^4 G$ قرار دارد. در مدت 10 میلی‌ثانیه حلقه در خلاف جهت حرکت عقربه‌های ساعت به اندازه 180 درجه می‌چرخد. اگر مقاومت حلقه $5\,\Omega$ و مساحت سطح آن $20\,cm^2$ باشد، جریان القایی متوسط که از قاب می‌گذرد، در این مدت چند آمپر است؟



۱) 2×10^{-3}

۲) 2×10^{-2}

۳) 4×10^{-2}

۴) 4×10^{-3}

پاسخ: گزینه ۳

گزینه «۳»

با توجه به رابطه جریان متوسط القایی در یک پیچه داریم:

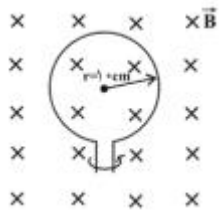
$$\bar{I} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} = -\frac{N}{R}\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$$

اگر $\varphi = ABcos\theta$ را در این رابطه قرار دهیم با توجه به این‌که $\theta_1 = 60^0$ و $\theta_2 = 180^\circ + 60^\circ$ است. داریم:

$$\xrightarrow{B=10^4 G=1\,T} \bar{I} = \frac{-1}{5} \times \frac{20\times10^{-4}\times1}{10\times10^{-3}} \times \left(\quad^{-\frac{1}{2}} \quad - \quad^{\frac{1}{2}} \right)$$

$$= -4 \times 10^{-2}(-\tfrac{1}{2} - \tfrac{1}{2}) = 4 \times 10^{-2} A$$

⑦ از یک سیم مسی به طول L و سطح مقطع $034cm^2$ پیچه‌ای دایره‌ای شکل و به شعاع cm۱۰ ساخته‌ایم و مطابق شکل، سطح پیچه را عمود بر خط‌های میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی $0/04T$ قرار داده‌ایم. اگر در مدت s۴ صفحه پیچه را به اندازه 90° مطابق جهت نشان داده شده بچرخانیم، شدت جریان متوسط القایی در پیچه در این مدت چند آمپر خواهد بود؟ $(\rho = 17 \times 10^{-8}\Omega.m)$



۱) ۱
۲) ۱۰
۳) ۴
۴) ۴۰

پاسخ: گزینه ۱

ابتدا تعداد حلقه‌های پیچه را محاسبه می‌کنیم:

دور $N = \frac{L}{2\pi r} = \frac{L}{2\pi \times 0/1} = \frac{5L}{\pi}$

مقاومت سیم استفاده شده برابر است با:

$$R = \rho\frac{L}{A} = 17 \times 10^{-8} \times \frac{L}{034 \times 10^{-4}} = 5 \times 10^{-4}L$$

$$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = BA(\cos\theta_2 - \cos\theta_1)$$
$$\Rightarrow \Delta\Phi = B \times \pi r^2 \times (\cos 90^\circ - \cos 0^\circ)$$

$$\Rightarrow \Delta\Phi = 004 \times \pi \times (0/1)^2 \times (-1) = -4\pi \times 10^{-4}Wb$$

$$\overline{I} = -\frac{N}{R}\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{\frac{5L}{\pi}}{5 \times 10^{-4}L} \times \frac{-4\pi \times 10^{-4}}{4} = 1\ A$$

⑧ معادله شار مغناطیسی عبوری از پیچه‌ای مسطح در SI به‌صورت $\Phi = 4t^2 + t + 3$ است. اگر مقاومت الکتریکی پیچه برابر با 10Ω و جریان الکتریکی متوسط القا شده در آن در بازه زمانی صفر تا $5s$ برابر با $4/2A$ باشد، تعداد حلقه‌های پیچه کدام است؟

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۴
۴) ۸

پاسخ: گزینه ۲

تغییرات شار مغناطیسی در بازه زمانی $t_1 = 0$ تا $t_2 = 5s$ را حساب می‌کنیم:

$$\Phi = 4t^2 + t + 3 \Rightarrow \begin{cases} t_1 = 0 \Rightarrow \Phi_1 = 3Wb \\ t_2 = 5s \Rightarrow \Phi_2 = 4 \times 25 + 5 + 3 = 108Wb \end{cases}$$
$$\Rightarrow \Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = 108 - 3 \Rightarrow \Delta\Phi = 105Wb$$

نیروی محرکه القایی متوسط را با استفاده از رابطه $\overline{I} = \frac{\overline{\varepsilon}}{R}$ می‌یابیم:

$$\overline{\varepsilon} = \overline{I}R \xrightarrow[R=10\Omega]{\overline{I}=4/2A} \overline{\varepsilon} = 42 \times 10 \Rightarrow \overline{\varepsilon} = 42V$$

با استفاده از رابطه $\overline{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ ، تعداد حلقه‌های پیچه را به‌دست می‌آوریم:

$$\overline{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \xrightarrow[\overline{\varepsilon}=42V,\Delta\Phi=105Wb]{\Delta t=5-0=5s} 42 = N \times \frac{105}{5}$$
$$\Rightarrow N = 2$$

⑨ معادله شار مغناطیسی عبوری از یک پیچه مسطح که شامل ۱۰۰ حلقه است، برحسب زمان در SI به‌صورت $\Phi = 4 \times 10^{-4} \cos(100\pi t)$ می‌باشد. اندازه نیروی محرکه القایی متوسط در این پیچه در بازه زمانی $\frac{1}{300}s$ تا $\frac{1}{200}s$ چند ولت است؟

۱) ۱۲ **۲)** ۱۸

۳) ۲۴ **۴)** ۱۲۰

پاسخ: گزینه ۱

گزینه‌ی «۱»

با توجه به رابطه قانون القای الکترومغناطیسی فاراده یعنی $\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$، ابتدا تغییر شار مغناطیسی عبوری از پیچه را به‌دست می‌آوریم:

$$\Phi = 4 \times 10^{-4} \cos(100\pi t)$$

$$\xrightarrow{t_1 = \frac{1}{300}s} \Phi_1 = 4 \times 10^{-4} \cos(100\pi \times \frac{1}{300})$$

$$\Rightarrow \Phi_1 = 4 \times 10^{-4} \cos\frac{\pi}{3} = 2 \times 10^{-4} Wb$$

