



نام و نام خانوادگی :

نام و نام خانوادگی :

نام درس :

پایه تحصیلی :

نام آموزشگاه :

نام دبیر :

عنوان آزمون : بانک تست فیزیک سال یازدهم تاریخ برگزاری ۱۴۰۴/۰۵/۰۲

ریاضی (فصل ۴ القای الکترومغناطیس و جریان

متناوب) از سیم‌لوله‌ای به ضریب القاوری 0.4 / 0.4 هانری جریان متناوبی می‌گذرد که معادله آن در SI به صورت $I = 5 \sin(20\pi t)$ است. در بازه زمانی $(0, 0.2s)$ ، چند بار انرژی ذخیره شده در سیم‌لوله 375 mJ می‌شود؟

۸ (۴)

۶ (۳)

۴ (۲)

۲ (۱)

۲ ضریب القاوری سیم‌لوله‌ای آرمانی 20 mH و معادله جریان عبوری از آن برحسب زمان در SI به صورت

$I = 6 \sin 10\pi t$ است. به ترتیب از راست به چپ، در بازه زمانی $t = 0$ s تا $t = \frac{19}{60}$ s، چند بار جهت جریان تغییر

کرده و انرژی ذخیره شده در سیم‌لوله در لحظه $t = \frac{19}{60}$ s چند میلی‌ژول است؟

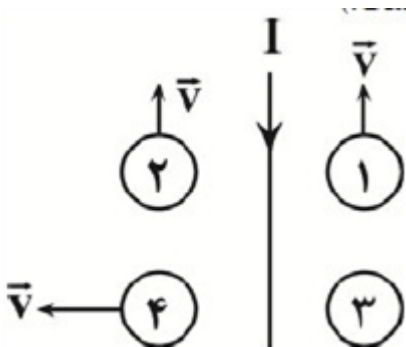
۲۷۰، ۴ (۴)

۲۷۰، ۳ (۳)

۹۰، ۳ (۲)

۹۰، ۴ (۱)

۳ در شکل مقابل، در مجاورت سیم راست حامل جریان الکتریکی I ، سه حلقه ۱، ۲ و ۴ در جهت نشان داده شده در حرکت‌اند و حلقه ۳ ساکن است. در کدام‌یکی از حلقه‌ها، جهت جریان القایی، پادساعتگرد است؟ (جریان الکتریکی ۱ به صورت پیوسته در حال کاهش است.)



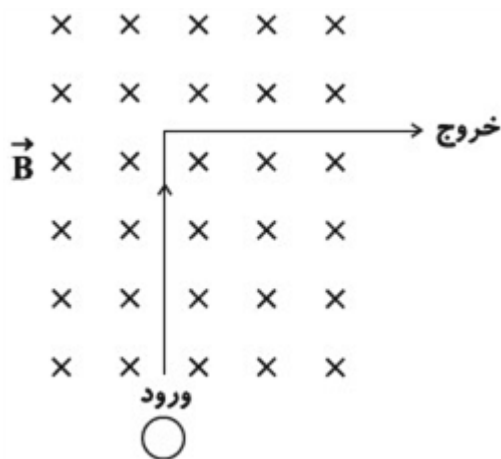
۴ و ۱ (۴)

۳ و ۱ (۳)

۳ (۲)

۴ و ۲ (۱)

۴ مطابق شکل، حلقه‌ای رسانا در مسیر نشان داده شده وارد یک میدان مغناطیسی یکنواخت درون‌سو شده و از سمت راست میدان، خارج می‌گردد. جهت جریان القایی هنگام ورود و خروج از میدان به ترتیب از راست به چپ چگونه است؟



- ۱ ساعتگرد - ساعتگرد
۲ پادساعتگرد - پادساعتگرد
۳ ساعتگرد - پادساعتگرد
۴ پادساعتگرد - ساعتگرد

۵ یکای فرعی یک کمیت فیزیکی $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{A} \cdot \text{s}^2}$ است. یکای آن در SI کدام است؟

- ۱ وِبِر (wb)
۲ ولت (V)
۳ تسلا (T)
۴ پاسکال (Pa)

۶ معادله جریان عبوری از سیم‌لوله‌ای در SI به صورت $I = I_m \sin 100\pi t$ است. اگر در لحظه $t = \frac{1}{120}$ s جریان

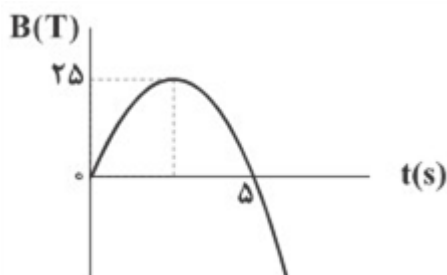
عبوری از سیم‌لوله $2A$ و بیشینه انرژی ذخیره شده در آن $16J$ باشد، در لحظه $t = \frac{1}{300}$ s، چند ژول انرژی در سیم‌لوله ذخیره می‌شود؟

- ۱ ۰/۰۸
۲ ۰/۱۲
۳ ۰/۰۶
۴ ۰/۲۴

۷ پیچه‌ای که ۵۰ حلقه دارد و مساحت هر حلقه آن 100cm^2 است به صورت عمود بر یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی $400G$ قرار دارد. اگر مقاومت الکتریکی پیچه 5Ω باشد و در مدت $2s$ پیچه را از میدان مغناطیسی خارج کنیم، چند آمپر جریان در آن القا می‌شود؟

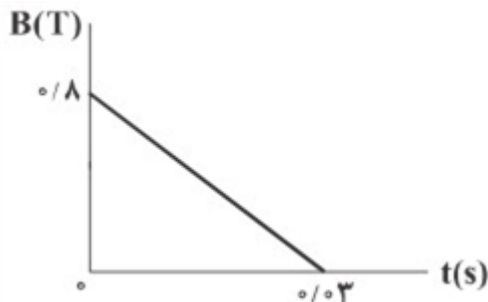
- ۱ ۰/۰۱
۲ ۰/۰۲
۳ ۰/۱
۴ ۰/۲

۸ نمودار تغییرات یک میدان مغناطیسی برحسب زمان که خط‌های آن بر سطح یک قاب مستطیلی‌شکل به مساحت 400cm^2 عمود است. مطابق شکل زیر است. اگر مقاومت این قاب 10Ω اهم باشد، توان الکتریکی مصرفی آن در بازه زمانی $t_1 = 1s$ تا $t_2 = 2s$ تقریباً چند وات است؟



- ۱ ۰/۰۳۲
۲ ۰/۰۱
۳ ۸
۴ ۰/۳۲

۹ سیمی با مقاومت الکتریکی $\frac{0}{2}$ اهم و طول $\frac{2}{4}$ متر به شکل پیچه‌ای مربعی شکل به ضلع 20 cm درآورده شده است. سطح این پیچه عمود بر خطوط میدان مغناطیسی است که شدت آن برحسب زمان، مطابق نمودار زیر تغییر می‌کند. اندازه‌ی جریان القایی متوسط در این پیچه در بازه‌ی زمانی $t_1 = 0$ تا $t_2 = 0/01\text{ s}$ چند آمپر است؟



۴۰ (۴) $\frac{40}{3}$

۸۰ (۳) $\frac{80}{3}$

۱۶ (۲)

۳۲ (۱)

۱۰ از یک سیملوله‌ی بلند که در هر سانتی‌متر طول آن ۱۰۰۰ حلقه وجود دارد، جریان متغیر $I = t^2$ می‌گذرد. یک پیچه تخت به شعاع 2 cm که دارای ۲۰ حلقه است، عمود بر محور سیملوله داخل آن قرار می‌دهیم. بزرگی نیروی محرکه‌ی القایی متوسط ایجاد شده در پیچه در بازه‌ی زمانی $t_1 = 1\text{ s}$ تا $t_2 = 3\text{ s}$ چند میلی‌ولت است؟

$(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}, \pi^2 \approx 10)$

۲۵/۶ (۴)

۱۶ (۳)

۱۲/۸ (۲)

۸/۸ (۱)

۱۱ نسبت شار گذرنده از حلقه‌ای مسطح که سطح آن با خطوط میدان زاویه 30° می‌سازد، به شار گذرنده از حلقه‌ای مسطح که شعاع آن دو برابر شعاع حلقه اولیه و زاویه خط عمود بر سطح آن با خطوط همان میدان 37° است، کدام است؟

$(\cos 37^\circ = 0/8)$

۱ (۴) $\frac{1}{10}$

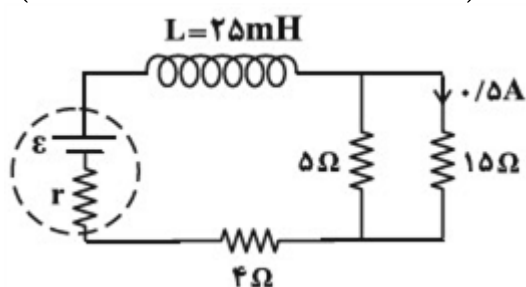
۵ (۳) $\frac{5}{32}$

۵ (۲) $\frac{5}{8}$

۵ (۱) $\frac{5}{2}$

۱۲ در مدار الکتریکی شکل مقابل، مقاومت الکتریکی سیملوله ناچیز است. انرژی ذخیره شده در القاگر چند میلی‌ژول است؟

$(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}, \pi^2 = 10)$



۱۲/۵ (۴)

۲۵ (۳)

۲۰۰ (۲)

۵۰ (۱)

۱۳ در محل یک نیروگاه برق، ولتاژ 5000 V توسط مبدل A به 330000 V تبدیل می‌شود و پس از انتقال به یک شهر، توسط مبدل B این ولتاژ به V تبدیل می‌شود. اگر نسبت تعداد سیم‌پیچ ثانویه به اولیه در مبدل A برابر K_A و در مبدل B برابر K_B باشد، چنانچه $\frac{K_A}{K_B} = 99000$ باشد، V چند ولت است؟

۲۶۰ (۴)

