

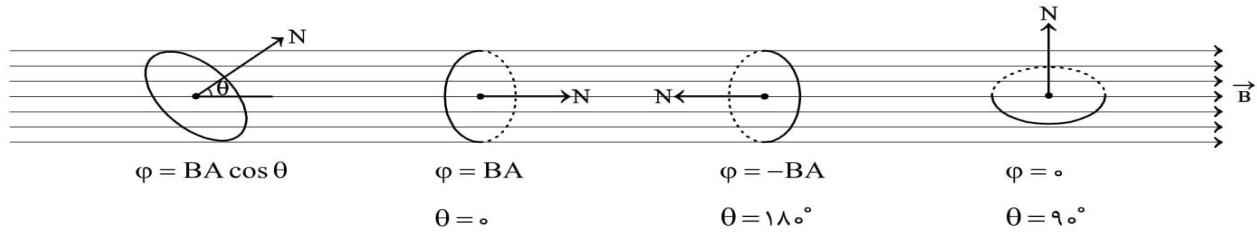
۱)

مهندسان فرشید رسولی

القای الکترومغناطیسی

شار مغناطیسی

خطوط مغناطیسی گذرنده از یک سطح محدود و بسته را شار مغناطیسی می گویند و کمیتی است نرده ای.



نکته اگر حلقه بر خطوط میدان مغناطیسی عمود باشد بیشترین شار از آن می گذرد و اگر موازی باشد شاری از آن نمی گذرد.

ماکسول $wb = 10^8$
 $wb = T \cdot m^2$

نکته یکای اصلی شار مغناطیسی وپر wb و یکای فرعی آن ماکسول است.

تست های 1 تا 11

۱- کدام یک از واحدهای زیر واحد شار مغناطیسی در SI است؟

(۴) آمپر / ژول

(۳) ژول / آمپر

(۲) ولت / ژول

(۱) ژول / ولت

۲- حلقه ای به مساحت A در میدان مغناطیسی یک نواخت $\vec{B}$ طوری قرار گرفته که بردار میدان مغناطیسی $\vec{B}$ با سطح حلقه زاویه 60° می سازد. شار مغناطیسی گذرنده از سطح حلقه کدام است؟

(۴) $\sqrt{3}AB$

(۳) $\frac{1}{2}AB$

(۲) $2AB$

(۱) $\frac{\sqrt{3}}{2}AB$

۳- طول سیملوله ای با هسته ای از جنس نیکل 50 cm ، تعداد دورهای آن 1000 ، سطح مقطع آن 50 cm^2 و شدت جریان عبوری از آن 10 A است. شار مغناطیسی عبوری از داخل سیملوله تقریباً چند وبر است؟

($\mu_0 = 12/5 \times 10^{-7} \text{ T.m/A}$ نیکل، $K = 200$)

(۴) $2/5 \times 10^2$

(۳) $1/25 \times 10^2$

(۲) $2/5 \times 10^{-2}$

(۱) $1/25 \times 10^{-2}$

مبحث : القای الکترومغناطیسی

القای الکترومغناطیسی

مهندسن فرشید رسولی

۴- یک حلقه‌ی دایره‌ای شکل عمود بر میدان مغناطیسی یک‌نواختی قرار دارد و شار عبوری از آن 5 wb است. اگر این حلقه را به صورت قابی به شکل مربع درآوریم و با همان شرایط در میدان قرار دهیم، شار عبوری از آن چند وبر می‌شود؟ ($\pi = 3$)

$$\frac{20}{3} \quad (4)$$

$$4 \quad (3)$$

$$\frac{15}{4} \quad (2)$$

$$1 \quad (1)$$



۵- حلقه‌ای فلزی به شعاع 20 cm در یک میدان مغناطیسی $B = 0.1 \text{ T}$ قرار دارد و خط‌های میدان موازی با سطح حلقه می‌باشند. اگر حلقه حول یکی از قطرهایش که بر خط‌های میدان عمود است، به اندازه‌ی 60° دوران کند، شار عبوری از آن چند وبر تغییر می‌کند؟

$$2 \times 10^{-4} \quad (4)$$

$$\sqrt{3} \times 10^{-4} \quad (3)$$

$$2\pi\sqrt{3} \times 10^{-4} \quad (2)$$

$$2\sqrt{3} \times 10^{-4} \quad (1)$$



۶- حلقه‌ای به مساحت 50 cm^2 با خطوط میدان مغناطیسی یک‌نواختی زاویه‌ی 37° می‌سازد. اگر میدان مغناطیسی در همان جهت و در SI با معادله‌ی $B = 2t + 2$ تغییر کند، تغییر شار مغناطیسی در حلقه در هر ثانیه چند وبر است؟

