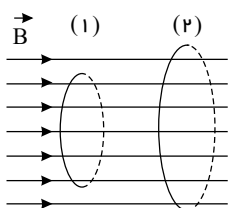




۱- حلقه‌ای به قطر 50 cm در یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی 400 G قرار دارد، به طوری که بردار میدان مغناطیسی با سطح حلقه زاویه 53° می‌سازد. اندازه‌ی شار مغناطیسی عبوری از سطح حلقه چند میلی‌وبر است؟ ($\cos 53^\circ = 0.6$)

- ① 1.8π ② 2π ③ 6π ④ 4π

۲- دو حلقه فلزی، به شعاع‌های $r_1 = r$ و $r_2 = 2r$ عمود بر میدان مغناطیسی یکنواخت \vec{B} قرار گرفته‌اند. در این حالت، شار مغناطیسی عبوری از حلقه دوم چند برابر شار مغناطیسی عبوری از حلقه اول می‌باشد؟



- ① ۲ ② $\frac{1}{2}$
③ ۴ ④ $\frac{1}{4}$

۳- نیم‌خط عمود بر یک صفحه 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؟ ($\pi \approx 3$)

- ① 3.75 ② 2.25 ③ ۳ ④ 5.25

۴- حلقه‌ای به شعاع 10 cm در دستگاه مختصات xy طوری قرار دارد که مرکز آن روی مبدأ مختصات است و بردار نیم‌خط عمود بر سطح آن در جهت محور x می‌باشد. شار مغناطیسی گذرنده از حلقه توسط دو میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}_1 = -0.5\vec{i}$ و $\vec{B}_2 = \vec{j}$ (در SI) برابر با چند وبر است؟ ($\pi = 3$)

- ① صفر ② 0.15 ③ -0.45 ④ -0.15

۵- از یک سیملوله 50 cm حلقه‌ای به طول 6.28 cm جریان الکتریکی 5 آمپر می‌گذرد. اگر قطر حلقه‌های سیملوله $D = \frac{4}{\sqrt{\pi}}\text{ cm}$ باشد و میدان مغناطیسی درون سیملوله را یکنواخت در نظر بگیریم، شار مغناطیسی گذرنده از سیملوله چند وبر است؟ ($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$, $\pi = 3.14$)

- ① 10^{-6} ② 2×10^{-6} ③ 4×10^{-6} ④ 4×10^{-8}

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

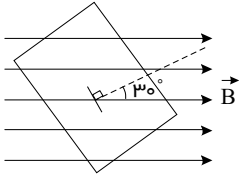
- ① به آن عمود است. ② با آن زاویه 30° می‌سازد. ③ با آن موازی است. ④ با آن زاویه 60° می‌سازد.

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

- ① ۴۵ ② ۶۰ ③ ۹۰ ④ ۳۰



۸- مطابق شکل زیر، حلقهٔ 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، زاویهٔ بین نیم خط عمود بر حلقه و میدان مغناطیسی را چه قدر و چگونه می توان تغییر داد تا شار مغناطیسی عبوری از این حلقه تغییر نکند؟



(۱) افزایش دهیم. 3° ، کاهش دهیم. (۲)

(۳) کاهش دهیم. 15° ، افزایش دهیم. (۴)

(۱) افزایش دهیم. 3°

(۳) کاهش دهیم. 15°

۹- یک حلقهٔ رسانا در میدان مغناطیسی یکنواخت \vec{B} قرار دارد. اگر زاویه ای که بردارهای میدان مغناطیسی با سطح حلقه می سازند، از 37° به 53° تغییر کند، شار مغناطیسی گذرنده از حلقه تقریباً چند درصد تغییر می کند؟ ($\sin 37^\circ = 0.6$)

(۱) ۲۵-

(۲) ۲۵

(۳) ۳۳-

(۴) ۳۳

۱۰- اگر حلقه ای دایره ای 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؟ ($\pi = 3$)

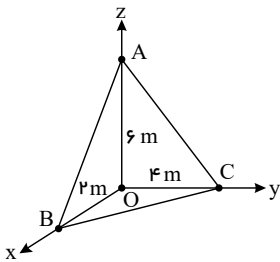
(۱) ۵۶ درصد کاهش می یابد.

(۲) ۲۵ درصد کاهش می یابد.

(۳) ۱۲۵ درصد افزایش می یابد.

(۴) ۳۳ درصد افزایش می یابد.

۱۱- در شکل زیر، صفحهٔ ABC در یک میدان مغناطیسی به بزرگی $2T$ که در امتداد محور x ها است، قرار است. شار مغناطیسی گذرنده از سطح ABC چند وبر است؟



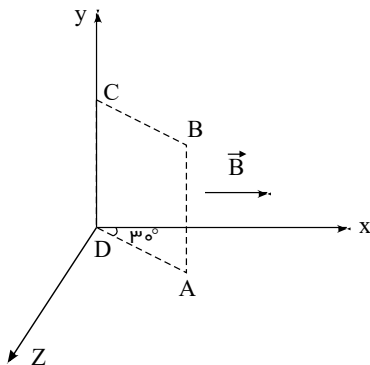
(۱) ۸

(۲) ۱۲

(۳) ۱۵

(۴) ۲۴

۱۲- مطابق شکل داده شده، میدان مغناطیسی یکنواخت \vec{B} به بزرگی $3T$ در جهت مثبت محور x ها در فضای نشان داده شده در شکل برقرار است. شار مغناطیسی ای که از صفحهٔ مستطیلی $ABCD$ به ابعاد $10\text{ cm} \times 5\text{ cm}$ واقع در این میدان مغناطیسی عبور می کند، در SI کدام است؟



(۱) 1.5×10^{-5}

(۲) 7.5×10^{-5}

(۳) $7.5\sqrt{3} \times 10^{-5}$

(۴) $1.5\sqrt{3} \times 10^{-5}$

۱۳- معادلهٔ شار مغناطیسی عبوری از یک پیچه که دارای 1000 حلقه است، در SI به صورت $\phi = (at^2 + bt - 1) \times 10^{-3}$ است. چنانچه شار عبوری از پیچه در لحظهٔ $t = 1\text{ s}$ برابر $10^{-2} Wb$ و نیروی محرکه القایی متوسط در پیچه در ثانیهٔ دوم برابر با $17V$ باشد، a ، b برحسب واحدهای SI کدام اند؟

(۱) $a = 3$ و $b = 8$

(۲) $a = 8$ و $b = 3$

(۳) $a = -2$ و $b = 13$

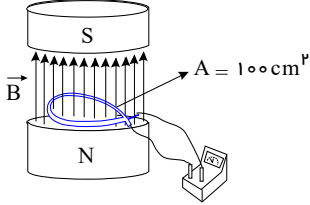
(۴) $a = 7$ و $b = 4$



۱۴- حلقه‌ای به مساحت 20 cm^2 عمود بر خطوط میدان مغناطیسی یکنواختی که معادله آن در SI به صورت $B = t^2 + 2t$ است، قرار دارد. اندازه نیروی محرکه القایی متوسطی که در بازه زمانی $t_1 = 1 \text{ s}$ تا $t_2 = 3 \text{ s}$ در این حلقه ایجاد می‌شود، چند ولت است؟

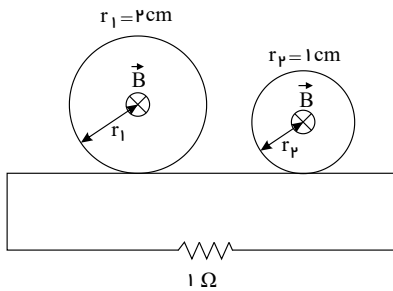
- ① ۰٫۲۴ ② ۰٫۳۶ ③ ۰٫۱۲ ④ ۰٫۱۸

۱۵- مطابق شکل، میدان مغناطیسی بین قطب‌های آهنربای الکتریکی بر سطح حلقه عمود است و بزرگی آن در مدت 15 ms از 15 mT روبه بالا به 30 mT رو به پایین می‌رسد. در این مدت، نیروی محرکه القایی متوسط در حلقه چند میلی‌ولت می‌شود؟



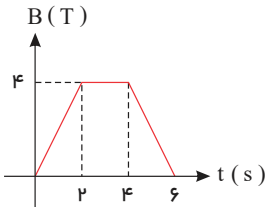
- ① ۳۰ ② ۱۵ ③ ۱۰ ④ ۵

۱۶- در مدار شکل زیر، میدان مغناطیسی درون سو از داخل حلقه‌ها عبور می‌کند و آهنگ تغییر این میدان 10 تسلا بر ثانیه است. جریان عبوری از مقاومت یک اهمی چند میلی‌آمپر می‌شود؟ ($\pi = 3$ و مقاومت حلقه‌ها ناچیز است.)



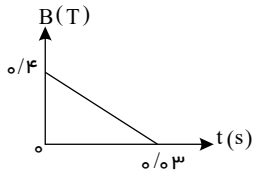
- ① ۳ ② ۹ ③ ۱۲ ④ ۱۵

۱۷- یک حلقه‌ی سیمی به شعاع 2 cm و مقاومت 5Ω عمود بر میدان مغناطیسی یکنواخت \vec{B} که بدون تغییر جهت اندازه‌ی آن مطابق نمودار زیر تغییر می‌کند، قرار گرفته است. در بازه‌ی زمانی $t = 4 \text{ s}$ تا $t = 6 \text{ s}$ ، بزرگی نیروی محرکه‌ی القایی در حلقه چند میلی‌ولت است؟ ($\pi = 3$)



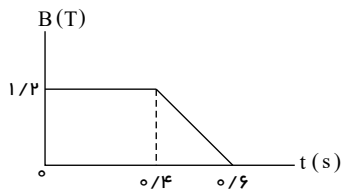
- ① صفر ② ۲۴ ③ ۲٫۴ ④ ۰٫۲۴

۱۸- سیمی با مقاومت الکتریکی 1 ohm و طول 12 cm به شکل مربعی به ضلع 1 cm درآورده شده است. سطح این مربع عمود بر میدان مغناطیسی‌ای است که اندازه آن برحسب زمان مطابق نمودار زیر تغییر می‌کند. اندازه جریان القایی متوسط درون آن در بازه زمانی $t = 0$ تا $t = 0.2 \text{ s}$ چند میلی‌آمپر می‌شود؟



- ① $\frac{4}{3}$ ② ۰٫۴ ③ ۴ ④ $\frac{2}{15}$

۱۹- نمودار شکل زیر، اندازه یک میدان مغناطیسی را که بر سطح پیچه‌ای به مساحت 4 cm^2 عمود است، برحسب زمان نشان می‌دهد. اگر بزرگی نیروی محرکه القایی متوسط در پیچه از لحظه $t_1 = 0.4 \text{ s}$ تا لحظه $t_2 = 0.6 \text{ s}$ برابر با 3 ولت باشد، این پیچه شامل چند دور حلقه است؟



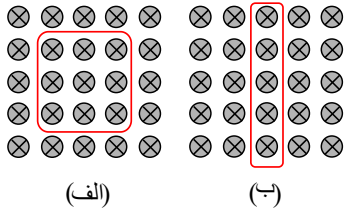
- ① ۲۵ ② ۵۰ ③ ۱۲۵ ④ ۲۵۰



۲۰- پیچهای با ۱۰۰ دور، عمود بر یک میدان مغناطیسی به بزرگی $100G$ قرار دارد. اگر این حلقه کشیده شود و در مدت 0.5 ثانیه مساحت آن 20 درصد کاهش یابد، نیروی محرکه القایی متوسطی برابر $80mV$ در آن القا می شود. مساحت اولیه این حلقه بر حسب سانتی متر مربع کدام است؟

- ۱) ۵۰ ۲) ۵۰۰ ۳) ۲۰ ۴) ۲۰۰

۲۱- سطح حلقه‌ای به مساحت $20cm^2$ مطابق شکل (الف)، عمود بر خط‌های میدان مغناطیسی یکنواخت درون سویی به اندازه $0.6T$ قرار دارد. اگر در بازه زمانی $0.2s$ مطابق شکل (ب)، مساحت آن را به $10cm^2$ برسانیم، آهنگ متوسط تغییر شار در این مدت بر حسب Wb/s کدام است؟



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

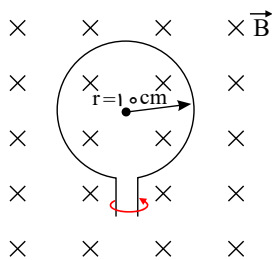
۲۲- سطح حلقه‌ای به شعاع $2cm$ عمود بر خط‌های میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی $\frac{30}{\pi}T$ قرار دارد. اگر شعاع حلقه را در مدت $0.2s$ به $1cm$ برسانیم، نیروی محرکه‌ی القایی متوسط در حلقه چند ولت می شود؟

- ۱) ۳ ۲) ۰.۹ ۳) ۰.۳ ۴) ۹

۲۳- سطح حلقه‌ای به مساحت $4m^2$ بر خط‌های یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی $0.5T$ عمود است. اگر در مدت $0.2s$ حلقه را 180° حول محوری منطبق بر سطح حلقه دوران دهیم، اندازه‌ی نیروی محرکه‌ی القایی متوسط در حلقه چند ولت می شود؟

- ۱) ۰ ۲) ۱۰ ۳) ۱۵ ۴) ۲۰

۲۴- از یک سیم مسی به طول L و سطح مقطع $0.34cm^2$ پیچهای دایره‌ای شکل و به شعاع $10cm$ ساخته‌ایم و مطابق شکل، سطح پیچه را عمود بر خط‌های میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی $0.4T$ قرار داده‌ایم. اگر در مدت $4s$ 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؟ ($\rho_{مس} = 1.7 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$)



- ۱) ۱
 ۲) ۱۰
 ۳) ۴
 ۴) ۴۰

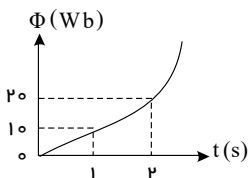
۲۵- سطح حلقه‌ای با مساحت $100cm^2$ و مقاومت الکتریکی 20Ω عمود بر خط‌های میدان مغناطیسی یکنواختی است. اگر در یک بازه زمانی معین، میدان مغناطیسی از $0.32T$ و رو به بالا به $0.14T$ و رو به پایین برسد، بار شارش شده از هر مقطع سیم این حلقه در این مدت چند میکروکولن خواهد شد؟

- ۱) 2.3×10^{-4} ۲) 2.3×10^{-5} ۳) ۲۳ ۴) ۲۳۰

۲۶- شار عبوری از یک حلقه، بار اول در مدت t ثانیه و بار دوم در مدت $\frac{t}{2}$ ثانیه، از صفر تا Φ تغییر می کند، مقدار بار الکتریکی شارش شده در حلقه در حالت اول، چند برابر حالت دوم است؟

- ۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) $\frac{1}{2}$

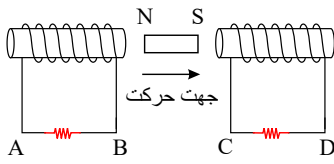
۲۷- نمودار شار عبوری از یک پیچه بسته با 10 دور سیم و مقاومت 20Ω مطابق شکل زیر است. مقدار بار عبوری از یک مقطع مدار در اثر القای لکترومغناطیسی در مدار در ثانیه دوم برابر با چند میکروکولن است؟



- ۱) ۵ ۲) 5×10^6 ۳) ۱ ۴) 1×10^6

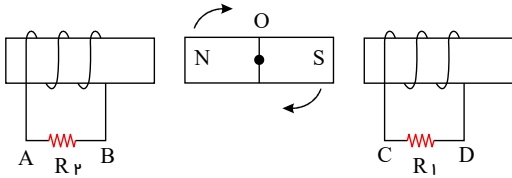


۲۸- در شکل زیر، آهنربا را به سمت راست حرکت می دهیم جهت جریان القایی در مقاومت های AB و CD به ترتیب از راست به چپ چگونه است؟



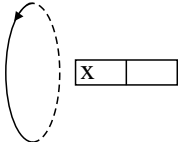
- ① از A به B ، از C به D
- ② از A به B ، از D به C
- ③ از B به A ، از C به D
- ④ از B به A ، از D به C

۲۹- در شکل زیر، سیملوله ها ثابت هستند و آهنربا حول مرکز (نقطه O) به صورت ساعتگرد می چرخد. جهت جریان القایی در مقاومت های R_1 و R_2 هنگام شروع حرکت آهنربا کدام است؟



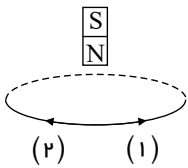
- ① از D به C و از A به B
- ② از C به D و از A به B
- ③ از D به C و از B به A
- ④ از C به D و از B به A

۳۰- در شکل زیر آهنربا در کنار حلقه‌ی رسانا حرکت می کند و در حلقه جریانی در جهت نشان داده شده القا می شود. کدام گزینه درباره‌ی قطب x آهنربا و جهت حرکت آن درست است؟



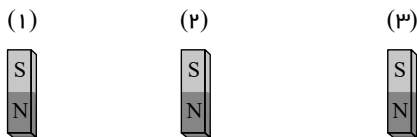
- ① N ، \rightarrow
- ② S ، \rightarrow
- ③ N ، \leftarrow
- ④ بسته به شرایط گزینه‌های ۲ و ۳ می تواند درست باشد.