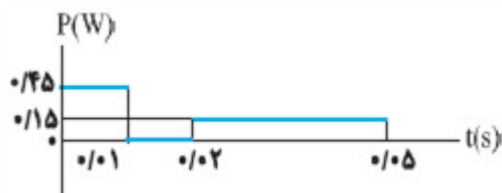
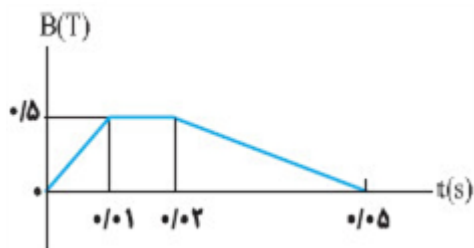
۲۵۰ (۳)

۲۲۰ (۲)

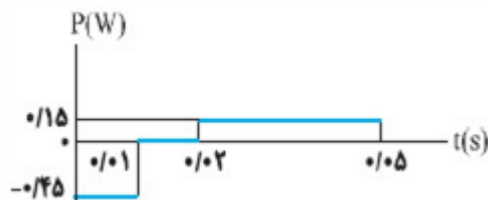
۲۴۰ (۱)

۱۴

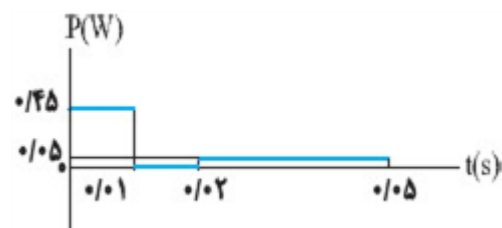
نمودار تغییرات میدان مغناطیسی برحسب زمان، که بر یک حلقه‌ی دایره‌ای به شعاع 10 cm و مقاومت $5\ \Omega$ عمود است، مطابق شکل روبه‌رو است. نمودار آهنگ تولید انرژی گرمایی برحسب زمان در این حلقه کدام است؟ ($\pi \simeq 3$)



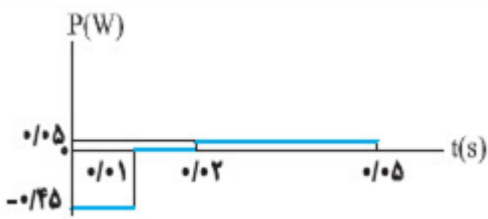
۲



۱



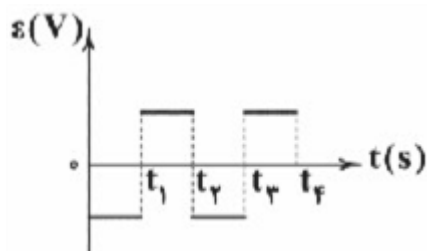
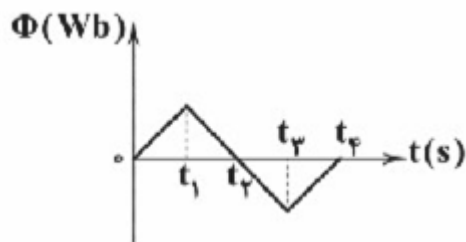
۴



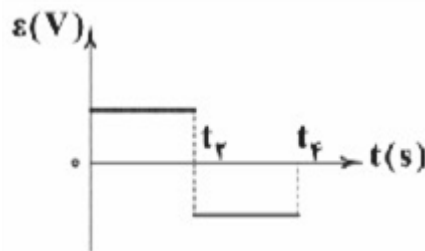
۳

۱۵

نمودار شار مغناطیسی عبوری از حلقه‌ای رسانا برحسب زمان به شکل زیر می‌باشد. کدام گزینه می‌تواند نشان‌دهنده‌ی نمودار نیروی محرکه‌ی القایی ایجادشده در این حلقه باشد؟



۲



۱

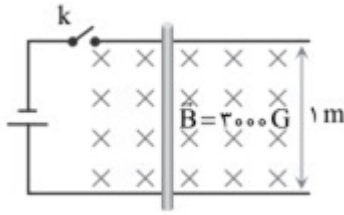


۴

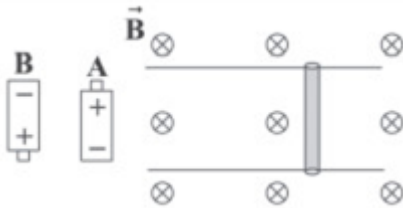


۳

- ۱۶ در شکل مقابل میله با سرعت $4 \frac{m}{s}$ به طرف راست در حرکت است. اگر کلید بسته شود. چند ثانیه بعد میله متوقف می‌شود؟ (جرم میله 100 g و مقاومت مدار فقط ناشی از مقاومت 3 اهمی سیم است.)

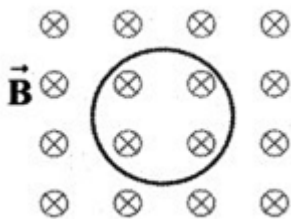


- ۱۷ پیچ‌های به شعاع 4 cm با 100 حلقه عمود بر یک میدان مغناطیسی یک‌نواخت قرار دارد. اگر بزرگی میدان مغناطیسی دربارهی زمانی Δt تغییر کند، اندازه‌ی جریان القایی متوسط ایجاد شده در پیچه 60 mA می‌شود. اگر مقاومت الکتریکی هر حلقه $2/0$ باشد، آهنگ تغییرات بزرگی میدان مغناطیسی چند واحد SI است؟ ($\pi = 3$)
- ۱۸ مطابق شکل زیر، سیم رسانایی به جرم 40 g و طول 20 cm و مقاومت الکتریکی 2 بر روی پایه‌های رسانایی با مقاومت ناچیز در یک میدان مغناطیسی یک‌نواخت به بزرگی 400 G در راستای افقی قرار گرفته است. کدام باتری را با نیروی محرکه‌ی چند ولت به دو پایه‌ی سیم متصل کنیم تا سیم با شتاب $6 \frac{\text{cm}}{\text{s}^2}$ به سمت راست شروع به حرکت کند؟ (نیروهای مقاوم و مقاومت درونی باتری‌ها ناچیز است.)



- ۱۹ سطح پیچۀ مسطحی به شعاع 10 cm که دارای 100 حلقه می‌باشد، به‌طور عمود بر خط‌های میدان مغناطیسی یک‌نواختی که اندازه آن 0.2 T و از راست به چپ می‌باشد، قرار دارد. میدان مغناطیسی در مدت $0.4/0$ ثانیه تغییر می‌کند و به 0.2 T در خلاف جهت اولیه می‌رسد. اندازه نیروی محرکه القایی متوسط در پیچه چند ولت است؟ ($\pi \approx 3$)
- ۲۰ یک حلقه به مساحت 100 cm^2 در یک میدان مغناطیسی به بزرگی 0.4 T عمود بر خطوط میدان قرار دارد. اگر حلقه 180° بچرخد، تغییر شار مغناطیسی گذرنده از حلقه چند وبر خواهد بود؟

۲۱) مطابق شکل زیر، پیچه‌ای که دارای ۲۰۰ حلقه است را عمود بر خطوط میدان مغناطیسی یکنواختی که اندازه‌ی آن 0.8 T و جهت آن به سمت درون صفحه است، قرار می‌دهیم. اگر میدان مغناطیسی در مدت 0.1 s تغییر کرده و به 0.8 T تسلا در خلاف جهت اولیه برسد مساحت هر حلقه‌ی پیچه 50 cm^2 باشد، بزرگی نیروی محرکه‌ی القایی متوسط در پیچه چند ولت و جهت جریان القایی چگونه است؟



۴ پادساعتگرد (۴)

۴ ساعتگرد (۳)

۱۶ پادساعتگرد (۲)

۱۶ ساعتگرد (۱)

۲۲) حلقه‌ای مسی به گونه‌ای در میدان مغناطیسی یکنواخت قرار گرفته است که اندازه‌ی شار مغناطیسی عبوری از آن تقریباً ۳۰ درصد کم‌تر از اندازه‌ی بیش‌ترین شار مغناطیسی عبوری از آن است. زاویه‌ی سطح قاب با خطوط میدان مغناطیسی چند درجه است؟ $\left(\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}, \sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}, \sqrt{3} \approx 1.7, \sqrt{2} \approx 1.4 \right)$

۹۰ (۴)

۴۵ (۳)

۶۰ (۲)

۳۰ (۱)

۲۳) جریان متناوبی با دوره‌ی تناوب ۱۰ میلی‌ثانیه که حداکثر جریان عبوری از آن ۱ است. از رسانایی با مقاومت الکتریکی 5Ω عبور می‌کند. اگر در لحظه‌ی $t = 0$ هیچ جریانی از رسانا عبور نکند، در چه لحظه‌ای برحسب ثانیه، اختلاف پتانسیل دوسر رسانا برای اولین بار برابر با 2.5 V می‌گردد؟

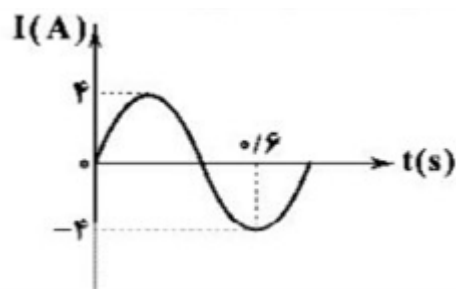
$\frac{1}{1200}$ (۴)

$\frac{1}{600}$ (۳)

$\frac{1}{300}$ (۲)

$\frac{1}{150}$ (۱)

۲۴) نمودار جریان برحسب زمان برای یک مولد جریان متناوب مطابق شکل زیر است. شدت جریان در لحظه‌ی $t = 4 \text{ s}$ چند آمپر است؟



۳ (۴)

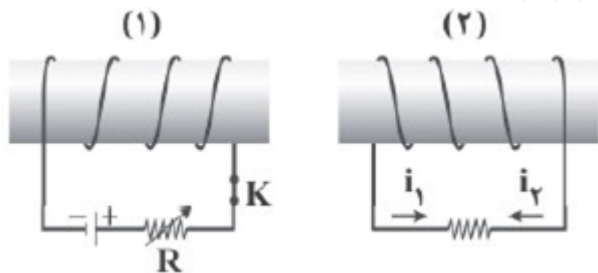
۲ (۳)

۱ (۲)

صفر (۱)

۲۵

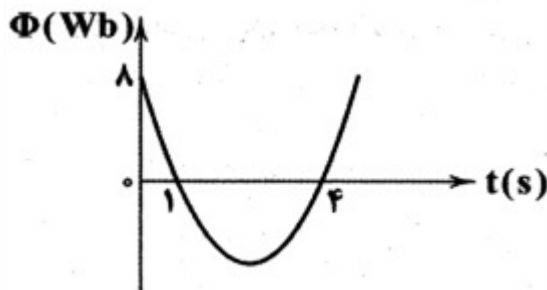
در شکل زیر، سیم‌لوله‌های ۱ و ۲ هم‌محورند. کدامیک از گزینه‌های زیر درست نیست؟



- ۱ اگر کلید K باز شود، جریان القایی در جهت i_2 است.
- ۲ اگر مقاومت رثوستا کم شود، جریان القایی در جهت i_1 است.
- ۳ اگر سیم‌لوله‌ی ۱ را به سیم‌لوله‌ی ۲ نزدیک کنیم، جریان القایی در جهت i_1 است.
- ۴ اگر حلقه‌های سیم‌لوله‌ی ۱ را به هم نزدیک کنیم، جریان القایی در جهت i_2 است.