$$3 \times 10^{-3} \quad (4)$$

$$3 \times 10^{-2} \quad (3)$$

$$6 \times 10^{-3} \quad (2)$$

$$6 \times 10^{-2} \quad (1)$$



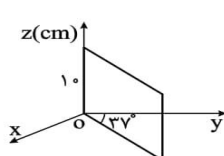
۷- حلقه‌ای به مساحت 40 cm^2 عمود بر میدان مغناطیسی $B = 0.5 \text{ T}$ قرار دارد. اگر حلقه را حول یکی از قطرهایش 180° بچرخانیم اندازه‌ی تغییر شار مغناطیسی در حلقه چند وبر است؟

$$\text{صفر} \quad (4)$$

$$4 \times 10^{-3} \quad (3)$$

$$2 \times 10^{-3} \quad (2)$$

$$10^{-3} \quad (1)$$



$$5, \text{ افزایش} \quad (4)$$

$$5, \text{ کاهش} \quad (3)$$

$$1, \text{ افزایش} \quad (2)$$

$$1, \text{ کاهش} \quad (1)$$



۸- در شکل مقابل قاب مربع‌شکلی درون میدان مغناطیسی یک‌نواخت $\vec{B} = (0.5 \text{ T}) \hat{i}$ قرار دارد. اگر قاب را حول ضلعی که منطبق بر محور Z است دوران دهیم که زاویه‌اش با محور Y به اندازه‌ی 16° افزایش یابد، شار مغناطیسی گذرنده از قاب چند میلی‌وبر و چگونه تغییر می‌کند؟

قانون‌های القای الکترومغناطیسی

۱- قانون فارادی: هرگاه شار مغناطیسی گذرنده از یک مدار بسته تغییر کند، در آن نیروی محرکه‌ای القا می‌شود که بزرگی آن متناسب است با آهنگ تغییر شار مغناطیسی.

$$\left. \begin{aligned} \bar{\varepsilon} &= -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} \\ \varepsilon &= -N \frac{d\phi}{dt} \end{aligned} \right\} \rightarrow \begin{cases} \bar{\varepsilon} = \bar{I}R \\ \varepsilon = IR \end{cases}$$

$R (\Omega)$: مقاومت الکتریکی مدار بسته

$I(A)$: شدت جریان القایی

عوامل موثر بر شار مغناطیسی

۱- میدان مغناطیسی B

$$\phi = BA \cos \theta \rightarrow \Delta \phi = A \cos \theta \Delta B$$

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

$\frac{\Delta B}{\Delta t}$: آهنگ تغییر میدان مغناطیسی (T/s)

۲- مساحت حلقه A

$$\phi = BA \cos \theta \rightarrow \Delta \phi = B \cos \theta \Delta A$$

$$\bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} \rightarrow \bar{\varepsilon} = -NB \cos \theta \frac{\Delta A}{\Delta t} \rightarrow \bar{\varepsilon} = -NB \cos \theta \frac{\Delta A}{\Delta t}$$

$\frac{\Delta A}{\Delta t}$: آهنگ تغییر مساحت (m^2/s)

۳- زاویه θ

$$\phi = BA \cos \theta \rightarrow \Delta \phi = BA \Delta \cos \theta$$

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

تست‌های ۹ تا ۲۵

۹- آهنگ تغییر شار مغناطیسی از جنس کدام کمیت فیزیکی است؟

(۱) میدان مغناطیسی (۲) نیروی محرکه‌ی الکتریکی (۳) شدت جریان الکتریکی (۴) نیروی الکترومغناطیسی



۱۰- پیچهای از 50° حلقه تشکیل شده و شار مغناطیسی آن در SI به صورت $\phi = 10^{-3} \cos 100\pi t$ است. بیشینه‌ی نیروی محرکه‌ی القایی

آن چند ولت است؟

(۴) 5π و

(۳) 5π

(۲) 5

(۱) $5/0$



القای الکترومغناطیسی

مهندسن فرشید رسولی

۴

۱۱- شار مغناطیسی گذرنده از حلقه‌ای در SI به صورت $\Phi = 3t^3 - 2t + 2$ است. بزرگی نیروی محرکه‌ی القایی متوسط در حلقه در ثانیه‌ی اول چند ولت است؟