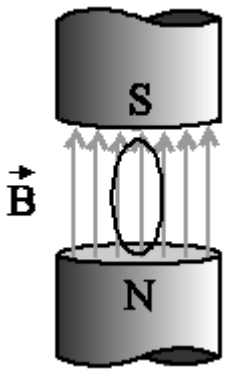
$$\xrightarrow{t_2 = \frac{1}{200}s} \Phi_2 = 4 \times 10^{-4} \cos(100\pi \times \frac{1}{200})$$

$$\Rightarrow \Phi_2 = 4 \times 10^{-4} \cos\frac{\pi}{2} = 0$$

بنابراین: $\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow \bar{\varepsilon} = -100 \times \frac{0-(2\times10^{-4})}{\frac{1}{200}-\frac{1}{300}}$

$$\Rightarrow \bar{\varepsilon} = \frac{2\times10^{-2}}{\frac{1}{600}} = 12V$$

(۱۰) مطابق شکل زیر یک پیچهٔ مسطح شامل ۱۲۰ دور که مساحت هر حلقهٔ آن ۱۰ سانتی‌متر مربع است، داخل میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی ۲۰۰۰G قرار دارد. اگر در مدت ۱۰ ثانیه به‌صورت یکنواخت زاویهٔ میان سطح پیچه و سطح افقی ۳۰ درجه تغییر کند، بزرگی نیروی محرکهٔ القایی متوسط در این مدت بر حسب میلی‌ولت کدام است؟



۱) ۱/۲

۲) $1/2\sqrt{3}$

۳) ۱۲

۴) $12\sqrt{3}$

پاسخ: گزینه ۱

نیروی محرکهٔ القایی در یک پیچه، به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

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

از آنجایی‌که زاویهٔ میان سطح پیچه و خطوط میدان در حالت اول صفر درجه است (زاویه میان نیم‌خط عمود بر سطح پیچه و خطوط میدان ۹۰ درجه است)، شار عبوری از پیچه در این حالت صفر است.

$$\Phi_1 = AB\cos\theta_1 = AB\cos 90^0 = 0$$

در حالت دوم زاویهٔ میان نیم‌خط عمود بر سطح پیچه و خطوط میدان به ۶۰ درجه می‌رسد.

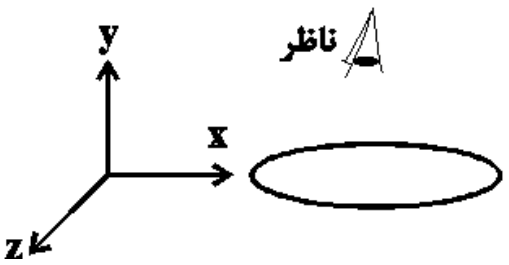
$$\Phi_2 = AB\cos\theta_2 = AB\cos 60^0 = 10\times 10^{-4}\times 2000\times 10^{-4}\times\cos 60^0$$

$$\Rightarrow \Phi_2 = 10^{-4}Wb$$

در نهایت خواهیم داشت:

$$\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -120\times\frac{10^{-4}-0}{10} = -12mV \Rightarrow \bar{\varepsilon} = 12\,mV$$

(۱۱) میدان مغناطیسی عبوری از حلقه‌ای رسانا که در صفحه $x-z$ قرار دارد، با زمان تغییر می‌کند و در مدت $0/2s$ از $\vec{B}_1 = 05\vec{j}$ به $\vec{B}_2 = -05\vec{j}$ می‌رسد. اگر مقاومت حلقه 5Ω و مساحت سطح آن $100cm^2$ باشد، بزرگی جریان الکتریکی القایی متوسط در حلقه طی این مدت چند میلی آمپر است و ناظرای که از بالا به حلقه می‌کند، جهت جریان را چگونه می‌بیند؟



۱) ۵، پادساعت‌گرد
۲) ۵، ابتدا پادساعتگرد سپس ساعت‌گرد
۳) ۱۰، پادساعت‌گرد
۴) ۱۰، ابتدا پادساعتگرد سپس ساعت‌گرد

پاسخ: گزینه ۳

گزینهٔ «۳»

با توجه به رابطه قانون القای الکترومغناطیسی فاراده داریم:

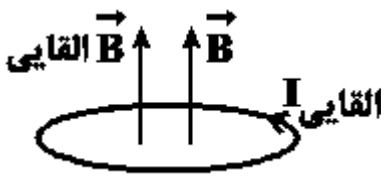
$$\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\bar{\Phi}}{\Delta t} = -\frac{A\Delta B\cos\theta}{\Delta t}$$

چون میدان در راستای محور y و حلقه در صفحه $x-z$ قرار دارد، میدان بر سطح حلقه عمود است و $\theta = 0$ است.

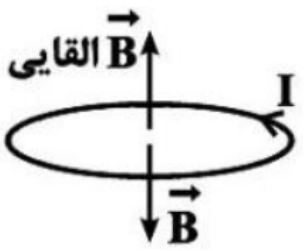
$$\bar{\varepsilon} = \frac{100\times10^{-4}(-05-05)}{0/2}$$

$$\bar{\varepsilon} = 005V \Rightarrow \bar{I} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} = \frac{0/05}{5} = 001A = 10mA$$

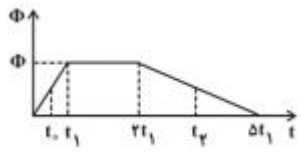
ابتدا جهت میدان در جهت مثبت محور y است. چون میدان در ابتدا کاهش می‌یابد، پس طبق قانون لنز، جریان القایی حاصل از نیروی محرکه القایی در حلقه در جهتی است که آثار مغناطیسی ناشی از آن، با عامل به وجود آورنده آن مخالفت کند و طبق قاعده دست راست، جهت جریان القایی مطابق شکل برای ناظری که از بالا نگاه کند پادساعت‌گرد است.



در حالت بعدی جریان در جهت $-\vec{j}$ در حال افزایش است، پس طبق قانون لنز، جهت میدان القایی خلاف جهت میدان خارجی و دوباره روبه بالا می‌شود و جهت جریان القایی مانند قبل پادساعت‌گرد است.