۳۱- مطابق شکل مقابل، آهنربایی میله‌ای در حال سقوط درون یک حلقه‌ی رسانا است. به ترتیب از راست به چپ هنگام ورود و خروج آهنربا از درون حلقه، جهت جریان القایی در حلقه مطابق با کدام یک از جهت‌های نشان داده شده خواهد بود؟

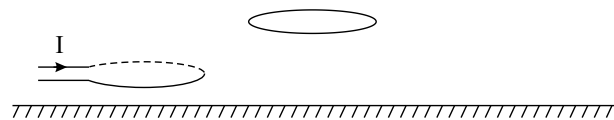


- ① ۱، ۱
- ② ۲، ۱
- ③ ۱، ۲
- ④ ۲، ۲

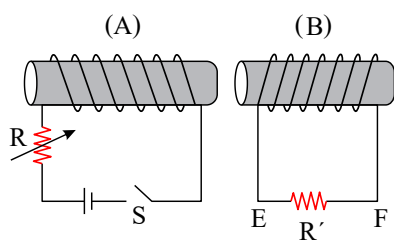
۳۲- در شکل زیر، سه آهنربای میله‌ای مشابه به طور قائم از ارتفاع معینی از سطح زمین رها می شوند به طوری که آهنرباهای (۱) و (۲)، از درون حلقه می گذرند. و حلقه‌ی دارای جریان در نزدیکی سطح زمین قرار دارد. اگر تندی برخورد آهنرباهای (۱)، (۲) و (۳) با زمین به ترتیب با v_1 ، v_2 و v_3 نشان داده شود، کدام مقایسه درست است؟ (از اثر جریان القایی در حلقه شامل جریان I صرف نظر کنید).



- ① $v_3 < v_2 < v_1$
- ② $v_2 = v_3 > v_1$
- ③ $v_2 = v_3 < v_1$
- ④ $v_2 < v_3 < v_1$



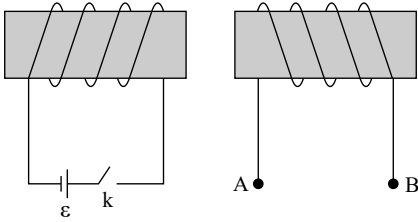
۳۳- مطابق شکل زیر، دو سیملوله A و B مقابل یکدیگر قرار دارند. در کدام یک از موارد زیر جریان القا شده در مقاومت R' از E به F خواهد بود؟



- ① لحظه وصل کلید
- ② لحظه قطع کلید
- ③ با بسته بودن کلید، دو سیم پیچ را به هم نزدیک کنیم.
- ④ با بسته بودن کلید، مقاومت R را کم کنیم.



۳۴- در شکل زیر، اگر پتانسیل الکتریکی نقطه A را با V_A و پتانسیل الکتریکی نقطه B را با V_B نشان دهیم، در لحظه بستن کلید k کدام گزینه صحیح است؟



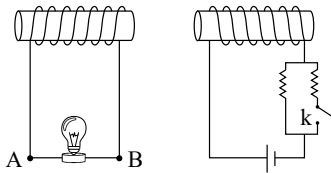
۱) $V_A < V_B$

۲) $V_B < V_A$

۳) $V_A = V_B$

۴) هر سه گزینه می تواند صحیح باشد.

۳۵- در شکل زیر، با بستن کلید k ، جهت جریان القایی عبوری از لامپ از است و با گذشت زمان نور این لامپ باشد.



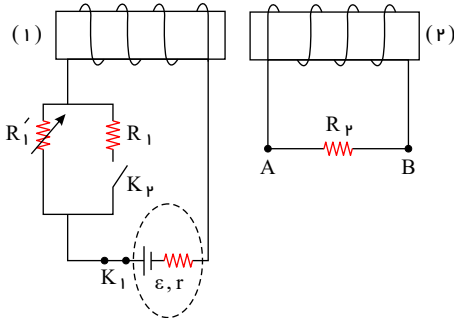
۱) A به B - کاهش می یابد.

۲) A به B - ثابت می ماند.

۳) B به A - کاهش می یابد.

۴) A به B - ثابت می ماند.

۳۶- با توجه به شکل زیر، کدام گزینه در مورد جهت جریان القایی در مقاومت R_p نادرست بیان شده است؟ (در ابتدا کلید K_1 بسته و کلید K_2 باز می باشد.)



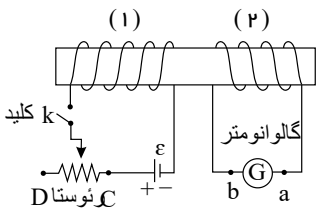
۱) در لحظه قطع کلید K_1 ، جهت جریان القایی در R_p از A به B است.

۲) وقتی مقاومت رئوستا (R_1') در حال کاهش باشد، جهت جریان القایی در R_p از B به A است.

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

۴) وقتی سیملوله (1) به سمت راست حرکت می کند، جهت جریان القایی در R_p از B به A است.

۳۷- با توجه به مدار شکل زیر که شامل دو القاگر مجاور هم است، در کدام حالت، جریان القایی در گالوانومتر از a به b خواهد بود؟



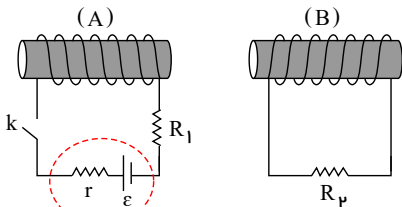
۱) لحظه وصل کلید k

۲) حرکت لغزنده رئوستا از C به طرف D در حالتی که کلید k وصل است.

۳) لحظه قطع کلید k

۴) دور کردن حلقه (1) از حلقه (2) در حالتی که کلید k وصل است.

۳۸- مطابق شکل مقابل در کدام حالت یا حالتها جریان القایی در مقاومت R_p به سمت راست است؟ حالت



۱: لحظه وصل کلید

حالت ۲: هنگامی که کلید وصل است، مقاومت R_1 کاهش یابد.

حالت ۳: هنگامی که کلید وصل است، سیملوله B به سمت راست حرکت کند.

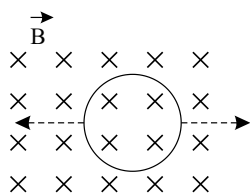
۴) حالت ۲ و ۳

۳) حالت ۱ و ۳

۲) حالت ۱ و ۲

۱) حالت ۳

۳۹- مطابق شکل زیر، یک حلقه رسانا در میدان مغناطیسی یکنواخت \vec{B} قرار دارد. اگر این حلقه را از دو طرف بکشیم، کدام گزینه صحیح است؟



۱) جریان الکتریکی ساعتگرد در حلقه القا می شود.

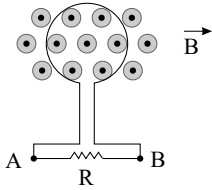
۲) جریان الکتریکی پادساعتگرد در حلقه القا می شود.

۳) در ابتدا جریان الکتریکی ساعتگرد و سپس پادساعتگرد در حلقه القا می شود.

۴) جریانی در حلقه القا نمی شود.

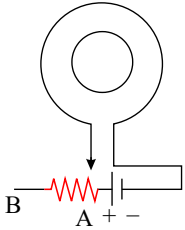


۴۰- شکل زیر، سطح یک حلقه فلزی را عمود بر خطوط یک میدان مغناطیسی که اندازه آن متغیر است، در لحظه $t = 0$ نشان می‌دهد. اگر معادله شار مغناطیسی‌ای که از حلقه می‌گذرد در SI ، به صورت $\Phi = t^2 - 16$ باشد، جهت جریان القایی در مقاومت R در لحظه $t = 2s$ چگونه است و در ثانیه دوم بزرگی نیروی محرکه القایی متوسط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



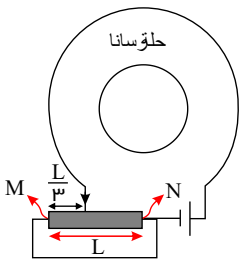
- ۱) از A به B ، ۳
- ۲) از B به A ، ۱۲
- ۳) از B به A ، ۳
- ۴) از A به B ، ۱۲

۴۱- اگر در مدار شکل زیر، لغزنده را از A به سمت B حرکت دهیم، در این صورت نوع تغییر شار عبوری از حلقه رسانای داخلی و جهت جریان القایی در آن به ترتیب از راست به چپ کدام است؟



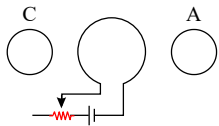
- ۱) کاهش - ساعتگرد
- ۲) کاهش - پادساعتگرد
- ۳) افزایش - ساعتگرد
- ۴) افزایش - پادساعتگرد

۴۲- در شکل زیر لغزنده رئوس را بر روی یک سیم دارای مقاومت به طول L قرار دارد. اگر لغزنده را از فاصله $\frac{L}{3}$ از نقطه M به فاصله $\frac{L}{3}$ از نقطه N حرکت دهیم، جهت جریان القایی در حلقه رسانا مطابق کدام گزینه است؟



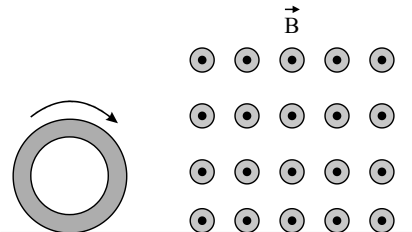
- ۱) پیوسته ساعتگرد
- ۲) ابتدا ساعتگرد سپس پادساعتگرد
- ۳) ابتدا پادساعتگرد سپس ساعتگرد
- ۴) پیوسته پادساعتگرد

۴۳- در شکل زیر هر سه حلقه در صفحه کاغذ قرار دارند. اگر لغزنده رئوس را به سمت چپ حرکت دهیم، جهت جریان‌های القایی در حلقه‌های A و C به ترتیب از راست به چپ چگونه خواهد شد؟



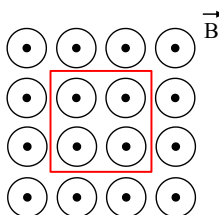
- ۱) ساعتگرد، ساعتگرد
- ۲) پاد ساعتگرد، پاد ساعتگرد
- ۳) ساعتگرد، پاد ساعتگرد
- ۴) پاد ساعتگرد، ساعتگرد

۴۴- مطابق شکل، یک حلقه رسانای غلطان با تندی ثابت وارد میدان مغناطیسی یکنواخت برون‌سویی می‌شود. جهت جریان القایی در حلقه به ترتیب هنگام ورود به میدان مغناطیسی و هنگام خروج از آن چگونه است؟



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

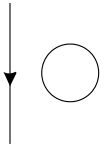
۴۵- مطابق شکل زیر، سطح قابی عمود بر خط‌های میدان مغناطیسی برون‌سویی قرار دارد. اگر بزرگی میدان مغناطیسی به تدریج کاهش یابد تا به صفر برسد و سپس خلاف جهت میدان اولیه شروع به افزایش کند، جهت جریان القایی در این حلقه چگونه خواهد بود؟



- ۱) ابتدا ساعتگرد و سپس پادساعتگرد
- ۲) ابتدا پادساعتگرد و سپس ساعتگرد
- ۳) پیوسته ساعتگرد
- ۴) پیوسته پادساعتگرد

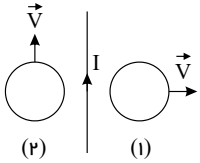


۴۶- در شکل زیر اگر جریان گذرا از سیم راست و بلند کاهش یابد، جهت جریان القایی در حلقهٔ رسانا، است و اگر جریان I ثابت بماند و حلقهٔ رسانا را به سمت راست حرکت دهیم، جهت جریان القایی در حلقه می‌شود.



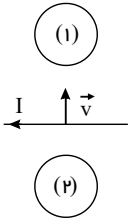
- ۱ ساعتگرد، ساعتگرد
 ۲ ساعتگرد، پادساعتگرد
 ۳ پادساعتگرد، ساعتگرد
 ۴ پادساعتگرد، پادساعتگرد

۴۷- دو حلقهٔ رسانا در نزدیکی یک سیم مستقیم و بلند حامل جریان ثابت I قرار دارند. این دو حلقه با تندی یکسان، ولی در جهت‌های متفاوت یکی عمود بر جهت جریان سیم و دیگری موازی جهت جریان سیم مطابق شکل زیر حرکت می‌کنند. جهت جریان القایی در حلقه‌های (۱) و (۲) به ترتیب از راست به چپ چگونه است؟



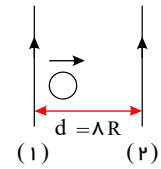
- ۱ ساعتگرد - پادساعتگرد
 ۲ ساعتگرد - جریانی القا نمی‌شود.
 ۳ پادساعتگرد - جریانی القا نمی‌شود.
 ۴ پادساعتگرد - ساعتگرد

۴۸- در شکل مقابل، اگر سیم دراز حامل جریان I را به طرف بالا حرکت دهیم، جهت جریان القایی در حلقه‌ها چگونه است؟



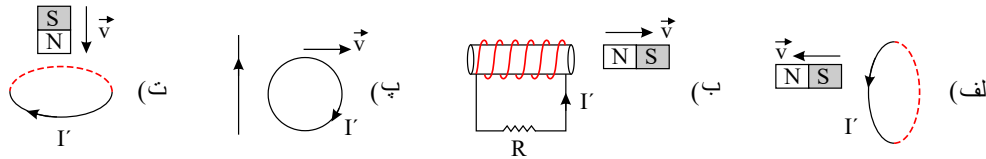
- ۱ حلقه (۱) ساعتگرد، حلقه (۲) پادساعتگرد
 ۲ حلقه (۱) پادساعتگرد، حلقه (۲) ساعتگرد
 ۳ هر دو حلقه ساعتگرد
 ۴ هر دو حلقه پادساعتگرد

۴۹- از دو سیم موازی، نازک و بلند جریان‌های مساوی و در یک جهت عبور می‌کند. اگر مطابق شکل مقابل حلقه‌ای به شعاع R را از مجاورت سیم (۱) تا مجاورت سیم (۲) به طور یکنواخت منتقل کنیم، جهت جریان القایی در حلقه در چه جهتی خواهد بود؟ (دو سیم حامل جریان و حلقه در صفحه‌ی کاغذ قرار دارند.)



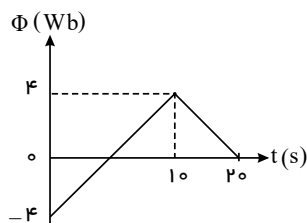
- ۱ ابتدا ساعتگرد سپس پادساعتگرد
 ۲ ساعتگرد
 ۳ پادساعتگرد
 ۴ ابتدا پادساعتگرد سپس ساعتگرد

۵۰- در چند مورد جهت جریان القایی I' در حلقه و سیملوله درست رسم شده است؟



- ۱
 ۲
 ۳
 ۴ صفر

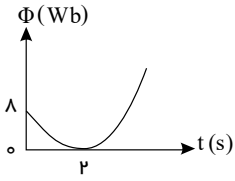
۵۱- نمودار تغییرات شار مغناطیسی عبوری از یک حلقه نسبت به زمان مطابق شکل زیر است. اندازهٔ نیروی محرکهٔ القایی متوسط در بازهٔ زمانی بین $t = 12s$ تا $t = 18s$ و اندازهٔ نیروی محرکهٔ القایی متوسط در بازهٔ زمانی بین $t = 8s$ تا $t = 2s$ به ترتیب از راست به چپ چند ولت است؟



- ۱ ۰٫۸۰۵/۴
 ۲ ۰٫۴۰۵/۸
 ۳ ۰٫۴۰۵/۲
 ۴ ۰٫۲۰۵/۴

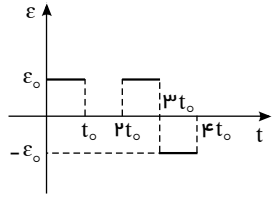
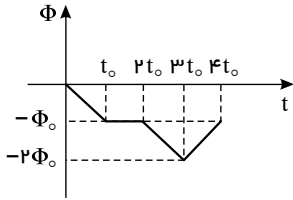


۵۲- نمودار شار مغناطیسی عبوری از یک حلقه بر حسب زمان به صورت سهمی زیر است. نیروی محرکه القایی متوسط در دو ثانیه دوم چند ولت است؟

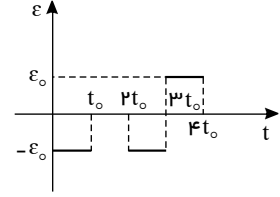


- ۱) ۲
- ۲) ۴
- ۳) -۴
- ۴) -۲

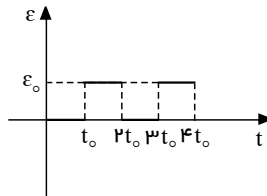
۵۳- شکل زیر، نمودار شار مغناطیسی عبوری از یک پیچۀ مسطح بر حسب زمان را نشان می‌دهد. کدام گزینه می‌تواند نمودار نیروی محرکه القایی در این پیچۀ مسطح بر حسب زمان باشد؟



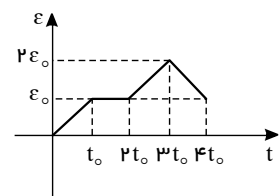
۲



۱

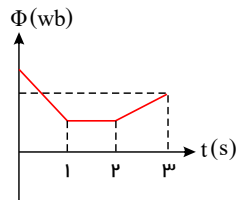
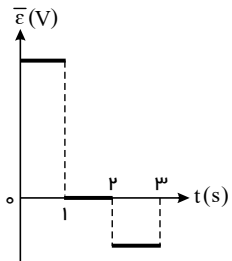