۲۶

نمودار شار مغناطیسی عبوری از حلقه‌ای که دارای ۵۰ دور سیم به مقاومت الکتریکی $\frac{12}{5} \Omega$ است، یک سهمی مطابق شکل زیر است. شدت جریان القایی متوسط در آن در ۲ ثانیه‌ی اول، چند آمپر است؟



۸ ۴

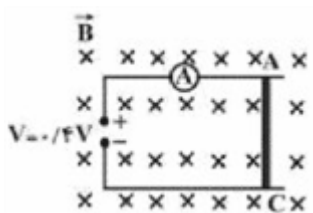
۴ ۳

۲۴ ۲

۶ ۱

۲۷

در شکل زیر، سیم رسانای AC که طول آن ۸۰ cm و مقاومت الکتریکی آن 2Ω است، باید عمود بر خط‌های میدان مغناطیسی یک‌نواخت درون‌سوی $\vec{B}$ به بزرگی $5 T$ با سرعت ثابت متر بر ثانیه و به طرف حرکت کند تا آمپرسنج ایده‌آل عدد صفر را نشان دهد.



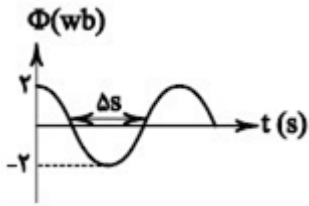
۴ ۱۰، چپ

۳ ۱۰، راست

۲ ۱، چپ

۱ ۱، راست

۲۸ در یک مولد جریان متناوب تک حلقه، در لحظه‌ای که $\Phi = 1 \text{ wb}$ است، اندازه‌ی نیرو محرکه‌ی القایی چند میلی‌ولت است؟ ($\pi \approx 3$)



۶۰۰ $\sqrt{3}$ (۲)

۶۰۰ (۱)

۱۲۰۰ (۴)

۲۰۰ $\sqrt{3}$ (۳)

۲۹ شار مغناطیسی عبوری از یک پیچه با ۱۰۰ دور سیم در SI به صورت $\Phi = 0.4 \cos(2\pi t)$ است. اگر مقاومت پیچه ۶ Ω باشد، در بازه‌ی زمانی $\frac{1}{6}$ تا $\frac{1}{4}$ ثانیه جریان القایی متوسط عبوری از آن چند آمپر است؟

۱۸ (۴)

۶ (۳)

۳ (۲)

۱ (۱)

۳۰ نیم‌خط عمود بر یک صفحه‌ی دایره‌ای به شعاع 0.5 m موازی محور x ها قرار دارد و در میدان مغناطیسی $\vec{B} = 4\vec{i} + 3\vec{j} \text{ (T)}$ قرار گرفته است. شار مغناطیسی عبوری از این صفحه تقریباً چند وبر است؟ ($\pi \approx 3$)

۵/۲۵ (۴)

۳ (۳)

۲/۲۵ (۲)

۳/۷۵ (۱)

۳۱ جریان متناوبی که بیشینه‌ی آن 2 A و دوره‌ی آن 0.02 s است از یک رسانای ۵ اهمی می‌گذرد. در چه لحظه‌ای بزرگی جریان به بیشینه‌ی خود می‌رسد و در لحظه‌ی $t = \frac{1}{600} \text{ s}$ اندازه‌ی جریان چند آمپر است؟

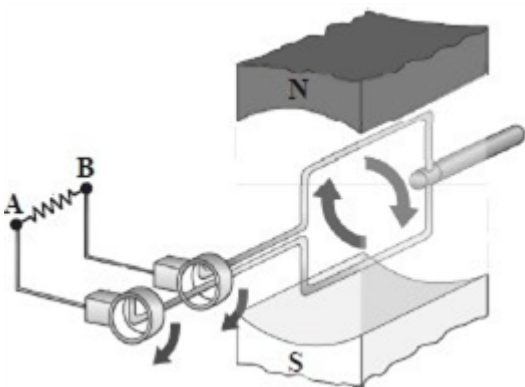
1 A و $\frac{1}{600} \text{ s}$ (۴)

$\sqrt{3} \text{ A}$ و $\frac{1}{600} \text{ s}$ (۳)

1 A و $\frac{1}{100} \text{ s}$ (۲)

$\sqrt{3} \text{ A}$ و $\frac{1}{100} \text{ s}$ (۱)

۳۲ مطابق شکل، یک حلقه‌ی مربعی بین قطب‌های N و S قرار دارد و حلقه در جهت نشان داده شده 180° دوران می‌کند. کدام گزینه جهت جریان عبوری از مقاومت را به درستی بیان می‌کند؟



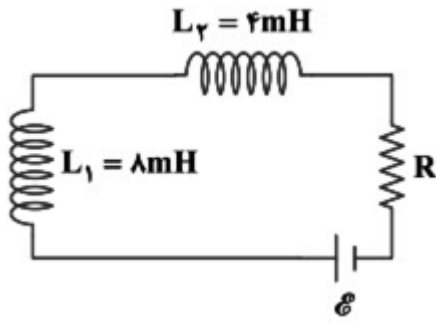
از B به A (۲)

از A به B (۱)

ابتدا از B به A و سپس از A به B (۴)

ابتدا از A به B و سپس از B به A (۳)

۳۳ دو القاگر مطابق شکل، در یک مدار قرار گرفته‌اند. انرژی ذخیره‌شده در القاگر شماره (۲) چند برابر انرژی ذخیره‌شده در القاگر شماره (۱) است؟ (از اثر القای مقابل دو القاگر صرف‌نظر می‌کنیم.)



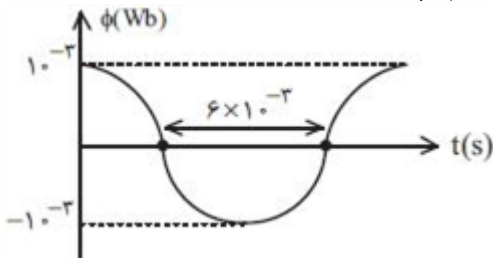
$\frac{1}{4}$ (۴)

$\frac{1}{2}$ (۳)

۲ (۲)

۴ (۱)

۳۴ شکل مقابل نمودار شار مغناطیسی عبوری از هر حلقه‌ی یک پیچه که دارای ۱۰۰ دور است را نشان می‌دهد. در لحظه‌ی $t = 3 \times 10^{-3} s$ اندازه‌ی جریان عبوری از پیچه چند آمپر است؟ (مقاومت کل پیچه برابر ۵ اهم و $\pi \cong 3$ است.)



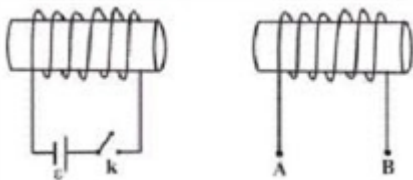
۰/۵ (۴)

۵ (۳)

۱ (۲)

صفر (۱)

۳۵ در شکل زیر کلید k ابتدا باز است. اگر پتانسیل الکتریکی نقطه‌ی A را با V_A و پتانسیل الکتریکی نقطه‌ی B را با V_B نشان دهیم، در هنگام بسته شدن کلید k، کدام گزینه صحیح است؟



$V_A < V_B$ (۲)

$V_A > V_B$ (۱)

بسته به شرایط، هر سه گزینه می‌تواند صحیح باشد. (۴)

$V_A = V_B$ (۳)

۳۶ در یک مولد جریان متناوب، زمانی که بزرگی شار مغناطیسی $\frac{3}{5}$ مقدار بیشینه‌اش است، اندازه‌ی جریان القایی تولید شده چه کسری از بیشینه‌ی جریان است؟

$\frac{1}{2}$ (۴)

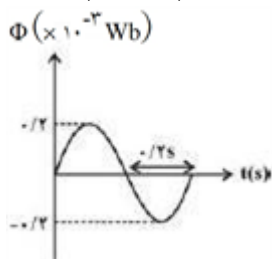
$\frac{\sqrt{3}}{2}$ (۳)

$\frac{3}{5}$ (۲)

$\frac{4}{5}$ (۱)

۳۷

در شکل مقابل، نمودار شار مغناطیسی عبوری از یک سیم‌لوله که ۲۰۰ دور دارد برحسب زمان رسم شده است. اگر مقاومت الکتریکی سیم‌لوله برابر با $\frac{0}{2}$ باشد، بیشینه‌ی جریان القایی عبوری از آن چند آمپر است؟ ($\pi = 3$)



۰/۳ (۴)

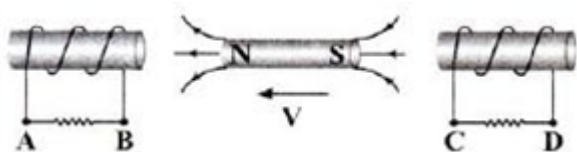
۳ (۳)