⑫ نمودار شار مغناطیسی عبوری از یک حلقه برحسب زمان مطابق شکل زیر است. اندازه نیروی محرکه القایی متوسط در بازه زمانیt_0 تاt_1 چند برابر اندازه نیروی محرکه القایی متوسط در بازه زمانیt_2 تا$5t_1$ است؟ (سطح حلقه بر خط‌های میدان مغناطیسی عبوری از آن عمود است.)



۱) ۱
۲) ۳
۳) $\frac{1}{3}$
۴) ۵

پاسخ: گزینه ۲

تغییر شار مغناطیسی عبوری در بازه‌های زمانی صفر تاt_1 و$2t_1$ تا $5t_1$ به صورت خطی است. طبق قانون القای الکترومغناطیسی فاراده داریم:

$$\bar{\varepsilon}_{t_0-t_1} = \bar{\varepsilon}_{0-t_1} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = 1\times\frac{\Phi}{t_1} = \frac{\Phi}{t_1}$$

$$\bar{\varepsilon}_{t_2-5t_1} = \bar{\varepsilon}_{2t_1-5t_1} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = 1\times\frac{\Phi}{3t_1} = \frac{\Phi}{3t_1}$$

$$\Rightarrow \frac{\bar{\varepsilon}_{t_0-t_1}}{\bar{\varepsilon}_{t_2-5t_1}} = \frac{\frac{\Phi}{t_1}}{\frac{\Phi}{3t_1}} = 3$$

⑬ پیچه ای با 100 دور، عمود بر یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی$100G$ قرار دارد. اگر این پیچه کشیده شود و در مدت $0/05$ ثانیه مساحت آن 20 درصد کاهش یابد، نیروی محرکه القایی متوسطی به بزرگی$80mV$ در آن القا می‌شود. مساحت اولیه این پیچه برحسب سانتی‌مترمربع کدام است؟

۱) ۵۰
۲) ۵۰۰
۳) ۲۰
۴) ۲۰۰

پاسخ: گزینه ۴

مساحت پیچه 20 درصد کاهش یافته است:

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

نیروی محرکه متوسط القا شده در پیچه برابر است با:

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

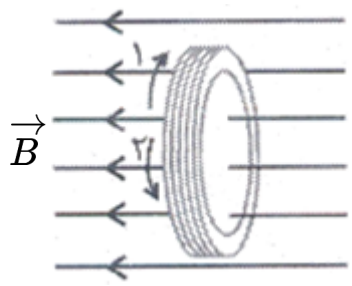
$$\bar{\varepsilon} = -N\frac{BA_2\cos(\theta) - BA_1\cos(\theta)}{\Delta t}$$

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

$$\Rightarrow 80\times10^{-3} = -100\times100\times10^{-4}\times1\times\frac{-02A_1}{0/05}$$

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

(۱۴) مطابق شکل مقابل، پیچه‌ی مسطحی با ۱۰۰۰ دور حلقه عمود بر خط‌های میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی $0/02$ تسلا که سوی آن از راست به چپ است قرار دارد. اگر میدان مغناطیسی در مدت $0/01s$ به ۰/۲ تسلا در خلاف جهت اولیه برسد، بزرگی نیروی محرکه‌ی القایی متوسط در پیچه چند ولت و جهت جریان القایی کدام است؟ (سطح مقطع پیچه $50cm^2$ است.)



۱) ۱۰ و در سوی جریان (۱)
۲) ۱۰ و در سوی جریان (۲)
۳) ۲۰ و در سوی جریان (۱)
۴) ۲۰ و در سوی جریان (۲)

پاسخ: گزینه ۳

با استفاده از قانون القای فارادی، می‌توان نوشت:

$$\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -N\frac{AB(\cos\theta_2 - \cos\theta_1)}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow \bar{\varepsilon} = -1000 \times \frac{50\times10^{-4}\times002\times((-1)-1)}{0/01} \Rightarrow \bar{\varepsilon} = 20V$$

برای تعیین جهت جریان القایی در پیچه می‌توان گفت چون ابتدا شار عبوری از سطح پیچه در حال کاهش و سپس در جهت مخالف در حال افزایش است، جریان در سویی القا می‌شود که میدانی همسو با میدان اولیه ایجاد کند تا مانع تغییرات شار عبوری شود که به کمک قاعده‌ی دست راست جریان در جهت (۱) خواهد بود.

⑮ حلقه‌ای به شعاع ۲ سانتی‌متر، عمود بر خط‌های یک میدان مغناطیسی یکنواخت قرار دارد. این حلقه از سیمی مسی به شعاع مقطع ۲mm و مقاومت ویژه $17 \times 10^{-8}\Omega \,.\, m$ تشکیل شده است. میدان مغناطیسی تقریباً با چه آهنگی در SI تغییر کند تا جریانی برابر ۰/۲ آمپر در حلقه القا شود؟ $(\pi = 3)$

۱) ۰/۰۲۸ **۲)** ۰/۲۸۰ **۳)** ۰/۰۸۲ **۴)** ۰/۸۲۰

پاسخ: گزینه ۱

در این مسئله، بر حلقه میدان مغناطیسی B به‌طور عمود بر سطح حلقه اعمال می‌شود، می‌خواهیم آهنگ تغییر میدان مغناطیسی $(\frac{\Delta B}{\Delta t})$ را که جریان $0/2A$ در حلقه القا می‌کند، به‌دست آوریم.

برای حل باید از رابطه نیروی محرکه القایی $\bar{\varepsilon}$ استفاده کنیم. برای این کار، ابتدا باید مقاومت سیم را از رابطه $R = \rho\frac{L}{A}$ بیابیم.