۹ (۴)

۷ (۳)

۳ (۲)

۱ (۱)



۱۲- معادله‌ی شار مغناطیسی گذرنده از یک حلقه در SI به صورت $\Phi = t^2 - 4t - 5$ است. در لحظه‌ای که شار عبوری از حلقه صفر می‌شود، اندازه‌ی نیروی محرکه‌ی القایی چند ولت خواهد بود؟

۶ (۴)

۲ (۳)

۱ (۲)

صفر (۱)



۱۳- پیچهای به شعاع ۱۰ cm شامل ۵۰ دور سیم به قطر ۲ mm می‌باشد. سطح این پیچه عمود بر میدان مغناطیسی‌ای است که با آهنگ $3/14 \text{ T/s}$ تغییر می‌کند. اندازه‌ی نیروی القاءشده در پیچه تقریباً چند ولت است؟ ($\pi^2 = 10$)

 5×10^2 (۴)

۵ (۳)

 5×10^{-2} (۲) 5×10^{-4} (۱)

۱۴- در تست قبل اگر پیچه از جنس نیکروم باشد، توان تلفشده در آن چند وات است؟ (مقاومت ویژه‌ی نیکروم $10^{-6} \Omega \cdot m$ است.)

۴۰ (۴)

۵ (۳)

۲/۵ (۲)

۰/۰۵ (۱)



۱۵- حلقه‌ای به شعاع ۲ cm عمود بر یک میدان مغناطیسی قرار دارد. این حلقه از سیم مسی به شعاع مقطع ۲ mm و مقاومت ویژه‌ی $1/7 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ تشکیل شده است. میدان مغناطیسی با چه آهنگی در SI تغییر کند تا جریانی برابر 2 A در حلقه القا شود؟ ($\pi = 3$)

۰/۸۲ (۴)

۰/۰۸۲ (۳)

۰/۲۸ (۲)

۰/۰۲۸ (۱)

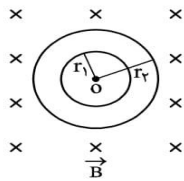


مبحث : القای الکترومغناطیسی

۵

مهندسان فرشید رسولی

القای الکترومغناطیسی



۱۶- در شکل مقابل دو حلقه‌ی هم‌مرکز در میدان مغناطیسی یک‌نواخت درون‌سو قرار دارند. شعاع حلقه‌ی بزرگ‌تر دو برابر شعاع حلقه‌ی کوچک‌تر است. اگر میدان مغناطیسی با آهنگ 2 T/s تغییر کند، بزرگی نیروی محرکه‌ی القاء‌شده در حلقه‌ی بزرگ‌تر چند برابر حلقه‌ی کوچک‌تر است؟

$\frac{1}{2}$ (۲)
۴ (۴)

$\frac{1}{4}$ (۱)
۲ (۳)



۱۷- پیچهای دارای 50° حلقه است و شار مغناطیسی 0.04 wb از آن می‌گذرد. شار مغناطیسی به‌طور منظم کاهش پیدا کرده و در مدت Δt به صفر می‌رسد. اگر مقاومت الکتریکی این مدار 5Ω باشد، چند کولن الکتریسیته‌ی القایی در این مدت در مدار شارش پیدا می‌کند؟

۴ (۴)

۲ (۳)

0.04 (۲)

0.02 (۱)



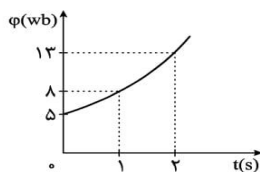
۱۸- شار مغناطیسی گذرنده از یک پیچه به‌مقاومت الکتریکی 2Ω که از 20° حلقه تشکیل شده با معادله‌ی $\Phi = 2t^2 - 4t$ تغییر می‌کند. نیروی محرکه‌ی القایی در $t = 3 \text{ s}$ و جریان القایی متوسط در بازه‌ی زمانی $t = 0$ و $t = 2 \text{ s}$ به‌ترتیب کدامند؟ (در SI)

۴ و 120° (۴)

۳ و 160° (۳)

۲ و 120° (۲)

۱ و 160° (۱)