۱ (۲)

۰/۲ (۱)

۳۸

در شکل زیر، سیم‌لوله‌ها ثابت‌اند. آهن‌ریا به سمت چپ در حرکت است. جهت جریان القایی در مقاومت‌ها کدام است؟



از D به A و از C به B (۲) از C به D و از A به B (۳) از D به C و از B به A (۴) از C به D و از B به A

۳۹

سیم‌لوله‌ای بدون هسته با سطح مقطع ۱۰ سانتی‌متر مربع و طول $\frac{62}{8}$ سانتی‌متر موجود است. اگر تعداد حلقه‌های

این سیم‌لوله ۱۰۰۰ باشد، ضریب خودالقایی آن چند هانری است؟ ($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{Tm}{A}$)

2×10^{-3} (۴)

2×10^{-1} (۳)

2×10^{-4} (۲)

2×10^{-2} (۱)

۴۰

سیم‌لوله‌ای با ۱۰۰ دور و مساحت سطح مقطع 20 سانتی‌متر مربع عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی قرار دارد. اگر

آهنگ تغییر میدان مغناطیسی $\frac{T}{S}$ $0/08$ و شدت جریان القا شده در سیم‌لوله ۲ میلی‌آمپر باشد، مقاومت الکتریکی

سیم‌لوله چند اهم است؟

۶ (۴)

۸ (۳)

۴ (۲)

۱۲ (۱)

۱

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با استفاده از رابطه انرژی ذخیره شده در القاگر، جریان را به دست می‌آوریم:

$$U = \frac{1}{2} LI^2 \Rightarrow 375 \times 10^{-3} = \frac{1}{2} \times \frac{4}{100} \times I^2 \Rightarrow I^2 = \frac{375}{20} = \frac{75}{4} \Rightarrow I = \pm \frac{5\sqrt{3}}{2} A (*)$$

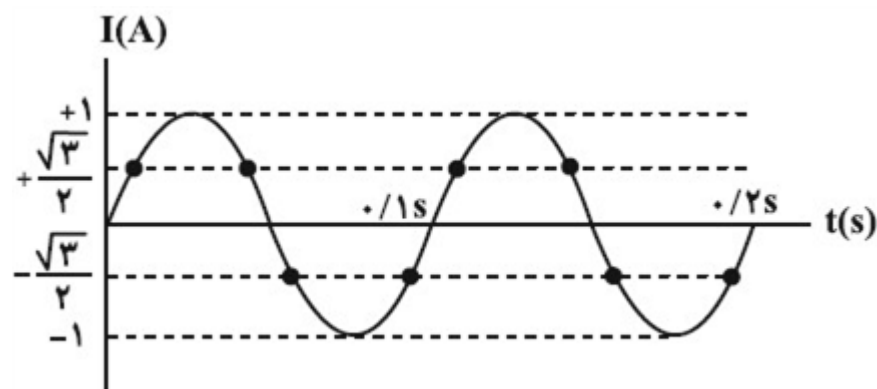
حال (*) را در معادله جریان متناوب جایگذاری می‌کنیم:

$$5 \sin(20\pi t) = \pm \frac{5\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \sin(20\pi t) = \pm \frac{\sqrt{3}}{2} (I)$$

برای حل معادله ۱ و رسم آن باید max، min و T تابع Sin را به دست آوریم.

$$\begin{cases} \max = +1 \\ \min = -1 \\ \frac{2\pi}{T} = 20\pi \Rightarrow T = 0.1 s \end{cases}$$

اکنون نمودار را رسم کرده و نقاط تقاطع را می‌یابیم:



همانطور که می‌بینید ۸ بار این اتفاق می‌افتد.

۲

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. می‌دانیم جهت جریان الکتریکی بعد از هر نیم‌دوره تناوب تغییر می‌کند. بنابراین ابتدا دوره

تناوب و به دنبال آن $\frac{T}{4}$ را می‌یابیم:

$$I = 6 \sin 10\pi t \Rightarrow \frac{2\pi}{T} = 10\pi \Rightarrow T = \frac{2}{10} s \Rightarrow \frac{T}{4} = \frac{1}{10} s$$

اکنون باید مشخص کنیم $\Delta t = \frac{19}{60} - 0 = \frac{19}{60} s$ چند برابر $\frac{T}{4}$ است:

$$\frac{\Delta t}{\frac{T}{4}} = \frac{\frac{19}{60}}{\frac{1}{10}} \Rightarrow \Delta t = \frac{19}{6} \left(\frac{T}{4} \right) \Rightarrow 3 \left(\frac{T}{4} \right) < \Delta t < 4 \left(\frac{T}{4} \right)$$

بنابراین، جهت جریان ۳ بار تغییر می‌کند.

برای محاسبه انرژی ذخیره شده در سیملوله، باید اندازه جریان در لحظه $t = \frac{19}{60} s$ را بیابیم.

$$I = 6 \sin 10\pi t \xrightarrow{t = \frac{19}{60} s} I = 6 \sin 10\pi \times \frac{19}{60} = 6 \sin \frac{19\pi}{6} \xrightarrow{\sin \frac{19\pi}{6} = -\frac{1}{2}}$$

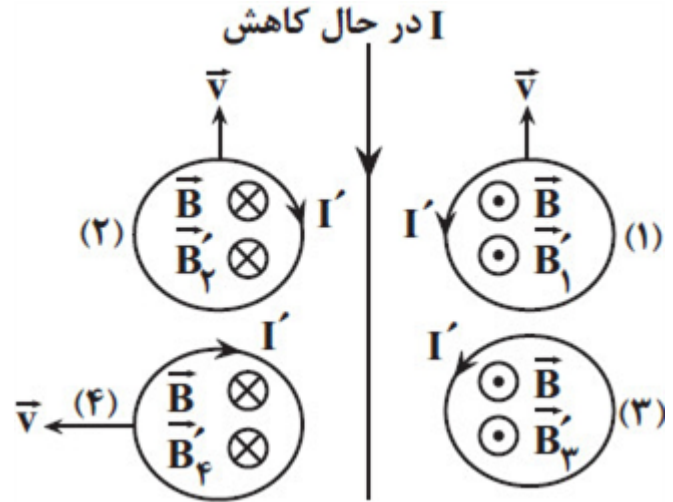
$$I = 6 \times \left(-\frac{1}{2} \right) = -3 A$$

در آخر، انرژی ذخیره شده در سیملوله برابر است با:

$$U = \frac{1}{2} LI^2 \xrightarrow[L = -3 A]{L = 2 mH = 20 \times 10^{-3} H} U = \frac{1}{2} \times 20 \times 10^{-3} \times 9 = 90 \times 10^{-3} J = 90 mJ$$

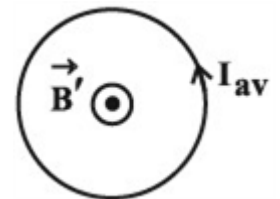
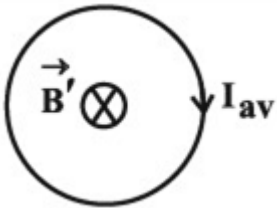
۳

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا با استفاده از قاعده دست راست، جهت میدان مغناطیسی را در دور طرف سیم راست، تعیین می‌کنیم. میدان مغناطیسی در سمت راست سیم برون‌سو $\odot$ در سمت چپ آن درون‌سو $\otimes$ است. چون جریان سیم راست در حال کاهش است، شار مغناطیسی عبوری از هر چهار حلقه نیز در حال کاهش می‌باشد. بنابراین، طبق قانون لنز، در هر چهار حلقه، میدان مغناطیسی هم‌جهت با میدان مغناطیسی سیم راست القا می‌شود تا از کاهش شار مغناطیسی جلوگیری کند. با توجه به شکل و با استفاده از قاعده دست راست، جهت جریان القایی در حلقه‌های ۱ و ۳ پادساعتگرد و در حلقه‌های ۲ و ۴ ساعتگرد است.



۴

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. هنگام ورود حلقه به میدان، شار مغناطیسی عبوری از حلقه در حال افزایش است. در نتیجه با توجه به رابطه $\varepsilon_{av} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ نیروی محرکه القایی و با توجه به رابطه $I_{av} = \frac{\varepsilon_{av}}{R}$ جریان القایی در آن تولید می‌شود. طبق قانون لنز، این جریان در جهتی است که می‌خواهد با عامل تغییر شار مخالفت کند. پس جریان القایی، یک میدان مغناطیسی برون‌سو در حلقه ایجاد می‌کند و باید این جریان پادساعتگرد باشد. اما هنگام خروج حلقه از میدان، شار مغناطیسی در حال کاهش است و جریان القایی، طبق قانون لنز باید یک میدان مغناطیسی درون‌سو ایجاد کند تا از این راه با کاهش شار مخالفت کند. پس جریان ساعتگرد می‌شود.