$$L = 2\pi r = 2 \times (3) \times 2 = 12cm = 0/12m$$

$$A = \pi r^2 \xrightarrow{r=2mm=2\times10^{-3}m} A = 3 \times (2 \times 10^{-3})^2$$

$$= 12 \times 10^{-6} m^2$$

بنابراین داریم:

$$R = \rho\frac{L}{A} = \frac{17\times10^{-8}\times12\times10^{-2}}{12\times10^{-6}} = 17 \times 10^{-4}\,\Omega$$

$$\varepsilon = RI = 17 \times 10^{-4} \times 02 = 34 \times 10^{-6} V$$

اکنون داریم:

$$|\bar{\varepsilon}| = A\left|\frac{\Delta B}{\Delta t}\right| \xrightarrow{A=\pi r^2=3\times(2\times10^{-2})^2=12\times10^{-4}m^2}$$

$$34 \times 10^{-6} = 12 \times 10^{-4}\left|\frac{\Delta B}{\Delta t}\right| \Rightarrow \left|\frac{\Delta B}{\Delta t}\right| = \frac{34\times10^{-6}}{12\times10^{-4}}$$

$$\simeq 28 \times 10^{-2} = 0028\frac{T}{s}$$

⑯ یکای «اهم . آمپر . ثانیه» معادل کدام یکا است؟

۱) ژول بر کولن **۲)** تسلا . مترمربع **۳)** وات **۴)** ژول

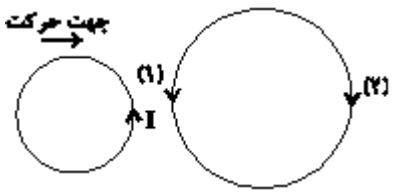
پاسخ: گزینه ۲

با توجه به دو رابطه قانون اهم و قانون القای الکترومغناطیسی فاراده داریم:

$$\left.\begin{array}{l} I = \dfrac{\bar{\varepsilon}}{R} \Rightarrow \bar{\varepsilon} = IR \\ \bar{\varepsilon} = -N\dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t} \end{array}\right\} IR = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow [I]\ \ [R] = \frac{[A]\ \ [B]}{[\Delta t]}$$

$$\Rightarrow A.\,\Omega = \frac{m^2.T}{s} \Rightarrow m^2.\,T = \Omega.\,A.\,s$$

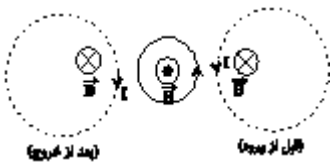
(۱۷) در شکل زیر، هر دو حلقه رسانا در صفحه کاغذ قرار دارند. اگر حلقه کوچک حامل جریان در جهت حرکت نشان داده شده، وارد حلقه بزرگتر شود و از سمت دیگر آن خارج گردد، جهت جریان القایی در حلقه بزرگتر قبل از ورود حلقه کوچکتر به آن و بعد از خروج حلقه کوچکتر از آن، به‌ترتیب از راست به چپ در کدام جهت است؟



۱) ۱ ، ۱
۲) ۲ ، ۲
۳) ۱ ، ۲
۴) ۲ ، ۱

پاسخ: گزینه ۳

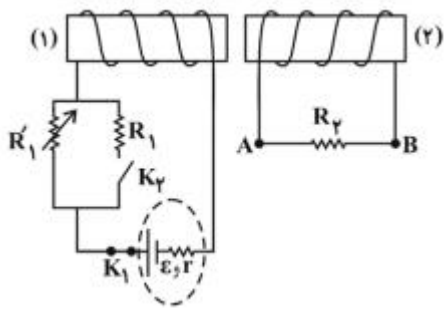
طبق قاعده دست راست، جهت میدان مغناطیسی ناشی از جریان در حلقه کوچکتر، در داخل آن برون‌سو و در خارج از آن درون‌سو است.



بنابراین با نزدیک شدن حلقه کوچکتر به حلقه بزرگتر، میدان مغناطیسی درون‌سوی عبوری از حلقه بزرگتر افزایش یافته و طبق قانون لنز، جریان القایی در جهت (۱) در آن القا می‌شود تا مانع افزایش میدان مغناطیسی درون‌سوی عبوری از حلقه بزرگ‌تر شود.

بعد از خروج حلقه کوچکتر از حلقه بزرگتر و با دور شدن آن، میدان مغناطیسی درون‌سوی 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 درون‌سوی عبوری از حلقه بزرگتر شود.

(۱۸) با توجه به شکل زیر، کدام گزینه در مورد جهت جریان القایی در مقاومت R_2 نادرست بیان شده است؟ (در ابتدا کلید K_1 بسته و کلید K_2 باز می‌باشد.)



۱) در لحظه قطع کلید K_1، جهت جریان القایی در R_2 از A به B است.

۲) وقتی مقاومت رئوستا (R'_1) در حال کاهش باشد، جهت جریان القایی در R_2 از B به A است.

۳) در لحظه وصل کلید K_2 جهت جریان القایی در R_2 از A به B است.

۴) وقتی سیملوله (1) به‌سمت راست حرکت می‌کند، جهت جریان القایی در R_2 از B به A است.

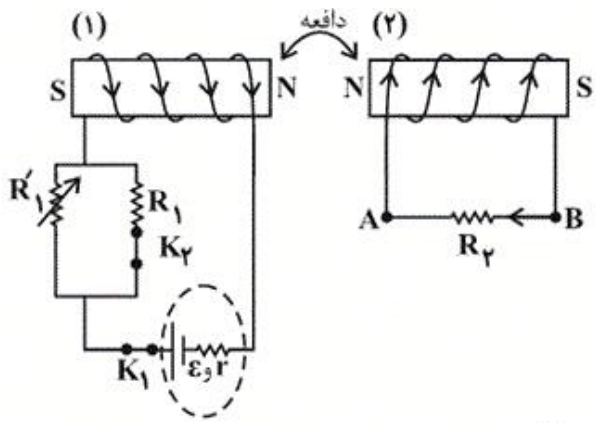
پاسخ: گزینه ۳

در لحظه وصل کلید K_2، مقاومت معادل مدار (1) کاهش یافته و در نتیجه جریان عبوری از آن زیاد می‌شود. بنابراین میدان مغناطیسی آن قوی‌تر شده و شار عبوری از سیملوله (2) افزایش خواهد یافت. با توجه به قانون لنز، قطب‌های سیملوله (2) باید به‌گونه‌ای باشد که با این افزایش شار مخالفت کرده و سیملوله (1) را دفع کند. لذا با توجه به قاعده دست راست و مطابق شکل زیر جهت جریان القایی در R_2 باید از B به A باشد، لذا گزینه «۳» پاسخ این سؤال است. توضیح سایر گزینه‌ها:

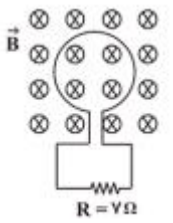
(۱): قطع کلید $K_1 \leftarrow$ کاهش شار $\leftarrow$ از A به B