۴

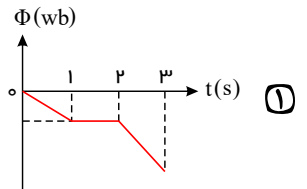


۳

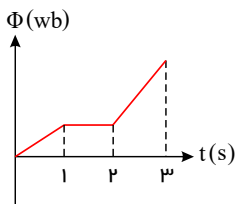
۵۴- نمودار تغییرات نیروی محرکه القایی متوسط در یک حلقه بر حسب زمان، به صورت شکل زیر است. کدام یک از گزینه‌های زیر می‌تواند نمودار تغییرات شار مغناطیسی گذرنده از این حلقه بر حسب زمان باشد؟



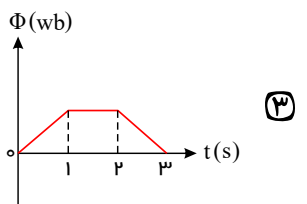
۲



۱



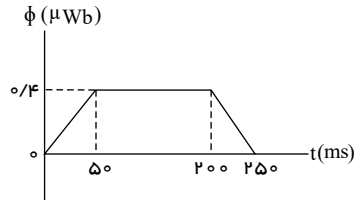
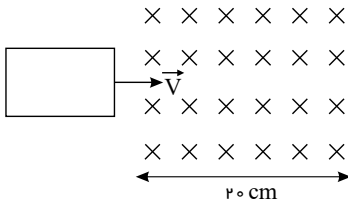
۴



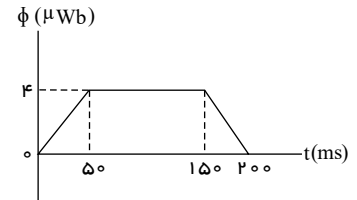
۳



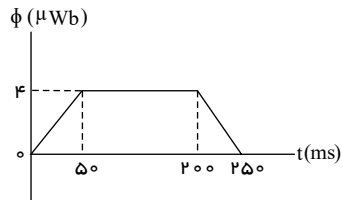
۵۵- مطابق شکل زیر، قاب فلزی مستطیل شکلی به ابعاد $4\text{cm} \times 5\text{cm}$ با تندی ثابت 1m/s به طور عمود بر خط‌های میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی 2G وارد آن می‌شود و از طرف دیگر آن خارج می‌شود. نمودار تغییرات شار مغناطیسی ناشی از میدان خارجی که از حلقه می‌گذرد برحسب زمان، کدام است؟



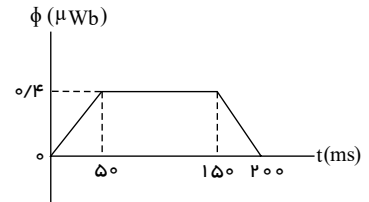
(A)



(B)

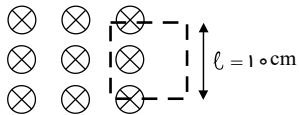


(C)



(D)

۵۶- مطابق شکل زیر، نیمی از یک حلقه‌ی فلزی مربع شکل به طول ضلع 1cm در داخل یک میدان مغناطیسی یکنواخت با بزرگی 2T قرار دارد. اگر این حلقه را با سرعت $1\frac{\text{cm}}{\text{s}}$ عمود بر خط‌های میدان از میدان مغناطیسی بیرون بکشیم، شار گذرنده از حلقه در هر ثانیه چند وبر کاهش می‌یابد؟



$B = 2\text{T}$

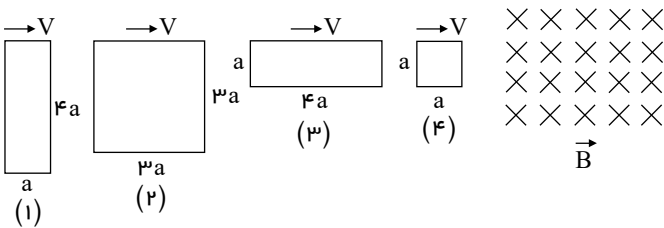
(A) 0.1

(B) 0.02

(C) 2×10^{-4}

(D) 10^{-4}

۵۷- مطابق شکل زیر، چهار حلقه سیم با سرعت ثابت و یکسان به ترتیب وارد یک میدان مغناطیسی درون‌سو می‌شوند. نیروی محرکه‌ی القایی در کدام حلقه بیش‌تر است؟



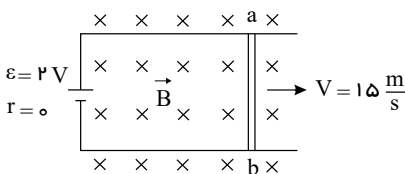
(A) 1

(B) 2

(C) 3

(D) 4

۵۸- در شکل مقابل میله‌ی رسانای ab به طول 2cm در میدان مغناطیسی یکنواخت B به بزرگی 6T که عمود بر صفحه کاغذ است با سرعت ثابت v به سمت راست کشیده می‌شود. اگر مقاومت الکتریکی میله 5Ω باشد و از مقاومت سیم‌های رابط صرف نظر شود، شدت جریان مدار چند آمپر خواهد بود؟



(A) 0.2

(B) 0.4

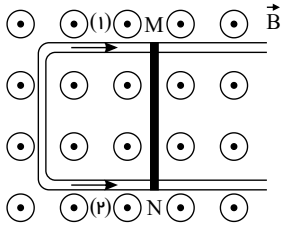
(C) 0.2

(D) 0.4



۵۹- مطابق شکل زیر، سیم MN با مقاومت 2Ω بر روی قاب مستطیل شکلی با تندی ثابت در میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی

$B = 1,6 \times 10^{-2} T$ که عمود بر سطح قاب است، به سمت راست حرکت می‌کند. اگر مساحت قاب با آهنگ $1,5 \frac{m^2}{s}$ افزایش یابد، جریان القایی در

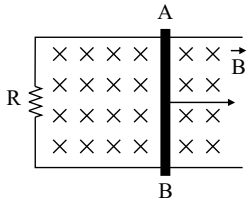


سیم چند میلی آمپر و در کدام جهت است؟

- (۱) ۲۴، (۲) ۱
(۳) ۲۴، (۴) ۱
(۵) ۱۲، (۶) ۲

۶۰- در شکل زیر، میله AB در لحظه $t = 0$ ، در جهت نشان داده شده با شتاب ثابت $2 \frac{m}{s^2}$ از حال سکون به سمت راست شروع به حرکت می‌کند.

به ترتیب اندازه‌ی نیروی محرکه‌ی القا شده در حلقه در لحظه $t = 10s$ چند ولت و جهت جریان در مقاومت R به کدام سمت است؟ (طول میله AB برابر با $20cm$ و اندازه‌ی میدان مغناطیسی یکنواخت عمود بر صفحه‌ی کاغذ برابر با $5G$ می‌باشد).

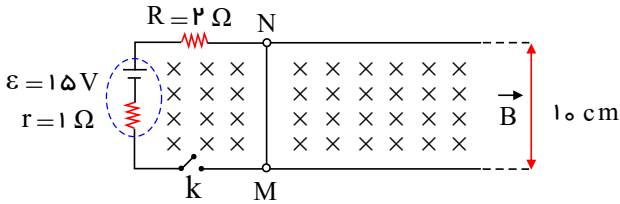


- (۱) 4×10^{-3} و \uparrow
(۲) 2×10^{-3} و \uparrow
(۳) 2×10^{-3} و \downarrow
(۴) 4×10^{-3} و \downarrow

۶۱- در شکل زیر، میدان مغناطیسی، درون سو و یکنواخت و بزرگی آن $0,2T$ است و جرم میله‌ی فلزی و قائم MN که بدون مقاومت الکتریکی است

برابر $20g$ می‌باشد. کلید K را می‌بندیم. در لحظه‌ای که شتاب حرکت میله برابر $2 \frac{m}{s^2}$ است، $V_M - V_N$ برابر چند ولت است؟ (اصطکاک میله با قاب

ناچیز است.)

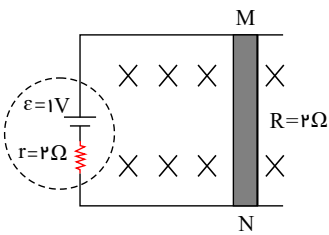


- (۱) ۲۱-
(۲) ۹
(۳) ۹-
(۴) ۲۱

۶۲- مطابق شکل زیر، سیم MN به طول ۴ متر و مقاومت الکتریکی 2Ω را در میدان مغناطیسی یکنواخت درون سویی به اندازه $5T$ ، با سرعت ثابت و

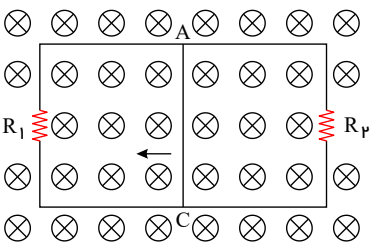
عمود بر خط‌های میدان مغناطیسی به حرکت در می‌آوریم. جهت حرکت سیم کدام طرف و سرعت آن چند سانتی‌متر بر ثانیه باشد تا در حالتی که جریان

عبوری از مدار صفر نیست، توان خروجی مولد صفر شود؟



- (۱) 10 و \leftarrow
(۲) 10 و \rightarrow
(۳) 5 و \leftarrow
(۴) 5 و \rightarrow

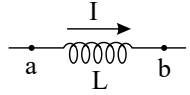
۶۳- در شکل زیر با حرکت میله AC به سمت چپ جهت جریان القایی عبوری از مقاومت‌های R_1 و R_2 به ترتیب از راست به چپ کدام است؟



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



- ۶۴- مطابق شکل زیر، سیم MN در میدان مغناطیسی یکنواخت و درون سوی \vec{B} در حال سکون قرار دارد. اگر سیم MN به سمت راست شروع به حرکت کند، در مورد پتانسیل الکتریکی نقاط M و N کدام گزینه درست است؟
- ① پتانسیل الکتریکی نقطه M بیش تر است.
 ② پتانسیل الکتریکی نقطه N بیش تر است.
 ③ پتانسیل الکتریکی نقطه M و N یکسان هستند.
 ④ نمی توان اظهار نظر کرد.



۶۵- با توجه به شکل مقابل کدام نتیجه گیری صحیح نیست؟

- ① انرژی مغناطیسی ذخیره شده در القاگر حامل جریان را می توان هنگام کاهش جریان بازیافت.
 ② در القاگر آرمانی (با مقاومت صفر) تنها وقتی انرژی وارد القاگر می شود که در آن جریان افزایش یابد.
 ③ هنگام عبور جریان پایا از القاگر آرمانی، انرژی به آن وارد می شود.
 ④ بخشی از انرژی داده شده به القاگر توسط مولد، در مقاومت الکتریکی سیم های القاگر تلف و بقیه آن در میدان مغناطیسی القاگر ذخیره می شود.

۶۶- یکای هانری در SI معادل با کدام یک از یکاهای زیر است؟

- ① $\Omega \cdot s$ ② $\frac{T \cdot m}{s}$ ③ $A \cdot s$ ④ $\frac{V}{s}$

۶۷- از القاگری به ضریب القاوری 40 mH جریان الکتریکی عبور می کند. اگر بزرگی جریان عبوری از این القاگر 2 A تغییر کند، 400 mJ از انرژی ذخیره شده در آن آزاد می شود. جریان الکتریکی اولیه عبوری از القاگر چند آمپر بوده است؟

- ① $2\sqrt{5}$ ② ۴ ③ ۶ ④ ۸

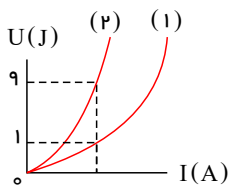
۶۸- جریان الکتریکی عبوری از القاگری به ضریب القاوری L را چند درصد افزایش دهیم تا انرژی ذخیره شده در آن ۲۱ درصد افزایش یابد؟

- ① ۱۰ ② ۱۱ ③ ۱۲ ④ ۲۱

۶۹- از القاگری با ضریب القاوری 20 mH جریانی با معادله $I = 2 \sin(10t)$ در SI عبور می کند. بیش ترین انرژی ذخیره شده در القاگر چند ژول است؟

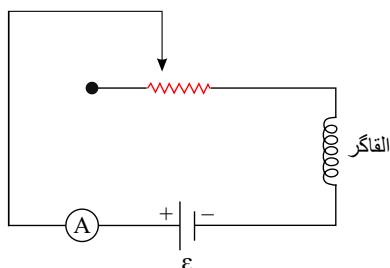
- ① ۴۰۰ ② ۴ ③ ۲ ④ ۰٫۴

۷۰- انرژی ذخیره شده در دو القاگر با سطح مقطع و طول یکسان برحسب جریان عبوری از آن ها مطابق شکل زیر است. تعداد حلقه های القاگر (۲) چند برابر تعداد حلقه های القاگر (۱) است؟



- ① ۹ ② ۳ ③ $\frac{1}{9}$ ④ $\frac{1}{3}$

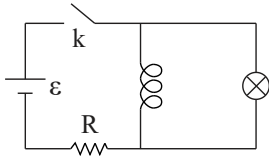
۷۱- در مدار شکل زیر، در لحظه کم کردن مقاومت رئوستا، نیروی محرکه خود - القاوری در القاگر در کدام جهت است؟ هم چنین اگر ابتدا جهت مولد را عوض کرده و سپس مقاومت رئوستا را زیاد کنیم، نیروی محرکه خود - القاوری ایجاد شده در القاگر در کدام جهت خواهد بود؟



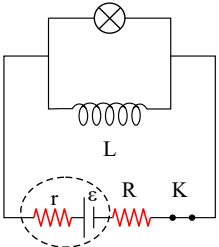
- ① \oplus, \oplus ② \oplus, \ominus
 ③ \ominus, \oplus ④ \ominus, \ominus



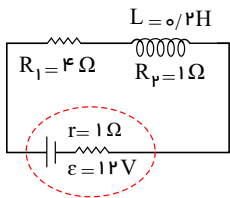
۷۲- در مدار شکل زیر، مقاومت القاگر ناچیز است. پس از بستن کلید k ، لامپ
 ۱ روشن شده و سپس خاموش می شود.
 ۲ روشن نمی شود.
 ۳ روشن شده و به تدریج به روشنایی آن افزوده می شود.
 ۴ پس از مدت زمانی طولانی از وصل کلید روشن می شود.



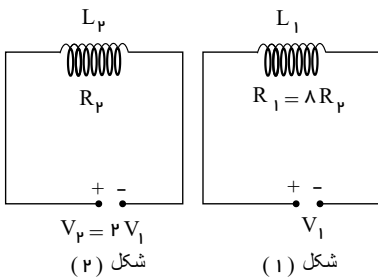
۷۳- در مدار شکل زیر مقاومت القاگر برابر با صفر است. اگر کلید K را باز کنیم، نور لامپ چگونه تغییر می کند؟
 ۱ خاموش می ماند.
 ۲ روشن می شود و روشن می ماند.
 ۳ روشن می شود و به تدریج خاموش می شود.
 ۴ به تدریج روشن و فوراً خاموش می شود.



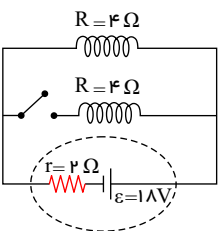
۷۴- در مدار شکل مقابل، انرژی ذخیره شده در سیملوله چند ژول است؟
 ۱ ۰٫۴
 ۲ ۰٫۲
 ۳ ۴
 ۴ ۲



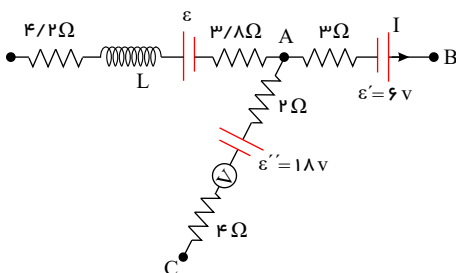
۷۵- اگر نسبت انرژی مغناطیسی ذخیره شده در سیملوله ی مدار شکل (۱) به سیملوله ی مدار شکل (۲) برابر $\frac{۳}{۲}$ باشد، نسبت ضریب القاوری سیملوله در شکل (۱) به شکل (۲) کدام است؟
 ۱ $\frac{۳۲}{۳}$
 ۲ $\frac{۳}{۳۲}$
 ۳ ۳۸۴
 ۴ $\frac{۱}{۳۸۴}$



۷۶- مطابق شکل زیر دو القاگر مشابه با مقاومت الکتریکی ۴Ω به یک باتری متصل اند. انرژی ذخیره شده در القاگر قبل از بسته شدن کلید چند برابر مجموع انرژی ذخیره شده در القاگرها بعد از بسته شدن کلید است؟
 ۱ $\frac{۸}{۹}$
 ۲ $\frac{۹}{۸}$
 ۳ $\frac{۹}{۲}$
 ۴ $\frac{۲}{۹}$

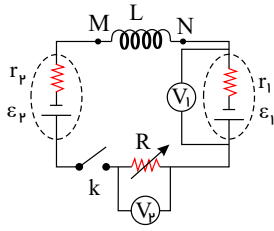


۷۷- در شکل مقابل، پتانسیل الکتریکی نقاط A و B به ترتیب برابر با $۱۸V$ و $۶V$ است. اگر ضریب القاوری سیملوله $۲mH$ باشد، انرژی ذخیره شده در سیملوله چند میلی ژول است؟ (ولت سنج ایده آل است).
 ۱ ۳۶
 ۲ ۱۶
 ۳ ۱۸
 ۴ اطلاعات مساله کافی نیست



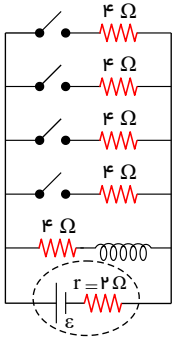


۷۸- در مدار شکل مقابل در لحظه وصل کلید $V_N > V_M$ است. پس از گذشت مدت زمان طولانی از لحظه وصل کلید اگر مقاومت متغیر R را از مقدار R_1 به R_2 برسانیم ($R_2 > R_1$) در حالتی که $V_M - V_N = 0$ است، اعدادی که ولت‌سنج‌های ایده‌آل V_1 و V_2 نشان می‌دهند. به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کنند؟ (مقاومت القاگر ناچیز است.)