گزینه ۱ پاسخ صحیح است. $\Phi = BA \cos \theta \Rightarrow [\Phi] = [B][A] \quad (I)$

$$F = BIL \sin \theta \Rightarrow [B] = \frac{[F]}{[I][L]} = \frac{\text{kg} \cdot \frac{m}{s^2}}{A \cdot m} = \frac{\text{kg}}{A \cdot s^2} \quad (II)$$

$$\xrightarrow{I \text{ در } \Pi} [\Phi] = \frac{\text{kg} \cdot m^2}{A \cdot s^2} = \text{Wb}$$

۵

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا با قرار دادن $t = \frac{1}{120} s$ و $I = 2A$ در معادله جریان متناوب، جریان بیشینه در

سیملوله را محاسبه می‌کنیم:

$$I = I_m \sin 100\pi t \Rightarrow 2 = I_m \sin 100\pi \times \frac{1}{120} \Rightarrow 2 = I_m \sin \frac{5\pi}{6}$$

$$\xrightarrow{\sin \frac{5\pi}{6} = \frac{1}{2}} 2 = I_m \times \frac{1}{2} \Rightarrow I_m = 4A$$

اکنون جریان عبوری از سیملوله را در لحظه $t = \frac{1}{300} s$ می‌یابیم:

$$I = 4 \sin 100\pi t \xrightarrow{t = \frac{1}{300} s} I = 4 \sin 100\pi \times \frac{1}{300} = 4 \sin \frac{\pi}{3}$$

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

در آخر انرژی ذخیره شده در سیملوله را در لحظه $t = \frac{1}{300} s$ می‌یابیم:

$$U = \frac{1}{2} LI^2 \xrightarrow{L = \text{ثابت}} \frac{U}{U_m} = \left(\frac{I}{I_m} \right)^2 \xrightarrow{\substack{U_m = 0.16 J \\ I_m = 4A, I = 2\sqrt{3}A}} \frac{U}{0.16} = \left(\frac{2\sqrt{3}}{4} \right)^2 \Rightarrow \frac{U}{0.16} = \frac{3}{4} \Rightarrow U = 0.12 J$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا شار مغناطیسی عبوری از حلقه را قبل از خروج از میدان مغناطیسی می‌یابیم، دقت کنید چون پیچه بر میدان مغناطیسی عمود است، $\theta = 0$ می‌باشد.

$$\Phi_1 = AB_1 \cos \theta \xrightarrow{\substack{A = 100 \times 10^{-6} m^2, \theta = 0 \\ B_1 = 400 \times 10^{-4} T}} \Phi_1 = 100 \times 10^{-6} \times 400 \times 10^{-4} \times \cancel{\cos} (0^\circ)$$

$$\Rightarrow \Phi_1 = 4 \times 10^{-6} \text{ Wb}$$

در حالت دوم که پیچه از میدان مغناطیسی خارج می‌شود، $B_2 = 0$ است، لذا، $\Phi_2 = AB_2 \cos \theta = 0$ خواهد شد. بنابراین، در این حالت، نیروی محرکه القایی را پیدا می‌کنیم:

$$\varepsilon_{av} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \xrightarrow{\substack{N = 50 \\ \Delta t = 0.2 s}} \varepsilon_{av} = -50 \times \frac{0 - 4 \times 10^{-6}}{0.2} = 0.1 V$$

$$I = \frac{\varepsilon_{av}}{R} \xrightarrow{R = 5 \Omega} I = \frac{0.1}{5} = 0.02 A$$

در آخر جریان القایی در پیچه را حساب می‌کنیم:

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به نمودار سؤال میدان برحسب زمان که متعلق به یک تابع درجه‌ی ۲ است، ابتدا معادله‌ی میدان مغناطیسی برحسب زمان را می‌نویسیم:

$$B = at^2 + bt + c$$

$$\xrightarrow{t=0, B=0} c = 0 \Rightarrow B = at^2 + bt$$

$$\xrightarrow{t=5s, B=0} 25a + 5b = 0 \Rightarrow 5b = -25a \Rightarrow b = -5a \quad (1)$$

$$\xrightarrow{t=2/5s \Rightarrow B=25T} 25 = 4/25a + 2/5b \Rightarrow 10 = 2/5a + b \quad (2)$$

$$(1), (2) \Rightarrow 10 = 2/5a - 5a \Rightarrow 10 = -2/5a$$

$$\Rightarrow a = 10 / -2/5 = -25, b = -5 \times (-25) = 125 \Rightarrow B = -25t^2 + 125t$$

بنابراین تغییرات میدان در بازه‌ی زمانی خواسته‌شده برابر است با:

$$\begin{cases} t_1 = 1s \Rightarrow B_1 = -25 + 125 = 100T \\ t_2 = 2s \Rightarrow B_2 = -25 \times 4 + 125 \times 2 = -100 + 250 = 150T \end{cases} \Rightarrow \Delta B = B_2 - B_1 = 150 - 100 = 50T$$

تغییرات شار مغناطیسی عبوری از حلقه در بازه‌ی زمانی خواسته‌شده برابر است با:

$$\Phi = BA \cos \theta \Rightarrow \Delta \Phi = B_2 A \cos \theta - B_1 A \cos \theta = A \cos \theta (\Delta B)$$

$$\Rightarrow \Delta \Phi = 400 \times 10^{-4} \times 1 \times 50 = 20 \times 10^{-2} = 0.2 \text{ Wb}$$

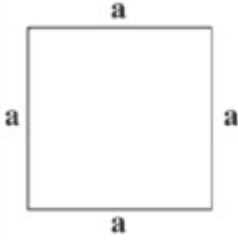
شدت جریان القایی متوسط را با استفاده از رابطه‌ی $\bar{I} = \left| -\frac{N}{R} \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right|$ به صورت زیر محاسبه می‌کنیم:

$$\bar{I} = \left| -\frac{1}{10} \times \frac{0.2}{1} \right| = 0.02 \text{ A}$$

با استفاده از رابطه‌ی $P = RI^2$ توان الکتریکی مصرفی را به دست می‌آوریم:

$$P = 10 \times (0.02 \times 10^{-2})^2 = 10 \times 10 \times 10.24 \times 10^{-6} = 0.01024 \text{ W} \approx 0.01 \text{ W}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا تعداد دورهای پیچه را از تقسیم طول سیم بر محیط یک حلقه ی مربعی شکل به صورت زیر به دست می آوریم:



$$N = \frac{L}{4a} \Rightarrow N = \frac{2/4}{4 \times 0/2} = \frac{2/4}{0/8} = 3$$

با توجه به نمودار که خطی با شیب ثابت است، معادله ی میدان مغناطیسی بر حسب زمان را به صورت زیر می نویسیم و به کمک آن تغییرات شار مغناطیسی گذرنده از پیچه در بازه ی زمانی موردنظر را محاسبه می کنیم:

$$B = at + b$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \xrightarrow{t=0, B=0/8T} 0/8 = b \\ \xrightarrow{t=0/03s, B=0} a \times 0/03 + 0/8 \Rightarrow 0/03a = -0/8 \Rightarrow a = -\frac{0/8}{0/03} = -\frac{8}{3} \\ B = -\frac{8}{3}t + 0/8 \end{cases} \quad \text{بنابراین:}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} t_1 = 0 \Rightarrow B_1 = 0/8T \\ t_2 = 0/01s \Rightarrow B_2 = \frac{-8}{3} \times 0/01 + 0/8 = -\frac{0/8}{3} + 0/8 = \frac{1/6}{3} = \frac{1}{3} = \frac{8}{24}T \end{cases}$$

$$\Rightarrow \Delta B = B_2 - B_1 = \frac{8}{24} - \frac{8}{10} = \frac{16 - 24}{30} = -\frac{8}{30} = -\frac{4}{15}T$$

بنابراین تغییرات شار مغناطیسی گذرنده از پیچه برابر است با:

$$\Delta \Phi = A \cos \theta (\Delta B) = 20 \times 20 \times 10^{-4} \times 1 \times \left(-\frac{4}{15}\right) = -\frac{320}{3} \times 10^{-4} \text{ Wb}$$

شدت جریان القایی متوسط را با استفاده از رابطه ی $\bar{I} = \left| -\frac{N}{R} \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right|$ به صورت زیر محاسبه می کنیم:

$$\bar{I} = \left| \frac{-\frac{3}{0/2} \times -\frac{32}{3} \times 10^{-4}}{0/01} \right| = \frac{320 \times 10^{-4}}{2 \times 10^{-2}} = 160 \times 10^{-1} = 16A$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\varphi = BA \cos \theta, \theta = 0 \Rightarrow \varphi = BA = B \times \pi r^2$$

$$B = \mu_0 n I = \mu_0 n t^2 \Rightarrow \varphi = \mu_0 n t^2 \times \pi r^2$$

$$t_1 = 1s \Rightarrow \varphi_1 = \mu_0 n \times \pi r^2$$

$$t_2 = 3s \Rightarrow \varphi_2 = \mu_0 n \times 9\pi r^2$$

$$\Delta \varphi = 8\mu_0 n \pi r^2$$

$$\vec{\varepsilon} = -\frac{N \Delta \varphi}{\Delta t} = -N \frac{8\mu_0 n \pi r^2}{\Delta t}$$

$$n = \frac{N}{l} = \frac{1000}{10^{-2}} = 10^5$$

$$\vec{\varepsilon} = -20 \times \frac{8 \times 4\pi \times 10^{-7} \times \pi \times 4 \times 10^{-4} \times 10^5}{2} = -128 \times 10^{-4} V$$

$$\left| \vec{\varepsilon} \right| = 128 \times 10^{-4} \times 10^3 = 12/8 mV$$

۱۱

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به رابطه شار مغناطیسی گذرنده از یک سطح بسته، داریم:

$$\Phi = AB \cos \theta \Rightarrow \frac{\Phi_1}{\Phi_2} = \frac{A_1}{A_2} \times \frac{B_1}{B_2} \times \frac{\cos \theta_1}{\cos \theta_2} \xrightarrow[A_2 = \pi r_2^2, \theta_1 = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ]{\theta_2 = 37^\circ}$$

$$\frac{\Phi_1}{\Phi_2} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \times 1 \times \frac{\cos 60^\circ}{\cos 37^\circ} \xrightarrow{r_2 = 2r_1} \frac{\Phi_1}{\Phi_2} = \left(\frac{1}{2}\right)^2 \times 1 \times \frac{1/2}{4/5} = \frac{5}{32}$$

دقت کنید که زاویه بین خط عمود بر سطح حلقه و خطوط میدان در حلقه اول 60° است. $\theta_1 = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$

۱۲

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به برابر بودن اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌های موازی، جریان عبوری از مقاومت

۵ اهمی، برابر با $5A/1$ و در نتیجه جریان عبوری از القاگر برابر با $2A$ است.

$$V_1 = V_2 \Rightarrow I_1 R_1 = I_2 R_2 \Rightarrow 0/5 \times 15 = I_2 \times 5 \Rightarrow I_2 = 1/5 A$$

$$\Rightarrow U = \frac{1}{2} LI^2 = \frac{1}{2} \times 25 \times 10^{-3} \times 1 \Rightarrow U = 50 \times 10^{-3} J = 50 \text{ mJ}$$