(۲): کاهش $R'_1 \leftarrow$ افزایش شار $\leftarrow$ از B به A

(۴): حرکت سیملوله (۱) به‌سمت راست $\leftarrow$ افزایش شار $\leftarrow$ از B به A



(۱۹) شکل زیر، یک حلقه فلزی را در لحظه $t = 0$ نشان می‌دهد که در آن سطح حلقه عمود بر خطوط میدان مغناطیسی قرار دارد. اگر معادله شار مغناطیسی گذرنده از حلقه در SI به صورت $\Phi = 2t^2 - 18$ باشد، جریان القایی متوسط در بازه زمانی $t_1 = 3\,s$ تا $t_2 = 4\,s$ برحسب آمپر و جهت آن مطابق کدام گزینه است؟



۱) 1 ، ساعتگرد

۲) 2 ، ساعتگرد

۳) 1 ، پادساعتگرد

۴) 2 ، پادساعتگرد

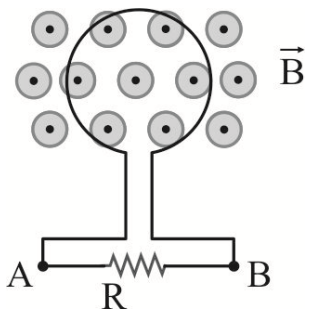
پاسخ: گزینه ۲

طبق رابطه قانون القای الکترومغناطیسی فاراده داریم:

$$\bar{I} = -\frac{N}{R}\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{1}{7} \times \frac{(2\times 4^2-18)-(2\times 3^2-18)}{4-3} = 2A$$

با توجه به معادله $\Phi = 2t^2 - 18$، اندازه شار مغناطیسی ناشی از میدان مغناطیسی درونسو از لحظه صفر تا ۳ ثانیه کاهش می‌یابد تا به صفر برسد و سپس از لحظه ۳ ثانیه میدان مغناطیسی برون‌سو شده و مقدارش افزایش می‌یابد. بنابراین در بازه زمانی $t_1 = 3\,s$ تا $t_2 = 4\,s$ میدان مغناطیسی برون‌سو است و مقدار آن در حال افزایش می‌باشد. بنابراین طبق قانون لنز جهت جریان القایی باید به گونه‌ای باشد که میدان مغناطیسی ناشی از آن درون‌سو باشد، در نتیجه جهت جریان القایی ساعتگرد است.

(۲۰) شکل زیر، سطح یک حلقه فلزی را عمود بر خطوط یک میدان مغناطیسی که اندازه آن متغیر است، در لحظه $t=0$ نشان می‌دهد. اگر معادله شار مغناطیسی‌ای که از حلقه می‌گذرد در SI، به‌صورت $\Phi = t^2 - 16$ باشد، جهت جریان القایی در مقاومت R در لحظه $t = 2s$ چگونه است و در ثانیه دوم بزرگی نیروی محرکه القایی متوسط چند ولت است؟



۱) از A به B، 3

۲) از B به A، 12

۳) از B به A، 3

۴) از A به B، 12

پاسخ: گزینه ۱

برای تعیین جهت جریان القایی می‌توان گفت طبق رابطه $\Phi = t^2 - 16$ در لحظه $t = 4\,s$ شار مغناطیسی صفر می‌شود. بنابراین در بازه زمانی $t = 0$ تا $t = 4\,s$، اندازه شار مغناطیسی گذرا از حلقه کاهش می‌یابد که ناشی از کاهش اندازه میدان مغناطیسی برون‌سوی عبوری از داخل حلقه است. لذا باید جریان القایی در حلقه در جهتی باشد که میدان مغناطیسی ناشی از آن هم‌جهت با میدان مغناطیسی خارجی، یعنی برون‌سو باشد. بنابراین جریان القایی در حلقه پادساعتگرد است که در مقاومت R از A به B می‌باشد.

اکنون برای محاسبه بزرگی نیروی محرکه القایی در ثانیه دوم داریم:

$$\Phi = t^2 - 16 \Rightarrow \begin{cases} t = 1s \Rightarrow \Phi_1 = -15Wb \\ t = 2s \Rightarrow \Phi_2 = -12Wb \end{cases}$$

$$|\bar{\varepsilon}| = \left|-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| \xrightarrow{N=1} |\bar{\varepsilon}| = \left|(1)\frac{-12-(-15)}{2-1}\right| = 3\ V$$

(۲۱) ضریب القاوری یک القاگر $0/12$ هانری است. اگر جریان عبوری از آن 2 آمپر افزایش یابد، انرژی ذخیره شده در آن 600 میلی‌ژول تغییر می‌کند. انرژی ذخیره شده در القاگر در حالت اول چند میلی‌ژول است؟

۱) ۲۴۰ ۲) ۵۴۰ ۳) ۰/۲۴ ۴) ۱۳۵

پاسخ: گزینه ۴

گزینه «۴»

با توجه به رابطه انرژی ذخیره شده در القاگر داریم:

$$U = \frac{1}{2}LI^2 \Rightarrow U_2 - U_1 = \frac{1}{2}L(\ ^2 - I^2) \xrightarrow[L=0/12H]{'=I+2\ (A),\ \Delta U=600\ mJ=06\ J} 06 = \frac{1}{2} \times 012 \times [(I+2)^2 - I^2] \Rightarrow 10 = (I+2-I)(I+2+I)$$

$$\Rightarrow 10 = 4 + 4I \Rightarrow I = \frac{3}{2}A$$

$$\xrightarrow[L=0/12\ H]{U=\frac{1}{2}LI^2} U = \frac{1}{2} \times 012 \times (\frac{3}{2})^2$$

$$\Rightarrow U = 006 \times \frac{9}{4} = 0135\,J = 135\,mJ$$

(۲۲) جریان متناوبی که بیشینه آن $2A$ و دوره آن $0/02s$ است، از یک رسانای ۵ اهمی می‌گذرد. به‌ترتیب از راست به چپ، در چه لحظه‌ای برحسب ثانیه، جریان به بیشینه خود می‌رسد و در لحظه $t=\frac{1}{600}s$، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت چند ولت است؟ (در لحظه $t=0$ جریان عبوری از رسانای اهمی صفر است.)