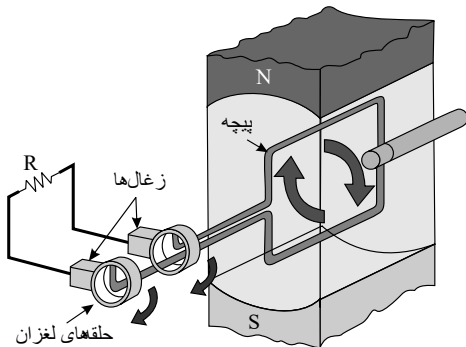
- ① کاهش - افزایش
- ② افزایش - افزایش
- ③ کاهش - کاهش
- ④ افزایش - کاهش

۷۹- در مدار مقابل، مقاومت الکتریکی القاگر برابر با صفر و انرژی ذخیره شده در آن $8J$ می‌باشد. چه تعداد از کلیدها را ببندیم تا انرژی ذخیره شده در القاگر، $35J$ کاهش یابد؟



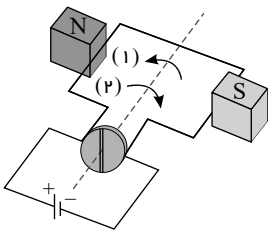
- ① ۱
- ② ۲
- ③ ۳
- ④ ۴

۸۰- کدام عبارت در مورد شکل زیر در لحظه نشان داده شده درست است؟



- ① جریان عبوری از مقاومت R بیشینه است.
- ② شار عبوری از حلقه بیشینه است.
- ③ جریان عبوری از مقاومت R صفر است.
- ④ هیچکدام

۸۱- شکل زیر تصویر یک است و پیچ در لحظه نشان داده شده در جهت می‌چرخد.



- ① موتور الکتریکی - ۱
- ② موتور الکتریکی - ۲
- ③ مولد جریان متناوب - ۱
- ④ مولد جریان متناوب - ۲

۸۲- معادله شار مغناطیسی عبوری از حلقه‌های رسانا به صورت $\phi = \phi_m \cos(\frac{2\pi}{T})t$ است. در بازه زمانی‌ای که شار مغناطیسی از $(-\phi_m)$ به صفر می‌رسد، جریان القا شده در حلقه رسانا چگونه تغییر می‌کند؟

- ① از I_m به صفر می‌رسد.
- ② از $(-I_m)$ به صفر می‌رسد.
- ③ از صفر به I_m می‌رسد.
- ④ از صفر به $(-I_m)$ می‌رسد.

۸۲- بیشینه‌ی جریان متناوبی $5A$ و دوره‌ی آن 0.04 ثانیه است. در لحظه‌ی $t = \frac{1}{200} s$ بزرگی جریان چند آمپر است؟

- ① $2.5\sqrt{2}$
- ② ۵
- ③ $5\sqrt{2}$
- ④ ۲.۵



۸۴- پیچۀ مسطحی دارای مقاومت الکتریکی ۲ اهم در میدان مغناطیسی یکنواختی در حال چرخش است و رابطه تغییرات شار عبوری و جریان القایی در پیچه در SI به ترتیب $\phi = 0.06 \cos \theta$ و $I = 3 \sin \theta$ است. در لحظه‌ای که بزرگی شار عبوری از پیچه 0.02 وبر باشد، اندازه نیروی محرکه القایی چند ولت است؟ (θ زاویۀ بین خط عمود بر سطح پیچه و خطوط میدان است).

- ① $\sqrt{2}$ ② $2\sqrt{2}$ ③ $4\sqrt{2}$ ④ $6\sqrt{2}$

۸۵- در یک مولد جریان متناوب، شار گذرنده از قاب مولد در یک لحظه $\frac{3}{4}$ مقدار بیشینه‌اش است. اندازه جریان القایی در این لحظه چه کسری از بیشینه اندازه جریان است؟

- ① $\frac{1}{4}$ ② $\frac{\sqrt{3}}{4}$ ③ $\frac{1}{2}$ ④ $\frac{5}{4}$

۸۶- در یک مولد تولید برق، آهنربای الکتریکی در هر ثانیه، 50 دور درون پیچۀ می‌چرخد. اگر در یک لحظه جریان نصف بیشینه جریان باشد و مقدار آن مثبت و در حال افزایش باشد، حداقل پس از چند ثانیه از این لحظه جهت جریان عوض می‌شود؟

- ① $\frac{1}{100}$ ② $\frac{1}{120}$ ③ $\frac{1}{200}$ ④ $\frac{1}{600}$

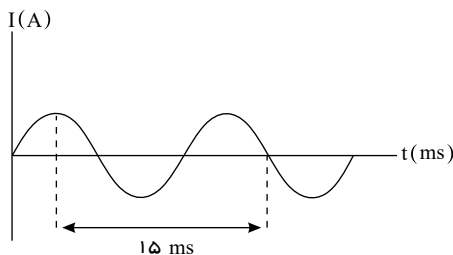
۸۷- جریان متناوبی با دوره تناوب 20 میلی‌ثانیه که بیشینه مقدار آن برابر با $1A$ است، از رسانایی با مقاومت الکتریکی 10Ω می‌گذرد. اگر در لحظه $t = 0$ هیچ جریانی از رسانا عبور نکند، در چه لحظه‌ای بر حسب ثانیه، اختلاف پتانسیل دو سر رسانا برای اولین بار برابر با $5V$ می‌شود؟

- ① $\frac{1}{50}$ ② $\frac{1}{100}$ ③ $\frac{1}{300}$ ④ $\frac{1}{600}$

۸۸- از سیمولهای به ضریب القاوری 0.02 هانری جریان متناوبی می‌گذرد که معادله آن در SI به صورت $I = 4 \sin(20\pi t)$ است. در لحظه $t = \frac{13}{120} s$ انرژی ذخیره شده در سیموله چند میلی ژول است و تا این مدت چند بار جهت جریان عبوری از سیموله تغییر کرده است؟

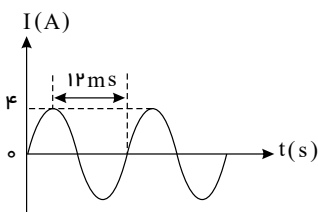
- ① 40 ، یک بار ② 40 ، دو بار ③ $40\sqrt{3}$ ، یک بار ④ $40\sqrt{3}$ ، دو بار

۸۹- شکل زیر، نمودار جریان متناوبی را نشان می‌دهد که از یک رسانای 4 اهمی عبور می‌کند. اگر در لحظه $t = 15ms$ نیروی محرکه القایی در این رسانا 16 ولت باشد، بیشینه جریان در این رسانا به ترتیب از راست به چپ برای اولین بار در چه لحظه‌ای بر حسب میلی ثانیه رخ می‌دهد و چند آمپر است؟



- ① $3 - 3$ ② $3 - 3$ ③ $4 - 4$ ④ $3 - 4$

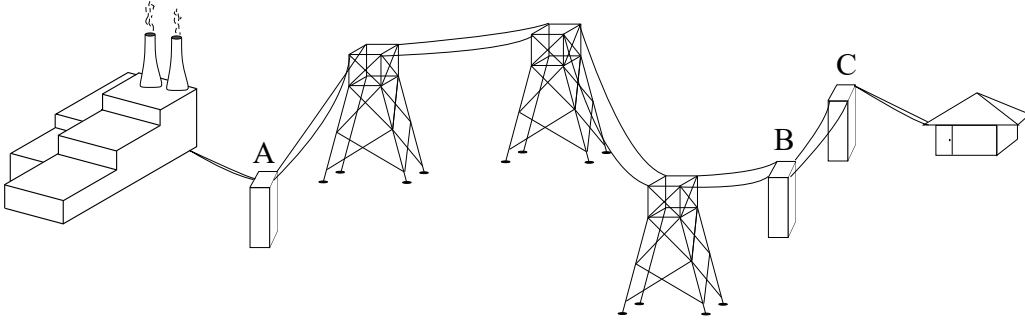
۹۰- شکل زیر نمودار جریان متناوبی را نشان می‌دهد که از یک رسانای 5 اهمی می‌گذرد. در لحظه $t = 12ms$ ، اندازه نیروی محرکه القایی چند ولت است و در چه لحظه‌ای بر حسب میلی ثانیه، جریان برای اولین بار در رسانا بیشینه می‌شود؟



- ① صفر، 3 ② صفر، 4 ③ 3.20 ④ 4.20



۹۱- شکل زیر انتقال توان الکتریکی را از نیروگاه تا محل مصرف نشان می‌دهد. مبدل‌های A ، B و C به ترتیب از راست به چپ از چه نوعی می‌باشند؟



- ① افزایشده - کاهشده - افزایشده
- ② افزایشده - کاهشده - کاهشده
- ③ کاهشده - افزایشده - کاهشده
- ④ کاهشده - افزایشده - افزایشده

۹۲- در انتقال توان الکتریکی، از مبدل ... در کنار نیروگاه و از مبدل در نزدیکی محل مصرف استفاده می‌کنیم تا اتلاف توان در خط‌های انتقال کم شود.

- ① افزایشده - کاهشده
- ② افزایشده - افزایشده
- ③ کاهشده - افزایشده
- ④ کاهشده - کاهشده

۹۳- در مبدل‌های ac برای انتقال توان الکتریکی در فاصله‌های دور، از ولتاژهای و جریان‌های استفاده می‌کنند.

- ① بالا، پایین
- ② پایین، بالا
- ③ پایین، پایین
- ④ بالا، بالا

۹۴- در خطوط انتقال توان الکتریکی در فاصله‌های دور برای کاهش تلف شده باید از استفاده کنیم. همچنین افزایش و کاهش ولتاژ جریان بسیار آسان‌تر از جریان است.

- ① ولتاژهای پایین و جریان‌های بالا - $dc-ac$
- ② ولتاژهای پایین و جریان‌های بالا - $ac-dc$
- ③ ولتاژهای بالا و جریان‌های پایین - $dc-ac$
- ④ ولتاژهای بالا و جریان‌های پایین - $ac-dc$



پاسخنامه تشریحی

۱ - گزینه ۲ به دلیل آنکه زاویه ی بردار میدان مغناطیسی با سطح حلقه، 53° است، لذا زاویه ی بین خطوط میدان مغناطیسی با بردار عمود بر سطح (θ) برابر با $37^\circ = 90^\circ - 53^\circ$ است.

$$\Phi = BA \cos \theta \xrightarrow{B=4 \times 10^{-2} T, \theta=37^\circ} \Phi = 4 \times 10^{-2} \times \pi \times (0.25)^2 \cos 37^\circ$$

$$A = \pi R^2, R = \frac{D}{2} = 0.25 m$$

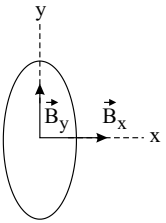
$$\rightarrow \Phi = 4 \times 10^{-2} \times \pi \times 625 \times 10^{-4} \times 0.8 = 2\pi \times 10^{-3} Wb = 2\pi \text{ (mWb)}$$

۲ - گزینه ۳ می دانیم شار مغناطیسی عبوری از یک حلقه بسته از رابطه $\Phi = AB \cos \alpha$ به دست می آید. از آن جا که هر دو حلقه در یک میدان مغناطیسی یکنواخت قرار دارند و برای هر دوی آن ها، $\alpha = 0$ می باشد، داریم:

$$\frac{\Phi_2}{\Phi_1} = \frac{A_2 B_2 \cos \alpha_2}{A_1 B_1 \cos \alpha_1} \xrightarrow{B_2=B_1, \alpha_2=\alpha_1=0} \frac{\Phi_2}{\Phi_1} = \frac{A_2}{A_1} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 = 4$$

۳ - گزینه ۳

چون نیم خط عمود بر صفحه موازی محور x 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 ی بین نیم خط عمود بر صفحه و \vec{B}_x برابر با صفر درجه است.



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

$$\Phi = AB_x \cos \theta \xrightarrow{A=\pi R^2} \Phi_x = \pi R^2 B_x \cos(0) \xrightarrow{R=0.5m, B_x=4T} \Phi_x = 3 \times (0.5)^2 \times 4 \times 1 \Rightarrow \Phi_x = 3Wb$$

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

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

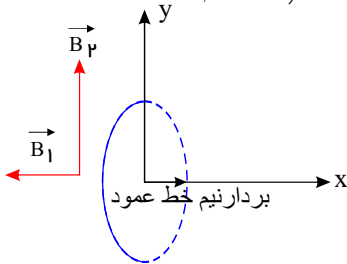
بنابراین، شار مغناطیسی عبوری از حلقه برابر است با:

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

۴ - گزینه ۴ مطابق شکل شار ناشی از میدان مغناطیسی \vec{B}_y برابر صفر است، زیرا \vec{B}_y موازی با سطح حلقه است. شار ناشی از میدان مغناطیسی \vec{B}_x برابر است با:

$$\Phi = AB \cos \theta \xrightarrow{B=0.5T, \theta=180^\circ} \Phi = 3 \times (0.1)^2 \times 0.5 \times \cos 180^\circ = -15 \times 10^{-3} Wb$$

$$A = \pi r^2, r = 10 \text{ cm} = 0.1 m$$



۵ - گزینه ۲ میدان مغناطیسی توسط سیملوله ایجاد می شود. خطوط میدان مغناطیسی در سیملوله بر سطح مقطع سیملوله عمود است. بنابراین شار عبوری از آن بیشینه خواهد بود.

$$\left. \begin{aligned} \Phi_m &= BA \\ B &= \frac{\mu_0 IN}{\ell} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \Phi_m = \frac{\mu_0 IN}{\ell} \times A$$

$$\xrightarrow{A=\pi R^2} \Phi_m = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 5 \times 50}{6.28 \times 10^{-2}} \times \pi \times \left(\frac{2}{\sqrt{\pi}}\right)^2 \times 10^{-4}$$

$$\Phi_m = 2 \times 10^{-6} Wb$$

۶ - گزینه ۲

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

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



$$\phi_r = \sqrt{3}\phi_1 \Rightarrow BA \cos \theta = \sqrt{3}BA \cos(90^\circ - 30^\circ) \Rightarrow \cos \theta = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \theta = 30^\circ \Rightarrow \Delta\theta = 60 - 30 - 30^\circ$$

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

$$\Phi_1 = \Phi_r \Rightarrow B_1 A \cos \theta_1 = B_r A \cos \theta_r$$

$$\Rightarrow 3 \times 10^{-2} \times A \times \cos 30^\circ = 3\sqrt{\frac{3}{2}} \times 10^{-2} \times A \times \cos \theta_r \Rightarrow \cos \theta_r = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \theta_r = 45^\circ$$

$$\Delta\theta = \theta_r - \theta_1 = 45^\circ - 30^\circ = 15^\circ \text{ افزایش می‌یابد.}$$

۹ - گزینه ۴ با دوران حلقه، زاویه بین بردار میدان مغناطیسی و نیم خط عمود به سطح حلقه از $53^\circ = 90^\circ - 37^\circ$ به $37^\circ = 90^\circ - 53^\circ$ تغییر می‌کند، بنابراین:

$$\Phi = BA \cos \theta \rightarrow \begin{aligned} \Phi_1 &= BA \cos 53^\circ = 0.6BA \\ \Phi_r &= BA \cos 37^\circ = 0.8BA \end{aligned}$$

$$\frac{\Delta\Phi}{\Phi_1} \times 100 = \frac{0.8BA - 0.6BA}{0.6BA} \times 100 = \frac{1}{3} \times 100$$

افزایش می‌یابد. $\approx +33\%$ درصد تغییرات شار عبوری

۱۰ - گزینه ۲ وقتی حلقه به قاب مربعی تبدیل می‌شود، مساحت آن تغییر می‌کند ولی محیط هر دو جسم یکسان است.

$$\text{محیط مربع} = \text{محیط دایره} \Rightarrow 4a = 2\pi r \xrightarrow{\pi=3} a = \frac{3}{2}r$$

$$\frac{\phi_r}{\phi_1} = \frac{A_r}{A_1} = \frac{a^2}{\pi r^2} \Rightarrow \frac{\phi_r}{\phi_1} = \frac{(\frac{3}{2}r)^2}{\pi r^2} = \frac{3}{4} \times 100 \rightarrow 75\%$$