۱۳

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

در مدار اولیه $K_A = \frac{N_2}{N_1}$ برابر است با:

$$K_A = \frac{N_2}{N_1} = \frac{33000}{5000} = 66$$

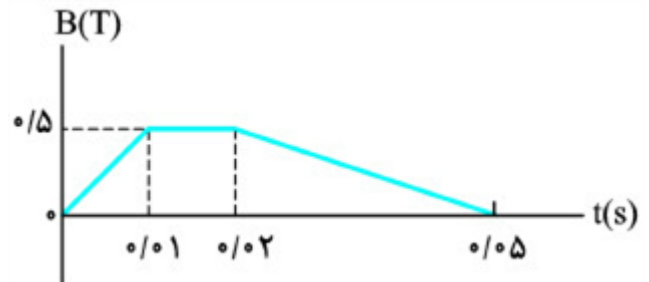
با توجه به فرض مسئله:

$$\frac{K_A}{K_B} = 99000 \Rightarrow \frac{66}{K_B} = 99000 \Rightarrow K_B = \frac{66}{99000}$$

برای مبدل B خواهیم داشت:

$$K_B = \frac{V_{2B}}{V_{1B}} \Rightarrow \frac{66}{99000} = \frac{V}{33000} \Rightarrow V = 220 V$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. در این مسئله نمودار B بر حسب t در ۳ بازه‌ی زمانی داده شده است، می‌خواهیم نمودار آهنگ تولید انرژی گرمایی را بر حسب زمان متناظر آن‌ها رسم کنیم. ابتدا باید دانست آهنگ انرژی همان توان P است، چون R معلوم است از رابطه‌ی $P = \frac{\bar{\varepsilon}^2}{R}$ استفاده می‌کنیم. بنابراین ابتدا $\bar{\varepsilon}$ را در هر بازه یافته، سپس P را حساب می‌کنیم و در نهایت نمودار $P - t$ را رسم می‌کنیم:



برای محاسبه‌ی $\bar{\varepsilon}$ داریم:

$$\bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \xrightarrow{N=1, \text{ ثابت } A} \bar{\varepsilon} = -A \frac{\Delta B}{\Delta t} \xrightarrow{A=\pi r^2 = \pi \times (0.1)^2 = 0.0314 \text{ m}^2}$$

$$\bar{\varepsilon} = -0.03 \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

حال در هر بازه P را حساب می‌کنیم.

$$(\text{بازه } 1, 0 \text{ تا } 0.1): \bar{\varepsilon}_1 = -0.03 \frac{\Delta B}{\Delta t} = -0.03 \times \frac{0.5}{0.1} = -0.15 \text{ V}$$

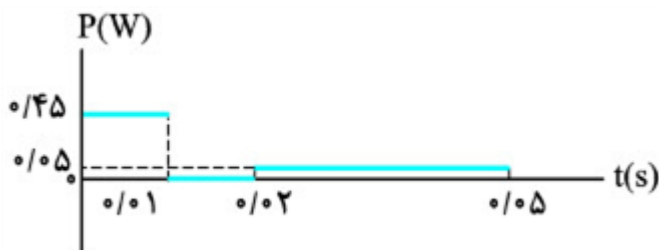
$$P_1 = \frac{\bar{\varepsilon}_1^2}{R} = \frac{(0.15)^2}{5} = 0.45 \text{ W}$$

$$(\text{بازه } 2, 0.1 \text{ تا } 0.2): \frac{\Delta B}{\Delta t} = 0 \Rightarrow P_2 = 0$$

$$(\text{بازه } 3, 0.2 \text{ تا } 0.5): \bar{\varepsilon}_3 = -0.03 \frac{\Delta B}{\Delta t} = -0.03 \times \frac{(0 - 0.5)}{0.3} = 0.15 \text{ V}$$

$$\Rightarrow P_3 = \frac{\bar{\varepsilon}_3^2}{R} = \frac{(0.15)^2}{5} = 0.45 \text{ W}$$

در نهایت چون P در هر بازه ثابت و مقدار مثبتی است، نمودارهای خط افقی و به صورت زیر خواهند بود:



گزینه ۳ پاسخ صحیح است. همان‌طور که می‌دانید طبق رابطه‌ی $\bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ شیب نمودار شار - زمان بیانگر قرینه‌ی نیروی محرکه‌ی القایی می‌باشد، بنابراین در بازه‌ی زمانی صفر تا t_1 که شیب نمودار شار - زمان مثبت می‌باشد، نیروی محرکه‌ی القایی منفی، در بازه‌ی زمانی t_1 تا t_3 که شیب نمودار شار - زمان منفی است، نیروی محرکه‌ی القایی مثبت و در نهایت در بازه‌ی زمانی t_3 تا t_4 که شیب نمودار شار - زمان منفی است، نیروی محرکه‌ی القایی مثبت می‌باشد. بنابراین تنها نمودار رسم شده در گزینه‌ی (۳) می‌تواند درست باشد.

۱۶

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با بستن کلید نیروی محرکه القایی مغناطیسی $\mathcal{E} = BLV = \left(\frac{1}{1.0}\right)(1)(5) = 5 \text{ V}$ معادل $v = 5 \text{ V}$ است.

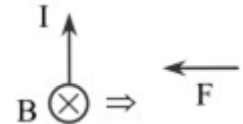
$$I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{5}{3} = \frac{1}{6} \text{ (A)}$$

$$F = ILB = \frac{1}{6} \times 1 \times 3 \dots \times 10^{-4} = \frac{1}{2} \text{ (N)}$$

$$F = ma \Rightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{\frac{1}{2}}{0.1} = \frac{1}{2} \frac{m}{s^2}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$-\frac{1}{2} = \frac{0 - v}{t} \Rightarrow t = 1 \text{ (s)}$$



دقت کنیم که با حرکت کندشونده میله، رفته رفته سرعت و در نتیجه نیرو و شتاب کاهش می یابد. بنابراین زمان توقف بیشتر از 0.8 ثانیه خواهد بود.

۱۷

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. گام اول: مساحت هر حلقه را به دست می آوریم:

$$A = \pi r^2 = \pi (1.6 \times 10^{-4})^2 = 4.8 \times 10^{-8} \text{ m}^2$$

گام دوم: به کمک قانون اهم، بزرگی نیروی محرکه ی القایی متوسط ایجاد شده در پیچ را به دست می آوریم:

$$R_{\text{کل}} = N(R_{\text{هر حلقه}}) = 100(0.2) = 20 \Omega$$

$$|\mathcal{E}| = RI = 20 \times 1.0 \times 10^{-2} = 1/2 \text{ V}$$

گام سوم:

$$|\mathcal{E}| = N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = NA \cos \theta \frac{\Delta B}{\Delta t} \Rightarrow 1/2 = 100(4.8 \times 10^{-8}) \left(\frac{\Delta B}{\Delta t} \right) \Rightarrow \frac{\Delta B}{\Delta t} = 2/5 \left(\frac{T}{s} \right)$$

گام اول: اندازه‌ی نیروی مغناطیسی واردشده به سیم را به دست می‌آوریم:

$$F = ma = 0.4(6 \times 10^{-2}) = 24 \times 10^{-2} \text{ N}$$

دقت کنید: شتاب بر حسب $\frac{\text{cm}}{\text{s}^2}$ داده شده است که باید تبدیل به $\frac{m}{\text{s}^2}$ شود.

گام دوم: به کمک رابطه‌ی نیروی واردشده به سیم، اندازه‌ی جریان الکتریکی عبوری از سیم را پیدا می‌کنیم:

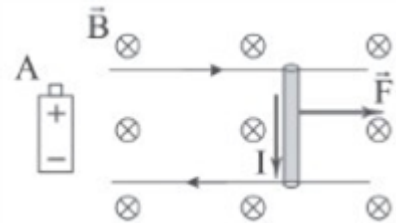
$$F = BIl \sin \alpha$$

$$\Rightarrow 24 \times 10^{-2} = 400 \times 10^{-4} \times I \times 0.2 \times (1) \Rightarrow I = 3 \text{ A}$$

گام سوم: با توجه به این که سیم‌های رابط، مقاومت الکتریکی ندارند، داریم:

$$I = \frac{\varepsilon}{R} \Rightarrow 3 = \frac{\varepsilon}{2} \Rightarrow \varepsilon = 6 \text{ V}$$

گام چهارم: با توجه به این که سیم به سمت راست شروع به حرکت می‌کند، نتیجه می‌گیریم که جهت نیروی وارده به آن به سمت راست و با توجه به قاعده‌ی دست راست، جهت جریان عبوری از آن مطابق شکل زیر، تعیین می‌شود و برای ایجاد جریان در این جهت باید باتری A در مدار قرار بگیرد.



گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا مساحت هر حلقه را به دست می‌آوریم:

$$A = \pi r^2 = 3 \times (0.1)^2 = 0.03 \text{ m}^2$$

اکنون به کمک رابطه‌ی قانون القاوی الکترومغناطیسی فاراده، داریم:

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

$$\Phi = AB \cos \theta \Rightarrow \Delta \Phi = A(B_2 \cos \theta_2 - B_1 \cos \theta_1)$$

$$= A(0.2 \times (-1) - 0.2(1)) = 0.03 \times (-0.4) = -12 \times 10^{-4} \text{ Wb}$$

$$\Rightarrow \bar{\varepsilon} = -100 \times \frac{-12 \times 10^{-4}}{4 \times 10^{-2}} = 3 \text{ V}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با چرخش 180° حلقه، نیم‌خط عمود بر حلقه نیز می‌چرخد، پس اگر در حالت اول زاویه‌ی

بین نیم‌خط و خطوط میدان $\theta_1 = 0^\circ$ باشد، در حالت دوم $\theta_2 = 180^\circ$ خواهد بود.

$$\theta_1 = 0 \Rightarrow \cos \theta_1 = 1$$

$$\theta_2 = 180^\circ \Rightarrow \cos \theta_2 = -1$$

$$|\Phi_2 - \Phi_1| = |BA \cos \theta_2 - BA \cos \theta_1| = BA |\cos \theta_2 - \cos \theta_1|$$

$$\Rightarrow |\Phi_2 - \Phi_1| = 0.4 \times 100 \times 10^{-4} \times |-1 - 1| = 8 \times 10^{-3} \text{ Wb}$$

۲۱

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. برای حل این تست از رابطه‌ی $\varepsilon = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ استفاده می‌کنیم.

$$\theta_1 = 0 \rightarrow \Phi_1 = BA = 0.8 \times 50 \times 10^{-4} = 4 \times 10^{-4} \text{ Wb}$$

$$\theta_2 = 180^\circ \rightarrow \Phi_2 = -BA = -4 \times 10^{-4} \text{ Wb}$$

$$\varepsilon = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -200 \times \frac{(-4 \times 10^{-4}) - (4 \times 10^{-4})}{10^{-2}} = +16 \text{ V}$$

در مدت زمانی که میدان مغناطیسی از 0.8 T به صفر می‌رسد، شار عبوری از پیچه کاهش می‌یابد و براساس قانون لنز سوی میدان‌های مغناطیسی B و B' باید همسو باشند یعنی B' هم درون‌سو باشد که براساس قاعده‌ی دست راست جهت جریان القایی ساعتگرد است.

در مدت زمانی که شار افزایش می‌یابد یعنی میدان مغناطیسی از صفر به 0.8 T می‌رسد (برون‌سو) جهت میدان مغناطیسی B' (القایی) باید درون‌سو باشد، لذا جهت جریان القایی ساعتگرد است.

۲۲

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. هنگامی که در رابطه‌ی $\Phi = BA \cos \theta$ ، زاویه‌ی θ برابر صفر درجه می‌شود، بیش‌ترین شار مغناطیسی ممکن از صفحه‌ی مورد نظر عبور می‌کند. بنابراین داریم:

$$\frac{\Phi}{\Phi_m} = \frac{BA \cos \theta}{BA \cos(0^\circ)} \Rightarrow \frac{\Phi}{\Phi_m} = \cos \theta \xrightarrow{\Phi = \frac{1}{2} \Phi_m}$$

$$\cos \theta = \frac{1}{2} \xrightarrow{\frac{\sqrt{2}}{2} \approx \frac{1}{2} = 0.7} \cos \theta = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \theta = 45^\circ$$

دقت کنید: θ زاویه‌ی بین نیم‌خط عمود بر سطح حلقه و خطوط میدان مغناطیسی است و زاویه‌ی بین خود سطح و خطوط میدان مغناطیسی برابر متمم زاویه‌ی θ است که آن هم 45° می‌شود.

۲۳

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا جریان عبوری از رسانا را محاسبه می‌کنیم:

$$V = IR \Rightarrow 2/5 = 5 \times I \Rightarrow I = 0.4 \text{ A}$$

با توجه به رابطه‌ی جریان متناوب خواهیم داشت:

$$I = I_m \frac{\sin 2\pi t}{T} \Rightarrow 0.4 = 1 \frac{\sin 2\pi t}{10^{-2}} t$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{\sin 2\pi t}{10^{-2}} t \xrightarrow{\text{اولین بار}} 200\pi t = \frac{\pi}{6}$$

$$t = \frac{1}{1200} \text{ s}$$

۲۴

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا با توجه به نمودار جریان، دوره‌ی تناوب را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{3T}{4} = 0.6 \Rightarrow T = 0.8 \text{ s}$$

$$I_{\max} = 4 \text{ A}$$

$$I = I_m \sin\left(\frac{2\pi}{T} t\right) = 4 \sin\left(\frac{2.5\pi}{0.8} t\right) \xrightarrow{t=0.8} I = 4 \sin 10\pi = 0$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. بررسی گزینه‌ها:

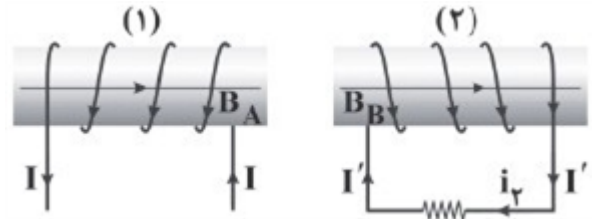
۱) اگر کلید K باز شود، جریان ۱ در سیم‌لوله‌ی ۱ کاهش می‌یابد، پس B_1 نیز کم می‌شود. در نتیجه شار گذرنده از سیم‌لوله‌ی ۲ کاهش یافته و میدان القایی در سیم‌لوله‌ی ۲ (طبق قانون لنز) در جهت B_1 پدید می‌آید و به کمک دستور دست راست جهت جریان القایی در سیم‌لوله‌ی ۲، i_2 می‌شود:

پس نتیجه می‌گیریم که: $I'_{\text{القایی}} = i_1 \Rightarrow I'_{\text{القایی}} : \text{افزایش} \Rightarrow \Phi_2 : \text{کاهش} \Rightarrow I'_{\text{القایی}} = i_2$

۲) با کاهش مقاومت رثوستا، ۱ در سیم‌لوله‌ی ۱ زیاد شده، پس B_1 نیز افزایش یافته و در نتیجه شار گذرنده از سیم‌لوله‌ی ۲، نیز زیاد می‌شود، پس جریان القایی در جهت i_1 است.

۳) با نزدیک کردن سیم‌لوله‌ها، شار گذرنده از سیم‌لوله‌ی ۲ افزایش یافته و جریان القایی در جهت i_1 است.

۴) اگر حلقه‌های سیم‌لوله‌ی ۱ را به هم نزدیک کنیم، با کاهش L ، $B_1 = \mu \cdot \frac{NI}{L_{\downarrow}}$ ، B_1 افزایش یافته و در نتیجه Φ_2 نیز زیاد می‌شود و جریان القایی در جهت i_1 است.



گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا معادله‌ی شار - زمان را به کمک نمودار تعیین می‌کنیم:

$$\Phi = at^2 + bt + c \xrightarrow{c=8} \Phi = at^2 + bt + 8$$

$$\left. \begin{array}{l} \xrightarrow[t=\text{و}]{t=1s} \Phi=0 \\ \xrightarrow[t=\text{و}]{t=4s} \Phi=0 \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{array}{l} a = 2 \\ b = -10 \end{array} \Rightarrow \Phi = 2t^2 - 10t + 8$$

با استفاده از قانون القای فارادی برای محاسبه‌ی شدت جریان القایی متوسط خواهیم داشت:

$$|\bar{I}| = \left| \frac{\bar{\varepsilon}}{R} \right| = \left| -\frac{N}{R} \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| = \left| -\frac{N}{R} \frac{\Phi(2) - \Phi(0)}{2 - 0} \right| \Rightarrow \bar{I} = \left| -\frac{50}{12/5} \times \frac{(-4 - 8)}{2} \right| = 24 \text{ A}$$

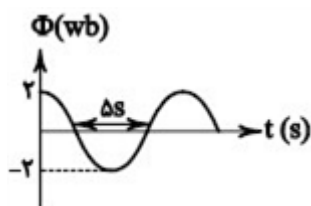
گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. شرط آن که آمپرسنج عدد صفر را نشان دهد آن است که ولتاژ دو سر سیم AC برابر با $\frac{0}{4}$ ولت باشد و جریان القایی در آن در خلاف جهت جریان حاصل از ولتاژ دو سر مولد باشد.

با توجه به رابطه‌ی مربوط به نیروی محرکه‌ی القایی در دو سر سیم متحرک داریم:

$$\varepsilon = Bvl \xrightarrow[B=0.5T, l=0.8m]{\varepsilon=0.4V} 0/4 = 0.5 \times v \times 0.8 \Rightarrow v = 1 \frac{m}{s}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. می‌دانیم معادلات شار - زمان و نیرو محرکه - زمان به شرح زیر است:

$$\begin{cases} \Phi = AB \cos(\omega t + \theta) \Rightarrow \Phi_{\max} = AB \\ \varepsilon = NAB \omega \sin(\omega t + \theta) \Rightarrow \varepsilon_{\max} = NAB \omega \end{cases}$$



ابتدا با توجه به نمودار $\varepsilon_{\max}$ را به دست می‌آوریم:

$$\varepsilon_{\max} = NAB \omega = 1 \times 2 \times \frac{\pi}{5} = \frac{2\pi}{5}$$

$$(\Phi = 1 \text{ wb} \Rightarrow \varepsilon = ?)$$

حال با توجه به معادلات داریم:

$$\begin{cases} \frac{\Phi}{\Phi_{\max}} = \cos \theta = \frac{1}{2} \\ \frac{\varepsilon}{\varepsilon_{\max}} = \sin \theta = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \varepsilon = \frac{\sqrt{3}}{2} \varepsilon_{\max} = \frac{\sqrt{3}}{2} \times \frac{2\pi}{5} \approx 0.6\sqrt{3} \text{ ولت} \Rightarrow \varepsilon = 600\sqrt{3} \text{ mV} \end{cases}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$t_1 = \frac{1}{6} \text{ s} \Rightarrow \Phi_1 = 0.4 \cos\left(2\pi \times \frac{1}{6}\right) = 0.4 \cos \frac{\pi}{3} = 0.2 \text{ Wb}$$

$$t_2 = \frac{1}{3} \text{ s} \Rightarrow \Phi_2 = 0.4 \cos\left(2\pi \times \frac{1}{3}\right) = -0.4 \text{ Wb}$$

$$|\bar{\varepsilon}| = \left| -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = \left| -100 \times \frac{-0.4 - 0.2}{\frac{1}{3} - \frac{1}{6}} \right| = |-100 \times (-0.6)| = 60 \text{ V}$$

$$\bar{I} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} = \frac{60}{20} = 3 \text{ A}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. چون نیم‌خط عمود بر صفحه موازی x ها قرار دارد، مؤلفه $\vec{B}_y$ میدان مغناطیسی با نیم‌خط عمود زاویه 90° می‌سازد، بنابراین شار مغناطیسی عبوری از این صفحه را $\vec{B}_x$ ایجاد می‌کند 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.