۱) $\frac{1}{100}$ و $5\sqrt{3}$
۲) $\frac{1}{100}$ و ۵
۳) $\frac{1}{200}$ و $5\sqrt{3}$
۴) $\frac{1}{200}$ و ۵

پاسخ: گزینه ۴

گزینه‌ی «۴»

با توجه به رابطه $I=I_m \sin\frac{2\pi}{T}t$، داریم:

$$I_m=2A\ ,\ T=002s\ ,\ \frac{2\pi}{T}=\frac{2\pi}{0/02}=100\pi\frac{rad}{s}$$
$$I=2\sin(100\pi t)$$

در لحظه‌ای که جریان بیشینه می‌شود، داریم:

$$2\sin(100\pi t)=2\Rightarrow \sin(100\pi t)=1$$
$$\Rightarrow 100\pi t=\frac{\pi}{2}\Rightarrow t=\frac{1}{200}s$$

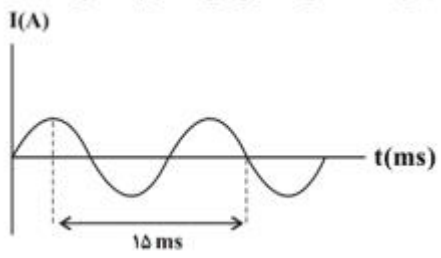
حال در لحظه $t=\frac{1}{600}s$، جریان عبوری از رسانا برابر است با:

$$I=2\sin 100\pi\times\frac{1}{600}=2\times\sin\frac{\pi}{6}=2\times\frac{1}{2}=1A$$

که طبق قانون اهم، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت در این حالت برابر است با:

$$V=RI=5\times 1=5V$$

(۲۳) شکل زیر نمودار جریان متناوبی را نشان می‌دهد که از یک رسانای ۴ اهمی عبور می‌کند. اگر در لحظه $t = 15ms$ نیروی محرکه القایی در این رسانا ۱۶ ولت باشد، بیشینه جریان در این رسانا به ترتیب از راست به چپ، برای اولین بار در چه لحظه‌ای بر حسب میلی‌ثانیه رخ می‌دهد و چند آمپر است؟



۱) ۳ – ۴
۲) ۳ – ۳
۳) ۴ – ۴
۴) ۳ – ۴

پاسخ: گزینه ۱

با توجه به نمودار، می‌توان نوشت:

$$T + \frac{T}{4} = 15ms \Rightarrow \frac{5T}{4} = 15ms \Rightarrow T = 12ms$$

معادله جریان عبوری از رسانا برابر است با:

$$I = I_m \left[\sin\left(\frac{2\pi}{T}\right)t\right]$$

$$\Rightarrow I = \mathrm{I}_m \ \sin\left(\frac{2\pi}{0/012}t\right) \xrightarrow{t=0/015s} I = I_m \sin\left(\frac{5\pi}{2}\right) \ (1)$$

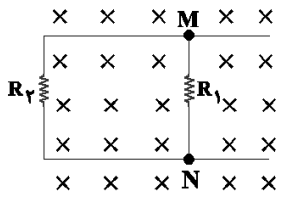
$t = 0/015s$ جریان در لحظه : $\varepsilon = I \times R \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{16}{4} = 4A \ (2)$

$$\xrightarrow{(1)\ ,\ (2)} \mathrm{I}_m = 4A$$

با توجه به نمودار در لحظه $t = \frac{T}{4}$ برای اولین بار ا بیشینه می‌شود:

$$t = \frac{T}{4} = \frac{12ms}{4} = 3ms$$

(۲۴) در شکل مقابل رسانای U شکل درون یک میدان مغناطیسی یکنواخت B که عمود بر صفحه است، قرار دارد اگر $V_M > V_N$ باشد، در این صورت جهت حرکت میله MN و جهت جریان القایی به‌ترتیب از راست به چپ کدام است؟

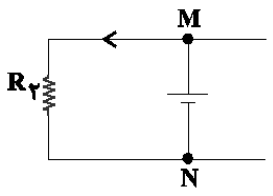


۱) راست، ساعتگرد
۲) چپ، پادساعتگرد
۳) راست، پادساعتگرد
۴) چپ، ساعتگرد

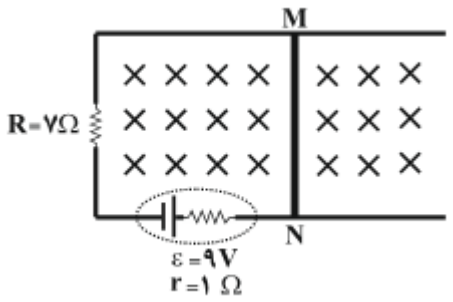
پاسخ: گزینه ۳

گزینه «۳»

با حرکت میله MN شار مغناطیسی عبوری از قاب تغییر می‌کند. بنابراین مطابق قانون لنز جریان حاصل از نیروی محرکه القایی در جهتی است که آثار مغناطیسی ناشی از آن با تغییرات شار مخالفت کند. وقتی میله حرکت می‌کند مانند یک نیروی محرکه عمل می‌کند. در این‌جا چون $V_M > V_N$ است بنابراین M به پایانه مثبت و N به پایانه منفی متصل است. لذا جهت جریان در مدار پادساعتگرد است و با توجه به این‌که میدان مغناطیسی حاصل از آن در خلاف جهت میدان خارجی است مطابق قانون لنز نتیجه می‌گیریم که مساحت قاب در حال افزایش است و بنابراین میله MN به سمت راست حرکت می‌کند.



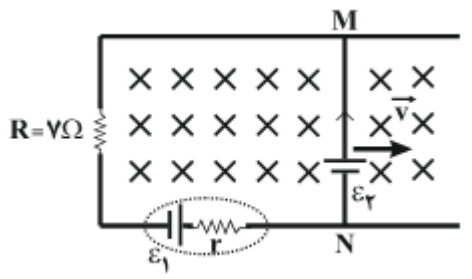
(۲۵) در مدار شکل زیر، میدان مغناطیسی درونسو به بزرگی $0/5T$ بر سطح پیچه عمود است. میله رسانای MN به طول یک متر و مقاومت 2Ω بار اول با تندی ثابت $2\frac{m}{s}$ به‌طرف راست و بار دوم با همین تندی به‌طرف چپ حرکت داده می‌شود. جریان عبوری از مقاومت در حالت دوم نسبت به حالت اول چگونه تغییر می‌کند؟



۱) $0/2A$ افزایش می‌یابد.
۲) $0/2A$ کاهش می‌یابد.
۳) $0/8A$ افزایش می‌یابد.
۴) $0/8A$ کاهش می‌یابد.