۱۱ - گزینه ۴ شار گذرنده از سطح ABC از رابطه $\Phi = BA \cos \theta$ به دست می‌آید که $A \cos \theta$ تصویر صفحه ABC بر روی صفحه‌ای است که بر خطوط میدان عمود است (صفحه yz) که در واقع همان صفحه AOC می‌شود. مساحت این صفحه برابر است با:

$$A_{AOC} = \frac{6 \times 4}{2} = 12m^2 = A_{ABC} \cos \theta$$

$$\Phi = BA_{ABC} \cos \theta = 2 \times 12 = 24Wb$$

۱۲ - گزینه ۲ زاویه بین خط‌های میدان و صفحه، 30° است. پس زاویه بین خط میدان، با نیم خط عمود بر صفحه، 60° است.

$$\phi = AB \cos \theta = (10 \times 5) \times 10^{-4} \times 0.5 \times \cos 60^\circ = 7.5 \times 10^{-5} Wb$$

$$\xrightarrow{t=1s} 10^{-2} = (a+b-1) \times 10^{-3} \Rightarrow a+b=11 \quad (1)$$

$$\phi=10^{-2}$$

$$\xrightarrow{1 < t < 2} -1V = -1000 \times \frac{[(4a+2b-1) - (a+b-1)] \times 10^{-3}}{1} \Rightarrow 3a+b=1V \quad (2)$$

$$\varepsilon=-1V$$

$$(1), (2)$$

$$\xrightarrow{} a=3, b=8$$

۱۴ - گزینه ۳ ابتدا تغییر میدان مغناطیسی در بازه زمانی موردنظر را به دست می‌آوریم:

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

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

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

$\theta = 180^\circ$ است.

$$\Delta\Phi = A \times \Delta B \times \cos \theta \xrightarrow{A=200cm^2=200 \times 10^{-4}m^2, \Delta B=12T, \theta=0^\circ} \Delta\Phi = 200 \times 10^{-4} \times 12 \times 1 = 24 \times 10^{-2} Wb$$

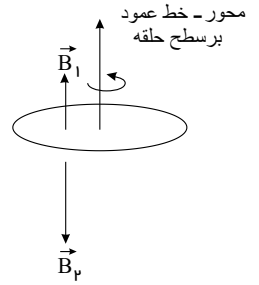
نابراین اندازه نیروی محرکه القایی متوسط در این بازه زمانی برابر است با:

$$|\bar{\varepsilon}| = \left| -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| \xrightarrow{N=1, \Delta\Phi=24 \times 10^{-2} Wb, \Delta t=3-1=2s} |\bar{\varepsilon}| = \left| -1 \times \frac{24 \times 10^{-2}}{2} \right| \Rightarrow |\bar{\varepsilon}| = 0.12V$$

۱۵ - گزینه ۱ با تغییر جهت خطوط میدان مغناطیسی، زاویه بین خطوط میدان و خط عمود بر صفحه برابر 180° درجه می‌شود. اندازه نیروی محرکه متوسط القا شده در پیچچه برابر است با:



$$\begin{aligned}\bar{\varepsilon} &= -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \xrightarrow{\Phi=BA \cos(\theta)} \bar{\varepsilon} = -N \frac{AB_2 \cos(\theta_2) - AB_1 \cos(\theta_1)}{\Delta t} \\ &\Rightarrow \bar{\varepsilon} = -NA \frac{B_2 \cos(\theta_2) - B_1 \cos(\theta_1)}{\Delta t} \\ \Rightarrow \bar{\varepsilon} &= -1 \times 100 \times 10^{-4} \times \frac{(0.3 \times (-1)) - (0.15 \times 1)}{0.15} = 0.03V = 30mV\end{aligned}$$



۱۶ - گزینه ۴ مقدار شار عبوری از هر حلقه از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید.

$$\Phi = AB \cos \theta = \pi r^2 \times B \cos(\theta) = B \pi r^2$$

باتوجه به این که B متغیر است، مقدار نیروی محرکه‌ی القایی در هر حلقه از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \left| -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = \left| -1 \times \pi r^2 \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| = \pi r^2 \frac{\Delta B}{\Delta t} \\ \left. \begin{aligned}\varepsilon_1 &= \pi (0.02)^2 \times 10 = 0.012V \\ \varepsilon_2 &= \pi (0.01)^2 \times 10 = 0.003V\end{aligned} \right\} \Rightarrow I = \frac{\sum \varepsilon}{\sum R + \sum r} = \frac{0.012 + 0.003}{1 + 0} = 0.015A = 15mA\end{aligned}$$

۱۷ - گزینه ۳ از رابطه‌ی نیروی محرکه‌ی القایی متوسط داریم:

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

شیب نمودار در بازه‌ی زمانی $t = 4s$ تا $t = 6s$ می‌باشد. بنابراین داریم:

$$\bar{\varepsilon} = -1 \times 3 \times (2 \times 10^{-2}) \times \cos 0^\circ \times \left(\frac{0 - 4}{6 - 4} \right) = 24 \times 10^{-4} V = 2.4mV$$

۱۸ - گزینه ۳ هنگامی که یک سیم به صورت مربعی به ضلع a درمی‌آید، به ازای هر $4a$ (اندازه محیط مربع)، یک دور به وجود می‌آید. بنابراین تعداد دور این مربع برابر است با:

$$L = N \times 4a \Rightarrow 120 = N \times 4 \times 10 \Rightarrow N = 3$$

شیب نمودار، نشانگر $\frac{\Delta B}{\Delta t}$ است:

$$\text{شیب نمودار} = \frac{\Delta B}{\Delta t} = \frac{0.4}{0.3} = \frac{4}{3} T/s$$

نیروی محرکه متوسط القا شده و جریان القایی متوسط در پیچه برابر است با:

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

$$\xrightarrow{A=a^2} \bar{\varepsilon} = \left| -3 \times (10 \times 10^{-2})^2 \times 1 \times \frac{4}{3} \right| = 0.4V \Rightarrow \bar{I} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} = \frac{0.4}{0.1} = 4A$$

۱۹ - گزینه ۳

$$B - T \text{ شیب نمودار: } \frac{\Delta B}{\Delta t} = \frac{-1.2}{0.2} = -6T/s$$

$$|\bar{\varepsilon}| = \left| -N \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| \Rightarrow 3 = N \times 40 \times 10^{-4} \times 6 \Rightarrow N = 125$$

۲۰ - گزینه ۴ مساحت حلقه ۲۰ درصد کاهش یافته است:

$$\Delta A = A_2 - A_1 = -0.2A_1$$

نیروی محرکه متوسط القا شده در پیچه برابر است با:

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

$$\Rightarrow \bar{\varepsilon} = -NB \cos(\theta) \frac{A_2 - A_1}{\Delta t} \Rightarrow 80 \times 10^{-3} = -100 \times 100 \times 10^{-4} \times 1 \times \frac{-0.2A_1}{0.05}$$

$$\Rightarrow A_1 = 0.02m^2 = 200cm^2$$

۲۱ - گزینه ۲

$$\frac{\Delta \phi}{\Delta t} = \frac{B \Delta A}{\Delta t} = \frac{0.06(10 - 20) \times 10^{-4}}{0.2} = -3 \times 10^{-4} Wb/s$$

۲۱ - گزینه ۲ اگر شعاع را تغییر دهیم می‌توان گفت تغییر در سطح حلقه ایجاد می‌شود و بزرگی نیروی محرکه القایی متوسط در اثر تغییر سطح به صورت زیر قابل محاسبه است:

$$\bar{\varepsilon} = \left| -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = \left| -NB \cos \theta \frac{\Delta A}{\Delta t} \right| = \left| -NB \cos \theta \left(\frac{A_2 - A_1}{\Delta t} \right) \right|$$

$$= \left| -1 \times \frac{30}{\pi} \cos(0) \left(\frac{\pi(0.08)^2 - \pi(0.02)^2}{0.2} \right) \right| = 90 \times 10^{-4} = 0.9V$$



۲۳ - گزینه ۴ تغییر شار مغناطیسی عبوری از حلقه به دلیل تغییر زاویه‌ی عمود بر سطح حلقه با راستای خط‌های میدان مغناطیسی است، بنابراین داریم:

$$\Phi = AB \cos \theta$$

$$\begin{cases} \theta_1 = 0 \Rightarrow \Phi_1 = 4 \times 0,5 \times \cos 0 = 2Wb \\ \theta_2 = 180^\circ \Rightarrow \Phi_2 = 4 \times 0,5 \times \cos 180^\circ = -2Wb \end{cases}$$

$$|\bar{\epsilon}| = \left| -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| \Rightarrow |\bar{\epsilon}| = \left| -1 \times \frac{-2 - 2}{0,2} \right| \Rightarrow |\bar{\epsilon}| = 20V$$

۲۴ - گزینه ۱

$$R = \rho \frac{L}{A} = 1,7 \times 10^{-8} \frac{L}{0,34 \times 10^{-4}} \Rightarrow R = 5 \times 10^{-4} L \xrightarrow{L=2\pi r} R = 5 \times 10^{-4} \times 2\pi \times 10 \times 10^{-2} \Rightarrow R = \pi \times 10^{-4} \Omega$$

$$|\bar{I}| = \left| -\frac{N \Delta \phi}{R \Delta t} \right| = \left| \frac{N}{R} \times \frac{BA(\cos 90^\circ - \cos 0^\circ)}{\Delta t} \right|$$

$$\Rightarrow I = \frac{1}{\pi \times 10^{-4}} \times \frac{0,04 \times (\pi \times 0,1^2) \times 1}{4} \Rightarrow I = 1A$$

۲۵ - گزینه ۴ با توجه به رابطه جریانی الکتریکی متوسط و قانون القای فاراده، داریم:

$$\bar{I} = \frac{\bar{\epsilon}}{R} \Rightarrow \frac{\Delta q}{R} = \left| -\frac{N \Delta \phi}{R \Delta t} \right| \Rightarrow \Delta q = \left| -\frac{N}{R} \Delta \phi \right|$$

$$\Rightarrow \Delta q = \frac{NA}{R} |B_2 \cos \theta_2 - B_1 \cos \theta_1|$$

$$\Rightarrow \Delta q = \frac{1 \times 100 \times 10^{-4}}{20} \times |0,14 \times (1) - 0,32 \times (-1)|$$

$$\Rightarrow \Delta q = 230 \times 10^{-6} C = 230 \mu C$$

۲۶ - گزینه ۱ با استفاده از قانون القای الکترومغناطیسی فارادی هنگامی که تغییر شار عبوری از یک حلقه به مقاومت R برابر با $\Delta \Phi$ باشد، مقدار بار شارش شده در حلقه از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$|\bar{\epsilon}| = N \frac{|\Delta \Phi|}{\Delta t} = IR \Rightarrow N \frac{|\Delta \Phi|}{\Delta t} = \frac{\Delta q}{\Delta t} R \Rightarrow \Delta q = \frac{N |\Delta \Phi|}{R}$$

همان‌طور که مشاهده می‌شود، رابطه‌ی فوق وابستگی به زمان ندارد و چون تغییرات شار در هر دو حالت یکسان است، بنابراین بار الکتریکی شارش شده در حلقه در هر دو حالت یکسان است.

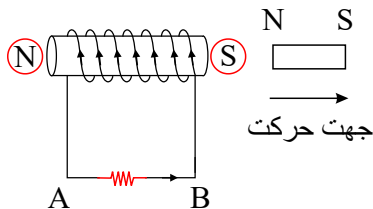
۲۷ - گزینه ۲ اگر در یک پیچ با N حلقه، شار عبوری در مدت Δt ثانیه به اندازه $\Delta \Phi$ تغییر کند، در مدار بار الکتریکی Δq جاری می‌شود که برای به دست آوردن آن داریم:

$$\begin{cases} \bar{I} = \frac{-N \Delta \Phi}{R \Delta t} \\ \bar{I} = \frac{|\Delta q|}{\Delta t} \end{cases} \Rightarrow \left| \frac{-N \Delta \Phi}{R \Delta t} \right| = \left| \frac{\Delta q}{\Delta t} \right| \Rightarrow \Delta q = N \frac{\Delta \Phi}{R}$$

حال برای محاسبه $|\Delta q|$ از $t_1 = 1s$ تا $t_2 = 2s$ می‌توان نوشت:

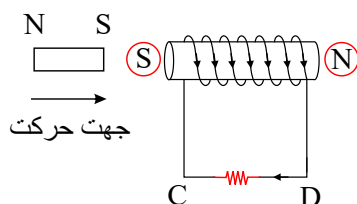
$$\begin{cases} t_1 = 1s \Rightarrow \Phi_1 = 10Wb \\ t_2 = 2s \Rightarrow \Phi_2 = 20Wb \end{cases} \Rightarrow |\Delta q| = 10 \times \frac{20 - 10}{20} = 5C = 5 \times 10^6 \mu C$$

۲۸ - گزینه ۲ در مورد سیملوله سمت چپ می‌توان گفت: آهنربا به سمت راست حرکت می‌کند، بنابراین جریان القایی در سیملوله سمت چپ باید به گونه‌ای باشد که طرف نزدیک به آهنربای آن قطب S ایجاد شود تا بنابر قانون لنز با دور شدن قطب N آهنربا مخالفت کند. پس طبق قاعده دست راست جریان القایی در سیملوله سمت راست از D به C تولید می‌شود.

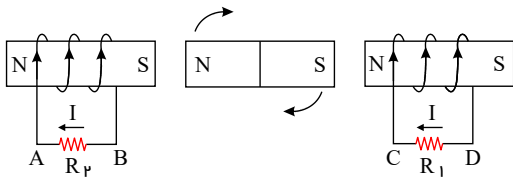


در مورد سیملوله سمت راست می‌توان گفت:

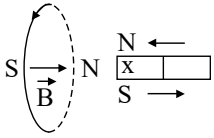
آهنربا به سمت راست حرکت می‌کند بنابراین جریان القایی در سیملوله سمت راست باید به گونه‌ای باشد که طرف نزدیک به آهنربای آن قطب S ایجاد شود تا بنابر قانون لنز با نزدیک شدن قطب S آهنربا مخالفت کند. پس طبق قاعده دست راست جریان القایی در سیملوله سمت راست از D به C تولید می‌شود.



با چرخش آهنربا، میدان مغناطیسی در محل سیملوله‌ها کم می‌شود و طبق قانون لنز باید میدان القایی هم جهت با میدان اصلی آهنربا ایجاد شود.



با استفاده از قانون دست راست، جهت میدان مغناطیسی القایی ناشی از جریان حلقه به سمت راست است. بنابراین اگر میدان مغناطیسی آهنربا هم جهت با میدان القایی باشد، باید در حال کاهش بوده باشد (طبق قانون لنز).



یعنی اگر x قطب S باشد، جهت حرکت آهنربا به سمت راست (\rightarrow) است.

هم چنین اگر میدان مغناطیسی آهنربا در خلاف جهت میدان القایی باشد باید در حال افزایش بوده باشد (طبق قانون لنز).

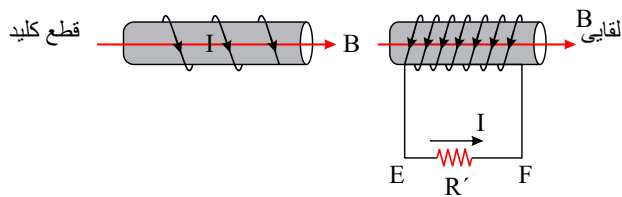
یعنی اگر قطب x قطب N باشد، جهت حرکت آهنربا باید به سمت چپ (\leftarrow) بوده باشد.

۳۱ - گزینه ۲ هنگام ورود طبق قانون لنز، جهت جریان القایی در حلقه به گونه‌ای است که با عامل تغییر شار مخالفت می‌کند لذا رُخی از حلقه که مقابل آهن ربا است قطب N شده تا از ورود آن جلوگیری کند و طبق قاعده‌ی دست راست، جهت جریان در جهت (۱) خواهد بود. در هنگام خروج آهن ربا، رُخ پایینی حلقه به قطب N تبدیل شده تا از دور شدن آهن ربا جلوگیری کند و بنابراین طبق قاعده‌ی دست راست، جهت جریان القایی در جهت (۲) خواهد بود.

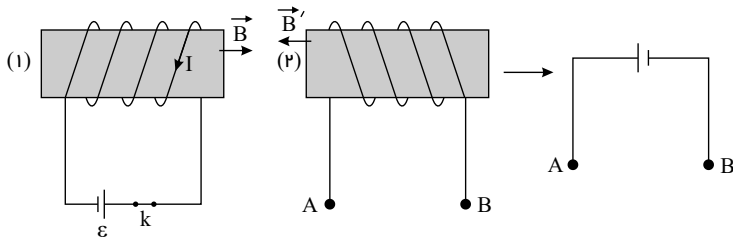
۳۲ - گزینه ۴ آهنربای (۳) بدون هیچ نیروی مخالفی به زمین می‌رسد. آهنربای (۱) در مسیر سقوط، به حلقه‌ای می‌رسد که میدان داخل آن، هم جهت با میدان آهنرباست و باعث می‌شود سرعت آهنربای (۱) بیشتر شود.

آهنربای (۲) چه در لحظه ورود به حلقه و چه در لحظه خروج از حلقه، طبق قانون لنز با نیروی مخالفی روبرو می‌شود که باعث کاهش سرعت آهنربا می‌شود. بنابراین: $v_1 > v_3 > v_2$

گزینه‌های ۱، ۳، ۴ هر سه باعث افزایش شار می‌شوند و درست نیستند.