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

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

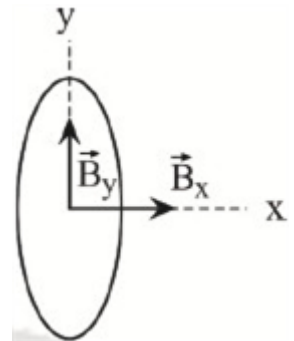
$$\xrightarrow[\substack{B_x=4T \\ R=0.5m}]{\substack{B_x=4T \\ R=0.5m}} \Phi_x = 3 \times (0.5)^2 \times 4 \times 1 \Rightarrow \Phi_x = 3 \text{ Wb}$$

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

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

بنابراین، شار مغناطیسی عبوری از حلقه برابر است با:

$$\Phi = \Phi_x + \Phi_y = 3 + 0 \Rightarrow \Phi = 3 \text{ Wb}$$



گزینه ۴ پاسخ صحیح است. برای حل مسئله ناچاریم معادله جریان را به دست آوریم: برای این کار از معادله کلی جریان یعنی $I = I_m \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$ کمک می‌گیریم، به این صورت:

$$I = I_m \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right) \xrightarrow{I_m=2A, T=0.02s} I = 2 \sin\left(\frac{2\pi}{0.02}t\right) = 2 \sin(100\pi t)$$

برای این‌که بزرگی جریان بیشینه شود باید $\sin(100\pi t) = \pm 1$ گردد. در این صورت زاویه فوق $\frac{\pi}{2}$ یا $\frac{3\pi}{2}$ یا $\frac{5\pi}{2}$... به طور کلی مضرب فردی از $\frac{\pi}{2}$ یا $\frac{\pi}{2}(2n-1)$ خواهد بود. بنابراین داریم:

$$100\pi t = (2n-1)\frac{\pi}{2} \xrightarrow{n=1} t = \frac{1}{200} s$$

دقت کنید یا جایگزینی اعداد ۲، ۳ و ... در n، لحظات دیگر $\frac{3}{200}$ ، $\frac{5}{200}$ و ... ثانیه به دست می‌آید.

برای یافتن جریان در لحظه‌ای خاص، کافی است آن لحظه را در معادله جریان جایگزینی کنیم:

$$t = \frac{1}{200} s \rightarrow I = 2 \sin(100\pi t) \xrightarrow{t=\frac{1}{200}s} I = 2 \sin\left(100\pi \times \frac{1}{200}\right) = 2 \sin \frac{\pi}{2} = 2 A$$

۳۲

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در مدتی که حلقه ۹۰ درجه می‌چرخد (تا وقتی که خط عمود بر صفحه حلقه موازی خطوط میدان شود)، شار مغناطیسی عبوری از حلقه در حال افزایش است و طبق قانون لنز، جهت جریان القایی به گونه‌ای باید باشد که میدان مغناطیسی حاصل از آن تقریباً خلاف جهت میدان شود. لذا طبق قانون دست راست، جهت جریان در مقاومت از A به B است.

وقتی حلقه ۹۰ درجه چرخید، شار عبوری از آن به بیشینه خود می‌رسد؛ لذا از آن لحظه به بعد شار کاهش می‌یابد. در نتیجه طبق قانون لنز، جهت جریان از B به A خواهد بود.

۳۳

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$U = \frac{1}{\gamma} LI^2 \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{L_2}{L_1} \times \left(\frac{I_2}{I_1} \right)^2 \left. \vphantom{\frac{U_2}{U_1} = \frac{L_2}{L_1} \times \left(\frac{I_2}{I_1} \right)^2} \right\} \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{L_2}{L_1} = \frac{4}{8} = \frac{1}{2}$$

$$I_1 = I_2$$

۳۴

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

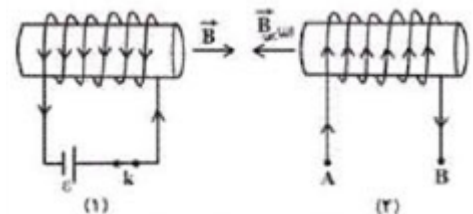
$$\frac{T}{2} = 6 \times 10^{-2} \Rightarrow T = 12 \times 10^{-2} s$$

لحظه‌ی $3 \times 10^{-2} s$ برابر $\frac{T}{4}$ است که در این لحظه جریان القایی عبوری بیشینه است.

$$I_{\max} = \frac{NBA\omega}{R} = \frac{N\phi_{\max}\omega}{R} = \frac{100 \times 10^{-3} \times \frac{2 \times 3}{12 \times 10^{-2}}}{50} = 1 A$$

۳۵

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. با بسته شدن کلید k ، جهت جریان در سیم‌لوله‌ی (۱) مطابق شکل بوده و چون جریان در هنگام بسته شدن کلید رو به افزایش است، شار مغناطیسی آن نیز رو به افزایش بوده و بنابراین شار مغناطیسی عبوری از سیم‌لوله‌ی (۲) نیز افزایش می‌یابد و در این سیم‌لوله، جریان القایی به وجود می‌آید.



این جریان در جهتی است که با افزایش شار مغناطیسی مخالفت کند، بنابراین جریان القایی در سیم‌لوله‌ی (۲) در جهت $V_A > V_B$ نشان داده شده می‌باشد و چون جهت جریان همواره از پتانسیل بیش‌تر به پتانسیل کم‌تر است، بنابراین $V_A > V_B$ خواهد بود.

۳۶

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$\varphi = \varphi_{\max} \cos \omega t \xrightarrow{|\varphi| = \frac{3}{5} |\varphi_{\max}|} |\cos \omega t| = \frac{3}{5} \Rightarrow |\sin \omega t| = \frac{4}{5}$$

$$l = l_{\max} \sin \omega t \Rightarrow \left| \frac{l}{l_{\max}} \right| = |\sin \omega t| = \frac{4}{5}$$

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به شکل داریم:

$$\Phi_{\max} = AB = 0.2 \times 10^{-3} \text{ Wb}$$

$$\frac{T}{2} = 0.2 \Rightarrow T = 0.4 \text{ s}, \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2 \times 3}{0.4} = 15 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

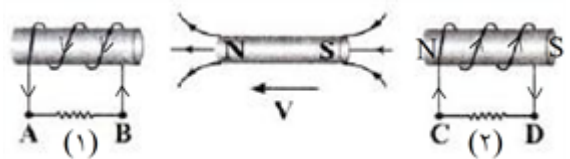
از طرف دیگر بیشینه‌ی نیروی محرکه‌ی القایی برابر است با:

$$\varepsilon_{\max} = NAB\omega \xrightarrow{N=200} \varepsilon_{\max} = 200 \times 0.2 \times 10^{-3} \times 15 \Rightarrow \varepsilon_{\max} = 0.6 \text{ V}$$

بنابراین بیشینه‌ی جریان القایی برابر است با:

$$I_{\max} = \frac{\varepsilon_{\max}}{R} \xrightarrow{R=0.2\Omega} I_{\max} = \frac{0.6}{0.2} \Rightarrow I_{\max} = 3 \text{ A}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. مطابق شکل زیر، با نزدیک شدن آهن‌ربا به سیم‌لوله‌ی (۱) شار درون‌سوی عبوری از آن افزایش یافته و بنابراین طبق قانون لنز، جریان القایی در جهتی در آن القا می‌شود که سمت راست سیم‌لوله‌ی (۱) قطب N القا شود و بنابراین جهت جریان القایی در سیم‌لوله‌ی (۱) از A به B خواهد بود.



با دور شدن آهن‌ربا از سیم‌لوله‌ی (۲)، شار برون‌سوی عبوری از آن کاهش یافته و بنابراین طبق قانون لنز، جریان القایی در جهتی در آن القا می‌شود که سمت چپ سیم‌لوله‌ی (۲) قطب N القا شود و بنابراین جهت جریان القایی در سیم‌لوله‌ی (۲) از D به C خواهد بود.

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

$$L = \frac{\mu_0 N^2 A}{l} = \frac{1 \times (4\pi \times 10^{-7}) (1000)^2 (10 \times 10^{-4})}{\frac{62.8 \times 10^{-2}}{62.8 \times 10^{-1} = (2 \times 3/14) \times 10^{-1}}} = \frac{4\pi \times 10^{-4}}{2\pi \times 10^{-1}} = 2 \times 10^{-3} \text{ H}$$

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

$$\left\{ \begin{aligned} |\varepsilon| &= \left| -N \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} \right| = \left| -NA \cdot \cos \theta \times \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| \xrightarrow{\cos \theta = 1} |\varepsilon| = \left| -NA \times \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| \\ |\varepsilon| &= IR \\ \Rightarrow IR &= NA \left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| \rightarrow I = \frac{NA}{R} \left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| \\ \Rightarrow R &= \frac{NA}{I} \left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| = \frac{100 \times (20 \times 10^{-4})}{2 \times 10^{-3}} \times 0.8 = 100 \times 0.8 = 8\Omega \end{aligned} \right.$$

1	1	2	3	4
2	1	2	3	4
3	1	2	3	4
4	1	2	3	4
5	1	2	3	4
6	1	2	3	4
7	1	2	3	4
8	1	2	3	4
9	1	2	3	4
10	1	2	3	4
11	1	2	3	4
12	1	2	3	4
13	1	2	3	4
14	1	2	3	4
15	1	2	3	4
16	1	2	3	4
17	1	2	3	4
18	1	2	3	4
19	1	2	3	4
20	1	2	3	4
21	1	2	3	4
22	1	2	3	4
23	1	2	3	4
24	1	2	3	4
25	1	2	3	4
26	1	2	3	4
27	1	2	3	4
28	1	2	3	4
29	1	2	3	4
30	1	2	3	4
31	1	2	3	4
32	1	2	3	4

33	1	2	3	4
34	1	2	3	4
35	1	2	3	4
36	1	2	3	4
37	1	2	3	4
38	1	2	3	4
39	1	2	3	4
40	1	2	3	4