پاسخ: گزینه ۲

حالت اول: با توجه به حرکت میله رسانای MN به‌طرف راست و جهت جریان القایی از N به M در میله، نیروی محرکه القایی ε_2 هم‌جهت با مولد ε_1 بوجود می‌آید.



$$\varepsilon_2 = Bv\ell \Rightarrow \varepsilon_2 = 05 \times 2 \times 1 = 1V$$

$$I_1 = \frac{\varepsilon_1+\varepsilon_2}{R_{eq}+r} = \frac{9+1}{7+2+1} = \frac{10}{10} = 1A$$

حالت دوم: با توجه به حرکت میله رسانای MN به‌طرف چپ و جهت جریان القایی از M به N در میله، نیروی محرکه القایی ε_2 در خلاف جهت با مولد ε_1 می‌باشد.

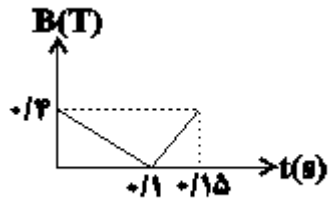
$$I_2 = \frac{\varepsilon_1-\varepsilon_2}{R_{eq}+r} = \frac{9-1}{7+2+1} \Rightarrow I_2 = 08A$$

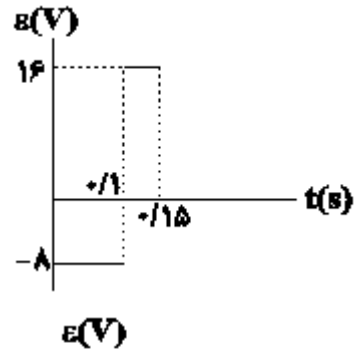
در نتیجه:

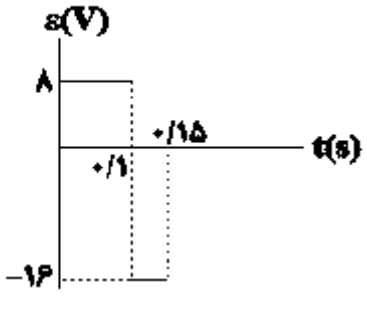
$$\Delta I = 08 - 1 = -02A$$

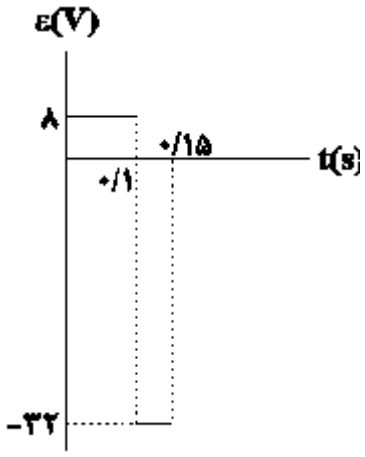
بنابراین جریان عبوری از آن $0/2$ آمپر کاهش می‌یابد.

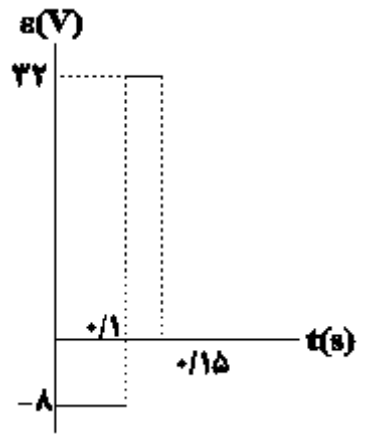
(۲۶) پیچه‌ای دارای 800 حلقه و مساحت سطح هر حلقهٔ آن $25cm^2$ است و طوری در یک میدان مغناطیسی قرار گرفته که خط‌های میدان عمود بر سطح حلقه‌های پیچه‌اند. اگر نمودار میدان مغناطیسی برحسب زمان مطابق شکل زیر باشد، نمودار نیروی محرکهٔ القایی برحسب زمان کدام است؟



۱)


۲)


۳)


۴)


پاسخ: گزینه ۲

گزینهٔ «۲»

با توجه به قانون القای فارادی داریم:

$$\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\varphi}{\Delta t} \xrightarrow{\varphi = AB\cos\theta} \bar{\varepsilon} = -NA\frac{\Delta B}{\Delta t}$$

در بازهٔ ۰ تا ۰/۱s داریم: $\bar{\varepsilon}_1 = -800 \times 25 \times 10^{-4}\frac{0-0/4}{0/1} \Rightarrow \bar{\varepsilon}_1 = 8V$

در بازهٔ ۰/۱ تا ۰/۱۵ ثانیه داریم:

$$\bar{\varepsilon}_2 = -800 \times 25 \times 10^{-4} \times \frac{0/4-0}{0/05} = -16V$$

(۲۷) سطح پیچه‌ای با تعداد حلقه‌های ۱۰۰۰ دور و مساحت مقطع $200cm^2$ که دارای مقاومت الکتریکی 40Ω است، عمود بر خط‌های میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی $0/4T$ قرار دارد. اگر اندازه این میدان در مدت $80ms$ به صفر برسد، توان تلف شده در حلقه چند وات است؟

۱) ۲/۵ ۲) ۲۵۰ ۳) ۵ ۴) ۵۰۰

پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

با استفاده از رابطه قانون القای الکترومغناطیسی فاراده، داریم:

$$\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \xrightarrow{\Delta\Phi = A\Delta B\cos\theta} \bar{\varepsilon} = -NA\frac{\Delta B}{\Delta t}\cos\theta \xrightarrow[B_2=0\ ,B_1=04T\ ,\ \theta=0\ ,\ \Delta t=80ms=80\times10^{-3}s]{N=10^3, A=200cm^2=2\times10^{-2}m^2}$$
$$\bar{\varepsilon} = -10^3\times2\times10^{-2}\times\frac{0-0/4}{80\times10^{-3}}\times\cos0 \Rightarrow \bar{\varepsilon} = 100V$$