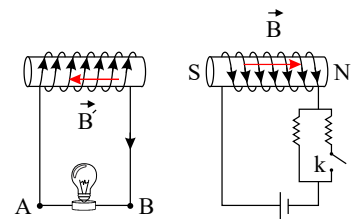


۳۴ - گزینه ۲ با بسته شدن کلید k ، جهت جریان در سیملوله (۱) مطابق شکل بوده و چون جریان در هنگام بسته شدن کلید، رو به افزایش استف میدان آن نیز رو به افزایش بوده و بنابراین شار مغناطیسی در اطراف سیملوله (۲) نیز افزایش می‌یابد و در این سیملوله، جریان القایی به وجود می‌آید. این جریان در جهتی است که با افزایش شار مخالفت کند، بنابراین جریان القایی در سیملوله (۲) در جهت نشان داده شده می‌باشد. در این حالت می‌توان سیملوله را مولدی فرض نمود که نقطه A به پایانه مثبت و نقطه B به پایانه منفی متصل است. بنابراین: $V_A > V_B$



۳۵ - گزینه ۳ با اتصال کلید k ، یک مقاومت به صورت موازی به مدار اضافه می‌شود و بنابراین مقاومت معادل در مدار سمت راست کاهش و در نتیجه جریان عبوری از سیملوله سمت راست افزایش می‌یابد. با افزایش جریان، میدان مغناطیسی ناشی از سیملوله سمت راست بیشتر و شار عبوری از سیملوله سمت چپ نیز بیشتر می‌شود.

$$\begin{aligned} \uparrow I &= \frac{\varepsilon}{\downarrow R_c} & \uparrow B &= \mu_0 \frac{N}{L} I \uparrow \\ & & \uparrow \Phi &= \uparrow BA \cos(\theta) \end{aligned}$$



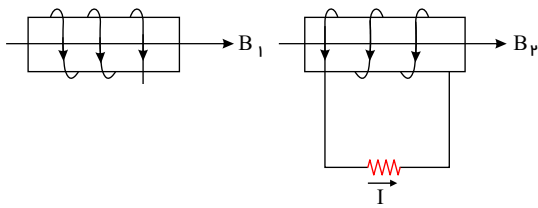
۳۶ - اثر افزایش شار عبوری از سیملوله سمت چپ، بنابه قانون لنز، جهت جریان القایی ایجادشده در آن چنان است که میدان مغناطیسی ناشی از آن با افزایش شار مخالفت کند. بنابراین میدان مغناطیسی سیملوله سمت چپ، در خلاف جهت میدان مغناطیسی سیملوله سمت راست خواهد بود و برای ایجاد این میدان، باتوجه به قاعده دست راست، جهت جریان به صورت شکل فوق و از B به A است.

با گذشت زمان، جریان در مدار سمت راست تغییری نمی‌کند و در نتیجه میدان ناشی از سیملوله سمت راست و شار عبوری از سیملوله سمت چپ ثابت می‌ماند و با ثابت ماندن شار، نیروی محرکه‌ای

القائی می‌شود. بنابراین جریان القایی و نور لامپ کاهش می‌یابد و به سمت خاموشی می‌رود.

۳۶ - گزینه ۳

در لحظه قطع کلید K_1 ، جریان در مولد (۱) کاهش می‌یابد و میدان القایی در سیملوله (۲) هم جهت با سیملوله (۱) خواهد بود که باعث می‌شود جریان در سیملوله (۲)، از A به B باشد. (درستی گزینه ۱)

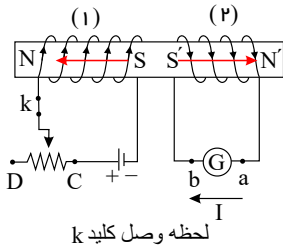


در گزینه ۲ با کاهش مقاومت R_1 ، جریان مدار (۱) افزایش می‌یابد و برعکس حالت گزینه (۱)، جریان در R_2 از B به A است. (درستی گزینه ۲)

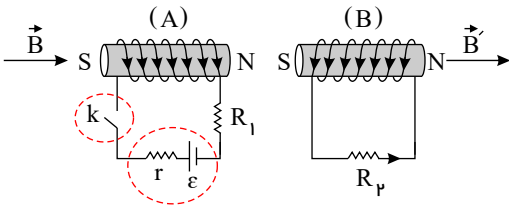
لحظه وصل کلید K_2 ، برعکس حالت قطع کلید K_1 ، جریان را در مدار (۱) افزایش داده و باعث می‌شود جریان در R_2 از B به A باشد. (نادرستی گزینه ۳)
با حرکت سیملوله (۱) به طرف راست، شار افزایش یافته و میدان در سیملوله (۲) خلاف جهت میدان در سیملوله (۱) است و جریان در R_2 از B به A خواهد بود.

۳۷ - گزینه ۱ با توجه به پایانه‌های باتری، بعد از بستن کلید k ، در القاگر (۱) میدان مغناطیسی مطابق شکل زیر به وجود می‌آید که قبل از آن وجود نداشت. پس در القاگر (۲) جریان القایی به گونه‌ای به وجود می‌آید که با این تغییر شار مخالفت کند و جریان القایی از a به b از گالوانومتر می‌گذرد.

در بقیه گزینه‌ها، تغییرات باعث کاهش شار عبوری از القاگر (۲) می‌شود و جهت جریان برعکس خواهد بود.



۳۸ - گزینه ۱ مطابق شکل فوق برای اینکه جریان القایی در R_2 به سمت راست باشد، باید میدان القایی (B') نیز به سمت راست باشد. با توجه به اینکه طبق قاعده دست راست جهت میدان سیملوله (A) نیز به سمت راست است، بنابراین طبق قانون لنز نتیجه می‌گیریم، باید این میدان در محل سیملوله (B) در حال کاهش باشد که این موضوع فقط در حالت (۳) اتفاق می‌افتد.



۳۹ - گزینه ۱ اگر حلقه را از دو طرف بکشیم، به دلیل کاهش سطح حلقه، شار مغناطیسی عبوری از آن کاهش می‌یابد. در نتیجه طبق قانون لنز، جریان الکتریکی القایی‌ای در آن ایجاد می‌شود که آثار مغناطیسی ناشی از آن با تغییر شار مغناطیسی در حلقه مخالفت می‌کند. پس میدان مغناطیسی ناشی از جریان القایی باید در جهت میدان درون سو باشد، یعنی جهت جریان القایی ساعتگرد است.

۴۰ - گزینه ۱ برای تعیین جهت جریان القایی می‌توان گفت طبق رابطه $\Phi = t^2 - 16$ در لحظه $t = 4s$ شار مغناطیسی صفر می‌شود. بنابراین در بازه زمانی $t = 0$ تا $t = 4s$ ، 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 هم جهت با میدان مغناطیسی خارجی، یعنی برون‌سو باشد. بنابراین جریان القایی در حلقه پادساعتگرد است که در مقاومت R از A به B می‌باشد.

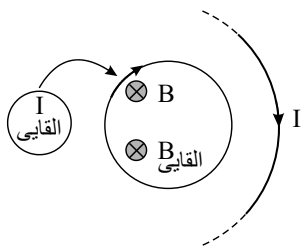
اکنون برای محاسبه بزرگی نیروی محرکه القایی در ثانیه دوم داریم:

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

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

۴۱ - گزینه ۱

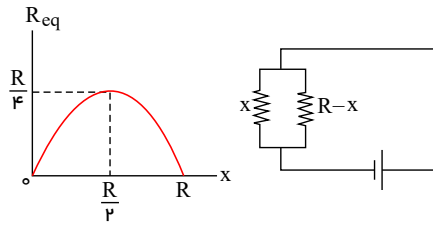
با افزایش مقاومت روستا، جریان مدار کاهش و شار عبوری از حلقه داخلی کمتر می‌شود. طبق قانون لنز باید میدان القایی در جهت میدان اصل باشد و جهت جریان القایی طبق قاعده دست راست ساعتگرد خواهد بود.



۴۲ - گزینه ۳ ابتدا مقاومت معادل را زمانی که لغزنده روستا در فاصله L' از نقطه M قرار دارد به دست می‌آوریم. فرض می‌کنیم، مقاومت قسمتی از سیم از نقطه M تا لغزنده روستا برابر x باشد. مقاومت کل سیم برابر R باشد. مقاومت معادل برابر است با:

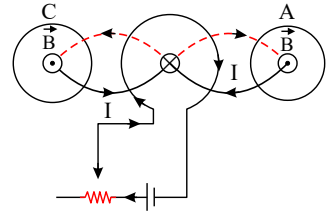
$$\frac{1}{x} + \frac{1}{R-x} = \frac{1}{R_{eq}} \Rightarrow R_{eq} = \frac{(R-x)x}{R} = \frac{Rx - x^2}{R}$$

اگر نمودار مقاومت معادل بر حسب x را بکشیم داریم:

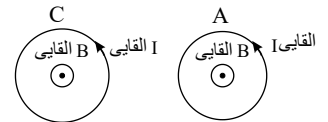


باتوجه به نمودار تا فاصله $\frac{L}{2}$ از نقطه M مقاومت معادل افزایش می‌یابد و پس از آن مقاومت معادل کاهش می‌یابد. بنابراین در این سؤال ابتدا جریان مطابق رابطه $I = \frac{\epsilon}{R_{eq} + r}$ کاهش و سپس افزایش می‌یابد. با توجه به قانون لنز چون جریان در مدار پادساعتگرد است با کاهش آن بزرگی میدان بروی سوی عبوری از حلقهٔ رسانا کاهش می‌یابد. بنابراین جریان القایی ابتدا پادساعتگرد است. با کاهش مقاومت رتوستا عبوری افزایش می‌یابد و لذا میدان مغناطیسی حاصل از حلقهٔ مدار افزایش می‌یابد. بنابراین جریان القایی در حلقه ساعتگرد می‌شود.

۴۳ - گزینه ۲ ابتدا جهت شار عبوری از حلقه‌های کناری حاصل از میدان حلقهٔ وسط مشخص می‌کنیم.

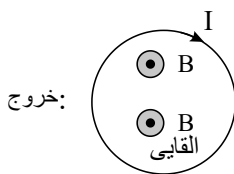
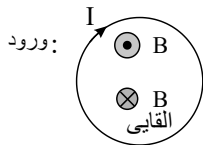


حال با لغزش رتوستا به سمت چپ مقاومت آن افزایش یافته. در نتیجه جریان مدار کاسته می‌شود. ($\downarrow I = \frac{V}{R}$) پس میدان حاصل از حلقه نیز کاهش می‌یابد. ($\downarrow B = \frac{\mu I}{2R}$) طبق قانون لنز برای جلوگیری از کاهش میدان \odot (شار) باید حلقه‌های A و C با ایجاد جریان، از کاهش شار \odot جلوگیری کنند یعنی میدان \odot ایجاد کنند. که طبق قاعدهٔ دست راست جریان القایی آنها پادساعتگرد خواهد بود.



۴۴ - گزینه ۲

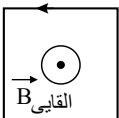
هنگام ورود حلقه، شار در حال افزایش است. طبق قانون لنز، میدان القایی خلاف جهت میدان خارجی است. طبق قاعدهٔ دست راست، جریان القایی ساعتگرد است.



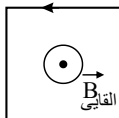
در هنگام خروج، شار در حال کاهش است و جریان القایی پادساعتگرد می‌شود.

۴۵ - گزینه ۴

طبق قانون لنز در حالت اول جریان القایی باید در جهتی تولید شود تا با اثر کاهش میدان (کاهش شار مغناطیسی عبوری) مخالفت کند. از این رو باید جریان القایی پادساعتگرد باشد.



در حالت دوم میدان به صورت درون سو در حال افزایش است. جریان القایی باید در جهتی باشد تا با این افزایش مخالفت کند. از این رو مجدداً جریان القایی باید میدانی درون سو تولید کند. یعنی:



یعنی جریان القایی پیوسته پادساعتگرد خواهد بود.

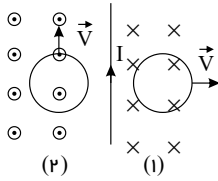
۴۶ - گزینه ۴ با کاهش جریان گذرا از سیم راست، بزرگی میدان مغناطیسی برون‌سوی ناشی از سیم در داخل حلقه کاهش یافته و شار مغناطیسی گذرا از حلقه کاهش می‌یابد. بنابراین طبق قانون لنز، جهت میدان ناشی از جریان القایی در جهت میدان اصلی و برون‌سو خواهد بود که در این حالت طبق قاعدهٔ دست راست جریان القایی در حلقه پادساعتگرد می‌باشد. از طرف دیگر با حرکت حلقه به سمت راست، میدان مغناطیسی ناشی از جریان سیم راست در داخل حلقه به علت افزایش فاصله از سیم، کاهش می‌یابد و در نتیجه شار گذرنده از حلقه هم کاهش



می‌یابد که در این حالت بنا بر قانون لنز، جهت میدان ناشی از جریان القایی در حلقه در جهت میدان اصلی و برون سو خواهد بود که طبق قاعده دست راست، جریان القایی در حلقه پادساعتگرد می‌شود.

۴۷ - گزینه ۲

میدان مغناطیسی ناشی از جریان سیم راست مطابق قاعده دست راست به صورت شکل زیر است:



با حرکت حلقه (۲) به موازات سیم، اندازه میدان مغناطیسی و در نتیجه شار مغناطیسی از حلقه تغییری نمی‌کند، بنابراین جریانی در آن القا نمی‌شود.

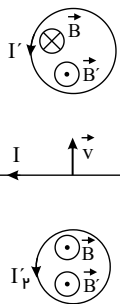
با دور شدن حلقه (۱) از سیم راست، میدان مغناطیسی درون سوی گذرنده از آن و در نتیجه شار مغناطیسی گذرنده از حلقه کاهش می‌یابد. بنابراین جریانی ساعتگرد در حلقه القا می‌شود تا با ایجاد میدان مغناطیسی درون سو، با کاهش شار مغناطیسی مخالفت کند.

۴۸ - گزینه ۴

ابتدا جهت میدان مغناطیسی ناشی از جریان سیم مستقیم I را در درون حلقه‌ها تعیین می‌کنیم. با توجه به قاعده دست راست، میدان مغناطیسی سیم حامل جریان I ، در حلقه (۱) درون سو و در حلقه (۲) برون سو است. یون سیم به حلقه (۱) نزدیک و از حلقه (۲) دور می‌شود.

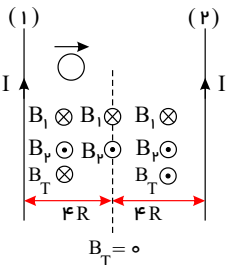
تجمع خط‌های میدان مغناطیسی در حلقه (۱) افزایش و در حلقه (۲) کاهش می‌یابد. بنابراین، طبق قانون لنز، باید به جریان القایی در حلقه (۱) پادساعتگرد باشد تا

میدان مغناطیسی آن برون سو شود و بتواند با افزایش میدان مغناطیسی درون سوی حاصل از سیم حامل جریان I مخالفت کند. برای حلقه (۲) نیز که میدان مغناطیسی برون سوی ناشی از جریان سیم در آن در حال کاهش است، باید جریان القایی پادساعتگرد باشد تا میدان مغناطیسی برون سوی حاصل از آن با کاهش میدان مغناطیسی برون سوی حاصل از سیم حامل جریان مخالفت کند. بنابراین، جهت جریان القایی در هر دو حلقه پادساعتگرد است.



۴۹ - گزینه ۲ طبق قاعده دست راست و مطابق شکل در فضای بین دو سیم جهت میدان حاصل از جریان سیم (۱) درون سو و جهت میدان حاصل از جریان سیم (۲) برون سو است. چون اندازه‌ی جریان عبوری از دو سیم مساوی است پس دقیقاً در وسط دو سیم بزرگی میدان مغناطیسی برآیند صفر می‌شود. بدیهی است که قبل از آن و سمت چپ، میدان برآیند درون سو و در حال کاهش و بعد از آن و سمت راست میدان مغناطیسی برآیند، برون سو و در حال افزایش خواهد بود.

با حرکت حلقه از مجاورت سیم (۱) و به ازای فاصله $x < 4R$ چون میدان مغناطیسی برآیند درون سو و در حال کاهش است، پس شار عبوری از حلقه نیز در حال کاهش بوده و طبق قانون لنز جریان القایی ساعت گردی در حلقه ایجاد می‌شود تا میدان مغناطیسی القایی هم جهت با میدان مغناطیسی برآیند شده تا با کاهش شار مخالفت کند. و پس از عبور حلقه از وسط دو سیم و به ازای $x > 4R$ چون میدان مغناطیسی برآیند برون سو و در حال افزایش است، پس شار عبوری از حلقه نیز افزایش یافته و طبق قانون لنز در این حالت نیز در حلقه جریان القایی ساعت گردی ایجاد می‌شود تا میدان مغناطیسی القایی در خلاف جهت میدان مغناطیسی برآیند شده و با افزایش شار مخالفت کند.



۵۰ - گزینه ۱ موارد را به ترتیب بررسی می‌کنیم.

در شکل‌های الف و ب آهنربا دور می‌شود در نتیجه میدان و شار عبوری از حلقه کاهش می‌یابد، پس جهت جریان القایی باید طوری باشد که با دور شدن آهنربا مخالفت کند. پس در مورد الف) باید جهت جریان رو به بالا و در مورد ب) باید جریان عبوری از مقاومت R به سمت چپ باشد.

در شکل پ) حلقه با دور شدن از سیم در میدان ضعیف‌تری قرار می‌گیرد و شار عبوری از آن کاهش می‌یابد پس طبق قانون لنز باید جهت میدان حاصل از سیم و حلقه در مرکز آن یکی باشد یعنی میدان القایی حلقه درون سو و جهت جریان القایی ساعتگرد است.

در شکل ت) در این مورد نیز طبق قانون لنز جهت جریان القایی درست رسم نشده است.

۵۱ - گزینه ۱

$$|\bar{\epsilon}_{0-10}| = \left| -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| = \left| -1 \times \frac{4 - (-4)}{10} \right| = 0,8V$$

$$|\bar{\epsilon}_{10-20}| = \left| -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| = \left| -1 \times \frac{0 - 4}{10} \right| = 0,4V$$

$$|\bar{\epsilon}_{12-18}| = |\bar{\epsilon}_{10-20}| = 0,4V$$

$$|\bar{\epsilon}_{2-8}| = |\bar{\epsilon}_{0-10}| = 0,8V$$

طبق شکل، تغییرات شار مغناطیسی در بازه صفر با $10,8$ و $10,8$ تا $20,8$ به صورت خطی است، پس:

۵۱ - گزینه ۳ راه حل اول



باتوجه به سهمی داده شده می توانیم معادله شار عبوری از یک حلقه را برحسب زمان به صورت یک تابع درجه ۲ به دست آوریم:

$$\Phi = at^2 + bt + c \xrightarrow{t=0} \Phi = c = \lambda$$

$$\xrightarrow{t=2s, c=\lambda} \Phi = \lambda Wb \quad \circ = 4a + 2b + \lambda \Rightarrow 2a + b = -4 \quad (1)$$

همچنین مختصات رأس سهمی برابر است با:

$$t = -\frac{b}{2a} = 2 \Rightarrow b = -4a \quad (2)$$

حل هم زمان معادله های (۱) و (۲):

$$\left. \begin{aligned} 2a + b &= -4 \\ b &= -4a \end{aligned} \right\} \Rightarrow a = +2, b = -8$$

پس معادله شار مغناطیسی برابر است با:

$$\Phi = 2t^2 - 8t + 8 \quad \left\{ \begin{aligned} t_1 = 2s \Rightarrow \Phi_1 = 0 \\ t_2 = 4s \Rightarrow \Phi_2 = 8 \end{aligned} \right. \Rightarrow \bar{\varepsilon} = -1 \times \frac{8 - 0}{2} = -4V$$

راه حل دوم

چون نمودار درجه دوم نسبت به رأس متقارن است و رأس سهمی ثانیه ۲ است. دو ثانیه دوم همان مقدار افزایش شار داریم که در دو ثانیه اول کاهش شار داشتیم. تنها علامت نیروی محرکه، قرینه نیرومحرکه دو ثانیه اول است.

$$\bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \quad \left\{ \begin{aligned} t_1 = 0 \Rightarrow \Phi_1 = \lambda \\ t_2 = 2 \Rightarrow \Phi_2 = 0 \end{aligned} \right. \Rightarrow \bar{\varepsilon} = 1 \times \frac{\lambda}{2} = -4V \xrightarrow{\text{قرینه}} \bar{\varepsilon} = -4V$$

۵۳ - گزینه ۲ طبق رابطه $\varepsilon = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$ ، نیروی محرکه القایی متناسب با شیب نمودار $\phi - t$ است. به علت وجود علامت منفی در این رابطه، هر جا شیب نمودار $\phi - t$ مثبت باشد، ε منفی است و برعکس.

۵۴ - گزینه ۲ طبق رابطه $\bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$ ، قرینه شیب نمودار $\phi - t$ نشانگر $\bar{\varepsilon}$ است.

در بازه زمانی $0 < t < 1$ ، $\bar{\varepsilon} > 0$ و شیب نمودار $\phi - t$ باید منفی باشد.

در بازه زمانی $1 < t < 2$ ، $\bar{\varepsilon} = 0$ و شیب نمودار $\phi - t$ باید صفر باشد.

در بازه زمانی $2 < t < 3$ ، $\bar{\varepsilon} < 0$ و شیب نمودار $\phi - t$ باید مثبت باشد.

۵۵ - گزینه ۴

$$\phi = BA \cos \theta = 20 \times 10^{-4} \times (4 \times 5 \times 10^{-2}) \times \cos 0 = 4 \times 10^{-6} Wb = 4 \mu Wb$$

کل مسافتی که از لحظه ورود قاب تا خروج کامل قاب از میدان طی می شود برابر $25cm$ است. پس:

$$t = \frac{d}{v} = \frac{25 \times 10^{-2}}{1} = 25 \times 10^{-2} s = 250ms$$

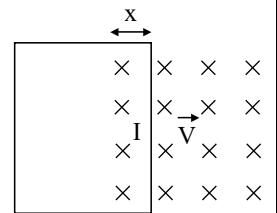
۵۶ - گزینه ۲ حرکت حلقه با سرعت ثابت $1 \frac{cm}{s}$ است، بنابراین در هر ثانیه، ۱ سانتی متر از طول ضلع حلقه از میدان مغناطیسی خارج می شود. پس تغییر شار عبارت است از:

$$\left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = \left| \frac{\Delta (AB \cos \theta)}{\Delta t} \right| = \left| B \cos \theta \frac{\Delta A}{\Delta t} \right| = \left| Bl \cos \theta \frac{dx}{dt} \right|$$

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

۵۷ - گزینه ۱ برای یک حلقه ای که سطح آن عمود بر خطهای میدان مغناطیسی است و در حال وارد شدن به میدان مغناطیسی یکنواخت است، می نویسیم:

$$\Phi = BA = Blx = BLvt \Rightarrow |\varepsilon| = \left| -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = BLV$$



پس حلقه ای که l بزرگ تری داشته باشد، نیروی محرکه ی القایی بیش تری در آن تولید خواهد شد.

بنابراین در حلقه ی (۱) نیروی محرکه ی القایی بیش تر خواهد بود. چون عامل تأثیر گذار در نیروی محرکه ی القایی طول آن ضلعی از حلقه است که عمود بر راستای سرعت حلقه است. برای حلقه (۱)، (۲)، (۳) و (۴) طول این ضلع به ترتیب $4a$ ، $3a$ ، $2a$ و a است.

۵۸ - گزینه ۴ در این مدار با حرکت میله، میله به یک منبع نیروی محرکه ی الکتریکی تبدیل می شود و مانند یک باتری با نیروی محرکه ی $\varepsilon' = BLV$ عمل می کند. طبق قاعده ی دست راست و انون لنز نیروی محرکه ی القایی در میله از b به سمت a یعنی خلاف جهت نیروی محرکه ی مولدست. بنابراین اندازه ی جریان مدار برابر است با:

$$\varepsilon' = BLV = 0,6 \times 15 \times 0,2 = 1,8V$$

$$I = \frac{\varepsilon - \varepsilon'}{R} = \frac{2 - 1,8}{5} = \frac{0,2}{5} = 0,04A$$

۵۹ - گزینه ۲ با حرکت سیم MN به سمت راست، مساحت قاب افزایش یافته و در نتیجه شار مغناطیسی عبوری از آن نیز افزایش می یابد. برای جلوگیری از افزایش شار مغناطیسی، باید میدان مغناطیسی القایی در خلاف جهت میدان مغناطیسی خارجی باشد، بنابراین طبق قاعده دست راست جهت جریان القایی از M به N خواهد بود. همچنین برای محاسبه جریان القایی می توان نوشت:



$$\Rightarrow \bar{I} = \frac{1 \times 1,6 \times 10^{-2}}{2} \times 1,7 \Rightarrow I = 12 \times 10^{-3} A = 12 mA \quad |\bar{\epsilon}| = R\bar{I} \Rightarrow \left| -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t} \right| = R\bar{I} \Rightarrow NB \left| -\frac{\Delta A}{\Delta t} \right| = R\bar{I} \Rightarrow \bar{I} = \frac{NB}{R} \left| -\frac{\Delta A}{\Delta t} \right|$$

۶۰ - گزینه ۳

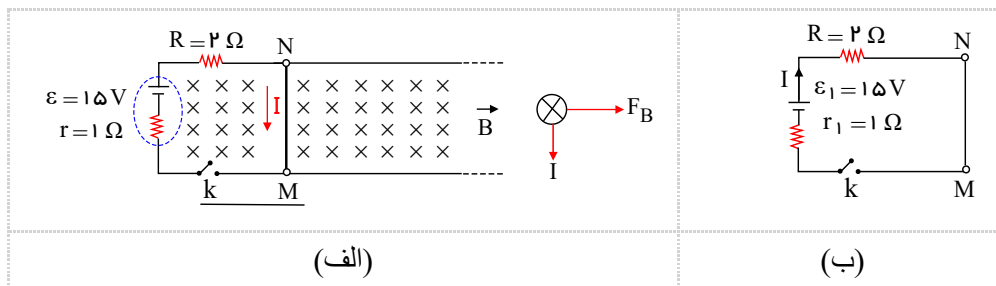
$$\epsilon = Blv \xrightarrow{v=at+v_0} \epsilon = Bl(at + v_0)$$

$$\Rightarrow \epsilon = 5 \times 10^{-2} \times 20 \times 10^{-2} (2 \times 10 + 0)$$

$$\Rightarrow \epsilon = 10^{-2} \times 20 \Rightarrow \epsilon = 2 \times 10^{-3} V$$

چون میله به سمت راست حرکت می‌کند، شار مغناطیسی عبوری از حلقه افزایش می‌یابد. طبق قانون لنز، جهت جریان القایی باید به گونه‌ای باشد که با این افزایش شار عبوری خود مخالفت کند. بنابراین \vec{B}' القایی باید در خلاف جهت \vec{B} اصلی باشد بنابراین میدان مغناطیسی برون‌سو خواهد شد ($B' \Rightarrow \odot$). پس طبق قاعده‌ی دست راست باید جریان در مدار پادساعتگرد و در نتیجه جریان عبوری از مقاومت به سمت پایین (\downarrow) باشد.

۶۱ - گزینه ۳ با بستن کلید K جریان الکتریکی در جهت ساعتگرد در مدار ایجاد می‌شود یعنی جریان در سیم از N به M برقرار می‌شود و مطابق قاعده‌ی دست راست به سیم MN نیروی مغناطیسی به سمت راست وارد می‌شود. این نیرو سبب می‌شود تا سیم MN در جهت راست شروع به حرکت کند. با حرکت سیم طبق قانون لنز در دو سر سیم MN یک ولتاژ القایی ایجاد می‌شود که با جریان عبوری در مدار مخالفت می‌کند. از این رو داریم:



$$\begin{cases} F_B = BIL \sin \theta & \theta = 90^\circ \Rightarrow \sin \theta = 1 \\ F = ma & F_B = F \end{cases} \rightarrow BIL = ma$$

$$\Rightarrow I = \frac{ma}{BL} = \frac{0,1 \times 2 \times 2}{0,1 \times 0,2} = 2 A \Rightarrow I = 2 A$$

اکنون می‌توانیم با حرکت از نقطه M تا N ، مقدار ΔV_{MN} را به دست آوریم:

$$V_M - Ir_1 + \epsilon_1 - IR = V_N$$

$$V_M - 2 \times 1 + 15 - 2 \times 2 = V_N \Rightarrow V_N - 9 = V_M \Rightarrow V_M - V_N = -9V$$

۶۲ - گزینه ۳ توان خروجی مولد از رابطه $P = \epsilon I - rI^2$ به دست می‌آید.

$$\Rightarrow P = \epsilon I - rI^2 = 0 \Rightarrow \epsilon = rI \xrightarrow{\epsilon=1V, r=2\Omega} I = \frac{1}{2} A$$

برای این که جهت جریان حاصل از مولد القایی را در مدار تعیین کنیم فرض می‌کنیم مولد القایی به صورت محرکه با مولد ϵ در مدار قرار داشته باشد داریم:

$$I = \frac{\epsilon + \epsilon_m}{R + r} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{1 + \epsilon_m}{2 + 2} \Rightarrow \epsilon_m = 1V$$

چون $\epsilon_m > 0$ است، بنابراین جهت قرارگیری آن در مدار صحیح است. داریم:

$$\epsilon_m = Blv \Rightarrow 1 = 5 \times 4 \times v \Rightarrow v = \frac{1}{20} m/s = 5 cm/s$$

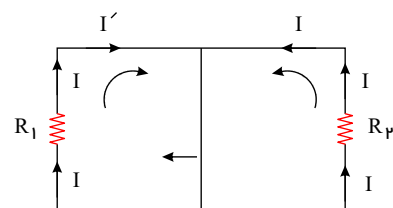
چون جریان القایی در جهت جریان مولد یعنی ساعتگرد است، در نتیجه باید عامل ایجاد تغییر شار، شار مغناطیسی را کاهش داده باشد و این به معنی این است که میله باید به سمت چپ حرکت کند.

۶۳ - گزینه ۱ طبق قانون لنز:

در حلقه سمت راست: شار درون‌سو $\uparrow \leftarrow$ میدان القایی برون‌سو \odot و جریان القایی \ominus

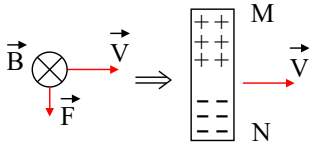
در حلقه سمت چپ: شار درون‌سو $\downarrow \leftarrow$ میدان القایی درون‌سو \otimes و جریان القایی \ominus

جریان هر دو مقاومت رو به بالاست.





۶۴ - گزینه ۱



با حرکت سیم MN به طرف راست به الکترون های سیم طبق قانون دست راست و مطابق شکل، نیرویی رو به پایین وارد می شود که در نتیجه ی آن در حین حرکت در میله در نقطه ی M بارهای مثبت و در نقطه ی N بارهای منفی تجمع می کنند بنابراین پتانسیل الکتریکی نقطه ی M بیش تر از پتانسیل الکتریکی نقطه ی N خواهد شد.

۶۵ - گزینه ۳ طبق متن کتاب درسی گزینه ۳، نادرست است. هنگام عبور جریان پایا از یک القاگر آرمانی، انرژی به آن وارد یا از آن خارج نمی شود.

۶۶ - گزینه ۱

$$U = \frac{1}{2} LI^2 \xrightarrow{\text{قرار دادن یکجاها}} J = [H] \times A^2 \rightarrow [H] = \frac{J}{A^2} = \frac{\frac{C}{A}}{\frac{V}{A}} = s \cdot \Omega$$

۶۷ - گزینه ۳

$$\frac{U'}{U} = \left(\frac{I'}{I}\right)^2 \Rightarrow \frac{U - 400 \times 10^{-3}}{U} = \left(\frac{I - 2}{I}\right)^2 \xrightarrow{U = \frac{1}{2} LI^2} 1 - \frac{400 \times 10^{-3}}{\frac{1}{2} \times 40 \times 10^{-3} I^2} = \frac{(I - 2)^2}{I^2}$$

$$1 - \frac{0.4}{0.02 I^2} = \frac{(I - 2)^2}{I^2} \Rightarrow 1 - \frac{20}{I^2} = \left(\frac{I - 2}{I}\right)^2 \xrightarrow{\text{امتحان گزینه ها}} I = 6A$$

۶۸ - گزینه ۱ با توجه به رابطه انرژی مغناطیسی ذخیره شده در القاگر، می توان نوشت:

$$U = \frac{1}{2} LI^2 \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{I_2^2}{I_1^2} \xrightarrow{U_2 = U_1 + \Delta U, \Delta U = 0.21 U_1} \frac{1.21 U_1}{U_1} = \frac{I_2^2}{I_1^2} \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \sqrt{1.21} \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = 1.1$$

حال درصد تغییرات جریان را به صورت زیر به دست می آوریم:

$$\frac{\Delta I}{I_1} \times 100 = \left(\frac{I_2}{I_1} - 1\right) \times 100 = (1.1 - 1) \times 100 = 0.1 \times 100 = 10\%$$

۶۹ - گزینه ۴ با استفاده از رابطه انرژی مغناطیسی ذخیره شده در القاگر، داریم:

$$U_{\max} = \frac{1}{2} LI^2_{\max} = \frac{1}{2} \times \frac{2}{10} \times 2^2 = 0.4J$$

۷۰ - گزینه ۲ با توجه به رابطه انرژی ذخیره شده در القاگر، داریم:

$$U = \frac{1}{2} LI^2 \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{L_2}{L_1} \times \left(\frac{I_2}{I_1}\right)^2 \xrightarrow{I_2 = I_1, U_2 = 9J, U_1 = 1J} 9 = \frac{L_2}{L_1} \times 1 \Rightarrow \frac{L_2}{L_1} = 9$$

حال با توجه به رابطه ضریب القاوری، می توان نوشت:

$$L = \mu_0 \frac{AN^2}{\ell} \Rightarrow \frac{L_2}{L_1} = \frac{A_2}{A_1} \times \frac{\ell_1}{\ell_2} \times \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 \Rightarrow 9 = 1 \times 1 \times \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{N_2}{N_1} = 3$$

۷۱ - گزینه ۱ با کاهش مقاومت رئوستا، جریان مدار افزایش یافته و نیروی محرکه خود القاوری در خلاف جهت نیروی محرکه مولد خواهد بود. (گزینه های (۱) یا (۲))

اگر جهت مولد عوض شود و مقاومت رئوستا افزایش یابد، جریان مدار کم می شود و نیروی محرکه خود القاوری هم جهت نیروی محرکه مولد خواهد بود. (گزینه های (۱) و (۳)) بنابراین گزینه ۱، درست است.