حال با توجه به رابطه توان مصرفی در یک مقاومت، داریم:

$$P = \frac{\varepsilon^2}{R} \xrightarrow[R=40\,\Omega]{\varepsilon=100V} P = \frac{(100)^2}{40} = 250W$$

(۲۸) اگر سطح پیچه‌ای از جنس نیکروم به شعاع $10cm$ که شامل ۱۰۰ دور سیم به قطر $2mm$ می‌باشد، عمود بر خط‌های میدانی مغناطیسی که با آهنگ $3\frac{T}{s}$ تغییر می‌کند، قرار گرفته باشد، جریان متوسط القایی در پیچه چند میلی‌آمپر است؟($\rho_{\text{نیکروم}} = 10^{-6}\Omega.m$ و $\pi = 3$)

۱) ۴۵ ۲) ۴۵۰
۳) ۱۲/۵ ۴) ۱۲۵

پاسخ: گزینه ۲

گزینه‌ی «۲»

ابتدا مقاومت سیم را می‌یابیم. به‌همین منظور طول و سطح مقطع سیم را می‌یابیم:

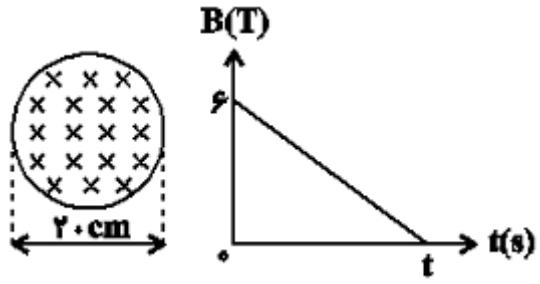
$$\Rightarrow N = \frac{L}{2\pi R} \Rightarrow 100 = \frac{L}{2\pi\times\frac{1}{10}} \Rightarrow L = 20\pi\ m$$

$$A = \pi r^2 = \pi\times(1\times10^{-3})^2 = \pi\times10^{-6}m^2$$
$$R = \rho\frac{L}{A} = 10^{-6}\times\frac{20\pi}{\pi\times10^{-6}} = 20\Omega$$

بنابر قانون القای الکترومغناطیسی فاراده و با توجه به این که سطح پیچه عمود بر خط‌های میدان است، داریم:

$$\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \xrightarrow{\Delta\Phi = A\Delta B\cos0} \bar{\varepsilon} = -NA\frac{\Delta B}{\Delta t} \xrightarrow{\bar{\varepsilon}=\bar{I}R}$$
$$\bar{I} = -\frac{N}{R}A\frac{\Delta B}{\Delta t}$$
$$\Rightarrow \bar{I} = -\frac{100}{20}(\pi R^2)\times3 \Rightarrow \bar{I} = -5\times3\times(10^{-1})^2\times3$$
$$\Rightarrow \bar{I} = 45\times10^{-2}A = 450mA$$

(۲۹) مطابق شکل زیر، از یک پیچه رسانا با ۱۰۰ دور سیم به مقاومت الکتریکی36Ω، میدان مغناطیسی $\vec{B}$ عبور می‌کند. اگر بزرگی میدان مغناطیسی عبوری از پیچه در مدت t ثانیه مطابق نمودار داده شده تغییر کند، بار القاء شده در پیچه طی این مدت چند میلی‌کولن و جهت جریان القایی به چه شکلی است؟$(\pi = 3)$



۱) ۰/۵، ساعتگرد
۲) ۵۰۰، پادساعتگرد
۳) ۰/۵، پادساعتگرد
۴) ۵۰۰، ساعتگرد

پاسخ: گزینه ۴

گزینهٔ «۴»

با توجه به قانون القای الکترومغناطیسی فاراده، می‌توان نوشت:

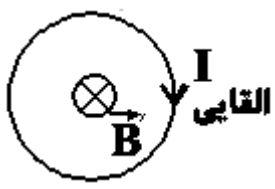
$$\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow \bar{I}\,R = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta q}{\Delta t}R = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow \Delta q = \frac{-N}{R}\Delta\Phi$$

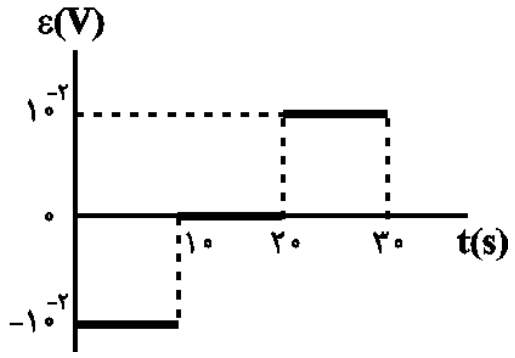
$$\Rightarrow \Delta q = \frac{-N}{R}A\Delta B \Rightarrow \Delta q = \frac{-100}{36} \times 3 \times 0 \times (0-6)$$

$$\Rightarrow \Delta q = \frac{1}{2}C = 500mC$$

جهت جریان القاء شده طبق قانون لنز تعیین می‌شود. چون بزرگی میدان درون‌سوی داخل حلقه در حال کاهش است، پس جریان باید طوری انتخاب شود که میدان درون‌سو تولید کند، یعنی ساعتگرد باشد.



(۳۰) نمودار نیروی محرکه القایی در یک حلقه برحسب زمان در مدت $30s$ مطابق شکل زیر است. تغییر شار مغناطیسی عبوری از این حلقه در مدت $30s$ چند وبر است؟



۱) صفر

۲) 2×10^{-1}

۳) 3×10^{-1}

۴) 10^{-2}

پاسخ: گزینه ۱

گزینهٔ «۱»

با توجه به قانون القای الکترومغناطیسی فاراده $\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$، تغییرات شار را در هر بازه زمانی می‌یابیم. داریم:

$$0 \leq t < 10s \Rightarrow -10^{-2} = -1 \times \frac{\Delta\Phi_1}{10} \Rightarrow \Delta\Phi_1 = 10^{-1}Wb$$

$$10s \leq t < 20s \Rightarrow 0 = -1 \times \frac{\Delta\Phi_2}{10} \Rightarrow \Delta\Phi_2 = 0$$

$$20s \leq t \leq 30s \Rightarrow 10^{-2} = -1 \times \frac{\Delta\Phi_3}{10} \Rightarrow \Delta\Phi_3 = -10^{-1}Wb$$