۷۲ - گزینه ۱ بلافاصله پس از بستن کلید، القاگر همانند قطعه ای با مقاومت بسیار بالا عمل کرده و اجازه ی عبور جریان را از خود نمی دهد و تمام جریان از لامپ عبور می کند. اما رفته رفته از خاصیت القایی القاگر کاسته شده و سرانجام القاگر، همانند یک سیم بدون مقاومت رفتار کرده و تمام جریان مدار این بار از القاگر عبور کرده و دو سر لامپ اتصال کوتاه شده و لامپ خاموش خواهد شد.

۷۳ - گزینه ۳ با باز کردن کلید، جریان در شاخه اصلی شروع به کم شدن می کند و انرژی القاگر شروع به آزاد شدن می کند و باعث می شود لامپ روشن شود و تا مدتی روشن بماند و سپس خاموش شود.

۷۴ - گزینه ۱ ابتدا جریان الکتریکی مدار که از سیملوله می گذرد را به دست می آوریم و سپس انرژی ذخیره شده در آن را حساب می کنیم.

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow I = \frac{12}{(4 + 1) + 1} \Rightarrow I = 2A$$

$$U = \frac{1}{2} LI^2 \xrightarrow{L = 0.2H, I = 2A} U = \frac{1}{2} \times 0.2 \times 4 \Rightarrow U = 0.4J$$

۷۵ - گزینه ۳ انرژی مغناطیسی ذخیره شده در سیملوله برابر است با:

$$U = \frac{1}{2} LI^2 \xrightarrow{I = \frac{V}{R}} U = \frac{1}{2} L \left(\frac{V}{R}\right)^2 \Rightarrow \frac{U_1}{U_2} = \frac{L_1}{L_2} \times \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^2 \times \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2$$

$$\frac{3}{2} = \frac{L_1}{L_2} \times \left(\frac{V_1}{2V_1}\right)^2 \times \left(\frac{R_2}{8R_2}\right)^2 \Rightarrow \frac{3}{2} = \frac{L_1}{L_2} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{64} \Rightarrow \frac{3}{2} = \frac{L_1}{L_2} \times \frac{1}{256} \Rightarrow \frac{L_1}{L_2} = 384$$

۷۶ - گزینه ۱

$$\text{قبل از بسته شدن کلید: } I_1 = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{18}{6} = 3A$$



$$U_1 = \frac{1}{2} L I_1^2 = \frac{9}{2} L$$

$$\text{بعد از بسته شدن کلید: } I_2 = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{18}{4} = \frac{9}{2} A$$

$$U_2 = 2 \times \left(\frac{1}{2} L \left(\frac{I_2}{2} \right)^2 \right) = \frac{81}{16} L$$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{\frac{9}{2} L}{\frac{81}{16} L} = \frac{16 \times 9}{2 \times 81} = \frac{8}{9}$$

۷۷ - گزینه ۱ به دلیل وجود ولت سنج ایده آل در شاخه ی AC جریان عبوری از این شاخه صفر است. در نتیجه جریان عبوری از سیملوله همان جریان عبوری از شاخه ی AB است. از نقطه ی A به سمت نقطه ی B حرکت می کنیم و جمع جبری اختلاف پتانسیل های دو سر اجزای مدار را می نویسیم:

$$V_A - 3I + \varepsilon' = V_B \Rightarrow 18 - 3I + 6 = 6 \Rightarrow I = 6A$$

$$U = \frac{1}{2} L I^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{-3} \times 6^2 = 36 mJ$$

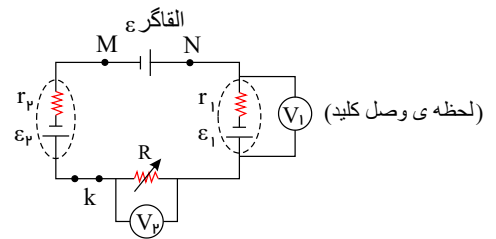
۷۸ - گزینه ۱ مطابق شکل، مولدها به صورت مخالف بسته شده اند. در لحظه وصل کلید جریان عبوری از القاگر در حال افزایش است. بنابراین مطابق قانون لنز در این لحظه القاگر مانند یک مولد عمل می کند که مانع عبور جریان از القاگر شود. از آن جا که در این لحظه $V_N > V_M$ است، بنابراین پایانه ی مثبت این مولد به نقطه ی N و پایانه ی منفی آن به نقطه ی M متصل است. لذا باید جریان در مدار به صورت پادساعتگرد باشد یعنی $\varepsilon_2 > \varepsilon_1$ است. پس از افزایش مقاومت R جریان عبوری در مدار کاهش می یابد، بنابراین عدد ولت سنج V_1 کاهش می یابد.

$$V_1 = \varepsilon_1 + r_1 I \xrightarrow{I \downarrow} V_1 \downarrow$$

با کاهش جریان در مدار افت پتانسیل در مقاومت های درونی مولدها کاهش می یابد. بنابراین اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R افزایش می یابد.

$$I = \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{r_1 + r_2 + R} \Rightarrow \varepsilon_2 - \varepsilon_1 = \underbrace{r_1 I}_{V_{r_1}} + \underbrace{r_2 I}_{V_{r_2}} + \underbrace{RI}_{V_R} \xrightarrow{I \downarrow} V_2 \uparrow$$

$\varepsilon_2 - \varepsilon_1 = \text{ثابت}$



۷۹ - گزینه ۱ اگر فرض کنیم n کلید را ببندیم، جریان عبوری از هر مقاومت $R = 4\Omega$ برابر است با:

$$I_{js} = \frac{\varepsilon}{\frac{R}{n+1} + r} \Rightarrow I = \frac{I_{js}}{n+1} \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R + (n+1)r}$$

انرژی ذخیره شده در القاگر برابر است با:

$$U = \frac{1}{2} L I^2 \xrightarrow{I = \frac{\varepsilon}{R + (n+1)r}} U = \frac{1}{2} L \left(\frac{\varepsilon}{R + (n+1)r} \right)^2$$

با بستن کلیدها، L و ε تغییر نمی کند، بنابراین می توان نوشت:

$$\frac{U'}{U} = \left(\frac{R + (n+1)r}{R + (n'+1)r} \right)^2 \xrightarrow[n=0, U=0.8J]{U'=0.8-0.35=0.45J} \frac{0.45}{0.8} = \left(\frac{4+2}{4+(n'+1) \times 2} \right)^2 \Rightarrow \frac{3}{4} = \frac{6}{4+(n'+1) \times 2} \Rightarrow n' = 1$$

در نتیجه باید یک کلید بسته شود تا انرژی ذخیره شده در القاگر ۰.۳۵J کاهش یابد.

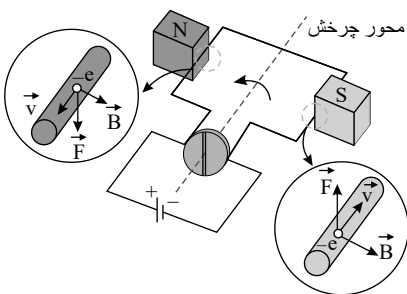
۸۰ - گزینه ۱ در لحظه نشان داده شده در شکل، شار مغناطیسی عبوری از حلقه صفر است و با توجه به این که شار مغناطیسی از رابطه $\Phi = BA \cos \frac{2\pi}{T} t$ و نیروی محرکه القایی از رابطه

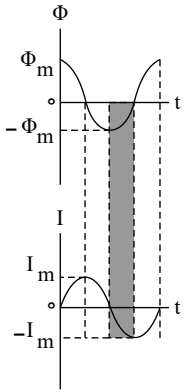
$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_m \sin \frac{2\pi}{T} t$$

محاسبه می شوند، در لحظه ای که $\cos \frac{2\pi}{T} t$ صفر است، بزرگی $\sin \frac{2\pi}{T} t$ بیشینه است، پس نیروی محرکه القایی و جریان بیشینه هستند.

۸۱ - گزینه ۱

تصویر مربوط به تصویر یک موتور الکتریکی است که با عبور جریان از حلقه رسانا، به حلقه در میدان مغناطیسی ناشی از آهن ربا نیرو وارد شده و آن را در جهت (۱) می چرخاند.





اگر نمودارهای شار مغناطیسی عبوری از حلقه برحسب زمان و جریان القایی عبوری از حلقه را در یک دوره رسم کنیم، پاسخ مشخص خواهد شد.

۸۳ - گزینه ۱

$$\frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0.04} = 50\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$I = I_{\max} \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right) \Rightarrow I = 5 \sin(50\pi t) \xrightarrow{t = \frac{1}{200} \text{ s}} I = 5 \sin\left(50\pi \times \frac{1}{200}\right)$$

$$\Rightarrow I = 5 \sin \frac{\pi}{4} = 5 \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow I = 2.5\sqrt{2} A$$

۸۴ - گزینه ۳

$$\phi = 0.06 \cos \theta \xrightarrow{\phi = 0.02 \text{ wb}} \cos \theta = \frac{1}{3}$$

$$\sin^2 \theta + \cos^2 \theta = 1 \Rightarrow \sin^2 \theta = 1 - \left(\frac{1}{3}\right)^2 \rightarrow \sin \theta = \sqrt{\frac{8}{9}} = \frac{2\sqrt{2}}{3}$$

$$\Rightarrow I = 3 \times \frac{2\sqrt{2}}{3} = 2\sqrt{2} A$$

$$\varepsilon = RI = 2 \times 2\sqrt{2} = 4\sqrt{2} V$$

۸۵ - گزینه ۲

$$\phi = \phi_m \cos \theta \Rightarrow \frac{3}{4} \phi_m = \phi_m \cos \theta \Rightarrow \cos \theta = \frac{3}{4}$$

$$\sin^2 \theta + \cos^2 \theta = 1 \Rightarrow \sin \theta = \sqrt{1 - \frac{9}{16}} = \frac{\sqrt{7}}{4}$$

$$I = I_m \sin \theta \Rightarrow \frac{I}{I_m} = \sin \theta = \frac{\sqrt{7}}{4}$$

۸۶ - گزینه ۲ تعداد دور در ثانیه، همان بسامد جریان است.

$$f = 50 \text{ Hz} \Rightarrow T = \frac{1}{50} \text{ s}$$

$$I = I_m \sin \frac{2\pi}{T}t \xrightarrow{I = \frac{1}{2} I_m} \sin \frac{2\pi}{T}t = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{2\pi}{T}t = \frac{\pi}{6} \Rightarrow t = \frac{T}{12} = \frac{1}{600} \text{ s}$$

جهت جریان در لحظه‌های $t = \frac{nT}{2}$ عوض می‌شود. اولین لحظه‌ای که جریان عوض می‌شود $\frac{T}{2}$ یعنی $\frac{1}{100}$ ثانیه است. بنابراین حداقل زمانی که طول می‌کشد تا پس از $\frac{1}{600} \text{ s}$ جهت جریان عوض شود برابر است با:

$$\frac{1}{100} - \frac{1}{600} = \frac{5}{600} = \frac{1}{120} \text{ s}$$

۸۱ - گزینه ۴ ابتدا جریان عبوری از رسانا را در لحظه موردنظر به دست می‌آوریم:

$$V = RI \Rightarrow 5 = 10 \times I \Rightarrow I = 0.5 A$$

با توجه به رابطه جریان متناوب داریم:



علیرضا ایدل خانی

$$I = I_m \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right) \xrightarrow{T=20ms=2 \times 10^{-2}s} \text{و } \delta = 1 \times \sin\left(\frac{2\pi}{0.02}t\right) \Rightarrow \sin(100\pi t) = \frac{1}{2}$$

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

۸۸ - گزینه ۲ جریان عبوری از القاگر در لحظه $t = \frac{13}{120} s$ برابر است با:

$$I = 4 \sin\left(20\pi \times \frac{13}{120}\right) = 4 \sin\left(\frac{13}{6}\pi\right) = 4 \sin\left(2\pi + \frac{\pi}{6}\right) = 4 \sin\left(\frac{\pi}{6}\right) = 4 \times \frac{1}{2} = 2A$$

انرژی ذخیره شده در القاگر در این لحظه برابر است با:

$$U = \frac{1}{2}LI^2 = \frac{1}{2} \times \frac{2}{100} \times 2^2 = 0.04J = 40mJ$$

دوره تناوب جریان برابر است با:

$$\begin{cases} I = 4 \sin(20\pi t) \\ I = I_{\max} \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right) \end{cases} \Rightarrow \frac{2\pi}{T} = 20\pi \Rightarrow T = \frac{1}{10} s$$

بعد از هر $\frac{T}{2}$ ثانیه، جهت جریان عوض می شود:

$$\frac{t}{\left(\frac{T}{2}\right)} = \frac{13}{\frac{120}{2}} = 21.6$$

بنابراین دو بار جهت جریان تغییر کرده است.

۸۹ - گزینه ۱

$$\text{با توجه به نمودار} \quad \frac{\Delta T}{4} = 15 \Rightarrow T = 12ms$$

$$\text{بیشینه جریان} : I_m = \frac{\varepsilon_m}{R} = \frac{16}{4} = 4A$$

$$\text{اولین لحظه‌ای که جریان بیشینه می شود} : t = \frac{T}{4} = \frac{12}{4} = 3ms$$

۹۰ - 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:

$$I = I_{\max} \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right) \Rightarrow I = 4 \sin\left(\frac{2\pi}{0.016}t\right)$$

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

$$I = 4 \sin\left(\frac{2\pi}{0.016} \times 0.012\right) = 4 \sin\left(3\frac{\pi}{2}\right) = -4A \Rightarrow |I| = 4A$$

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

جریان در لحظه $t = \frac{T}{4} = \frac{16}{4} = 4ms$ برای اولین بار به مقدار بیشینه خود می رسد.

۹۱ - گزینه ۲ مبدل های A و B و C به ترتیب از نوع افزایشده، کاهشده و کاهشده هستند.

۹۲ - گزینه ۱ در نزدیکی نیروگاه از مبدل افزایشده استفاده می کنیم و تا حد امکان از ولتاژ بالاتر و جریان کمتر استفاده می کنیم تا اتلاف RI^2 در خط های انتقال کم شود و چون در وسایل خانگی و صنعتی (محل مصرف) ولتاژهای به نسبت پایین تری به لحاظ ایمنی و عایق بندی استفاده می کنیم، از مبدل کاهشده در نزدیکی محل مصرف استفاده می شود.

۹۳ - گزینه ۱ در مبدل های ac برای انتقال توان الکتریکی در فاصله های دور از ولتاژهای بالا و جریان های پایین استفاده می کنند.

۹۴ - گزینه ۳ در خطوط انتقال برای کاهش افت توان از ولتاژهای بالا و جریان های پایین استفاده می کنیم. همچنین افزایش و کاهش ولتاژ جریان ac بسیار آسان تر از جریان dc است.

پاسخنامه کلیدی

۱ - ۲	۱۵ - ۱	۲۹ - ۳	۴۳ - ۲	۵۷ - ۱	۷۱ - ۱	۸۵ - ۲
۲ - ۳	۱۶ - ۴	۳۰ - ۴	۴۴ - ۲	۵۸ - ۴	۷۲ - ۱	۸۶ - ۲
۳ - ۳	۱۷ - ۳	۳۱ - ۲	۴۵ - ۴	۵۹ - ۲	۷۳ - ۳	۸۷ - ۴
۴ - ۴	۱۸ - ۳	۳۲ - ۴	۴۶ - ۴	۶۰ - ۳	۷۴ - ۱	۸۸ - ۲
۵ - ۲	۱۹ - ۳	۳۳ - ۲	۴۷ - ۲	۶۱ - ۳	۷۵ - ۳	۸۹ - ۱
۶ - ۲	۲۰ - ۴	۳۴ - ۲	۴۸ - ۴	۶۲ - ۳	۷۶ - ۱	۹۰ - ۴
۷ - ۴	۲۱ - ۲	۳۵ - ۳	۴۹ - ۲	۶۳ - ۱	۷۷ - ۱	۹۱ - ۲
۸ - ۴	۲۲ - ۲	۳۶ - ۳	۵۰ - ۱	۶۴ - ۱	۷۸ - ۱	۹۲ - ۱
۹ - ۴	۲۳ - ۴	۳۷ - ۱	۵۱ - ۱	۶۵ - ۳	۷۹ - ۱	۹۳ - ۱
۱۰ - ۲	۲۴ - ۱	۳۸ - ۱	۵۲ - ۳	۶۶ - ۱	۸۰ - ۱	۹۴ - ۳
۱۱ - ۴	۲۵ - ۴	۳۹ - ۱	۵۳ - ۲	۶۷ - ۳	۸۱ - ۱	
۱۲ - ۲	۲۶ - ۱	۴۰ - ۱	۵۴ - ۲	۶۸ - ۱	۸۲ - ۴	
۱۳ - ۱	۲۷ - ۲	۴۱ - ۱	۵۵ - ۴	۶۹ - ۴	۸۳ - ۱	
۱۴ - ۳	۲۸ - ۲	۴۲ - ۳	۵۶ - ۲	۷۰ - ۲	۸۴ - ۳	