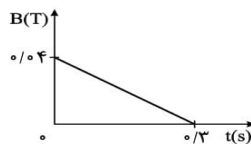
۱۹- نمودار شار مغناطیسی گذرنده از یک حلقه به‌صورت سهمی شکل روبه‌رو است. بزرگی نیروی محرکه‌ی القایی در لحظه‌ی $t = 0$ چند ولت است؟

۲ (۲)

۱ (۱)

۵ (۴)

$2/5$ (۳)



۲۰- حلقه‌ای به‌شعاع 10 cm و مقاومت 5Ω عمود بر میدان مغناطیسی‌ای که مطابق شکل تغییر می‌کند قرار دارد. جریان القایی حلقه در لحظه‌ی $t = 0.2 \text{ s}$ چند میلی‌آمپر است؟ ($\pi = 3$)

0.8 (۲)

0.6 (۱)

۴ (۴)

۱ (۳)



مبحث : القای الکترومغناطیسی

القای الکترومغناطیسی

مهندسن فرشید رسولی

۶

۲۱- شار مغناطیسی عبوری از یک پیچه در SI به صورت $\Phi = 0.2 \sin(100\pi t - \frac{\pi}{8})$ است. پیچه ۵۰ حلقه دارد و مقاومت الکتریکی آن ۵۰Ω است. بیشینه‌ی جریان القایی آن چند آمپر است؟

۲۰ (۴)

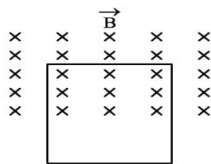
۴ (۳)

۲ (۲)

۰/۴ (۱)



.....



۲۲- در شکل مقابل نیمی از سطح یک قاب مربع شکل به ضلع ۸۰ cm در میدان مغناطیسی درون سوی $B = 2t + 1$ قرار دارد. نیروی محرکه‌ی القاء شده در قاب چند ولت است؟

۰/۶۴ (۲)

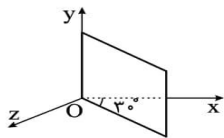
۰/۳۲ (۱)

۳/۲ (۴)

۱/۶ (۳)



.....



۲۳- در شکل روبه‌رو پیچه‌ی تخت مربع‌شکلی به ضلع ۲۰ cm که دارای ۱۰۰ حلقه می‌باشد، در میدان مغناطیسی $B = 0.5 T$ که در جهت محور x است قرار دارد. پیچه در مدت ۱ s به اندازه‌ی ۳° حول محور y دوران می‌کند و در صفحه‌ی xoy قرار می‌گیرد. نیروی محرکه‌ی القایی متوسط ایجاد شده در پیچه چند ولت است؟

۱۰√۳ (۴)

۱۰ (۳)

۵√۳ (۲)

۵ (۱)



.....

۲۴- پیچه‌ای مسطح با مساحت ۴ m² شامل ۱۰۰ دور حلقه طوری در میدان مغناطیسی قرار گرفته که سطح آن با خطوط میدان زاویه‌ی ۳۰° می‌سازد. اگر آهنگ تغییر میدان مغناطیسی ۲ T/s باشد نیروی محرکه‌ی القایی متوسط در پیچه چند ولت می‌شود؟

۰/۰۴√۳ (۴)

۰/۰۴ (۳)

۴ (۲)

۴√۳ (۱)



.....

۲۵- بر اثر جریان القایی حاصل از تغییر شار مغناطیسی یک مدار بسته به مقاومت R بار الکتریکی q در مدار شارش می‌کند. تغییر شار مغناطیسی مدار کدام گزینه است؟

 Rq^2 (۴) $\frac{q}{R}$ (۳) Rq (۲) $\frac{R}{q}$ (۱)

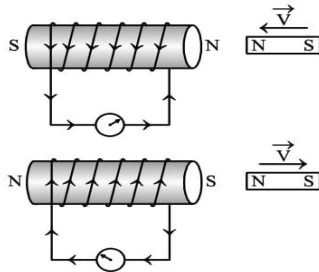
.....

۷

مهندسان فرشید رسولی

القای الکترومغناطیسی

۲- قانون لنز: جریان القایی در مدار در جهتی است که آثار مغناطیسی ناشی از آن با عامل به وجود آورنده ی جریان القایی یعنی تغییر شار مغناطیسی مخالفت می کند.



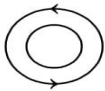
هنگام نزدیک شدن آهن ربا به پیچه، شار مغناطیسی گذرنده از حلقه های پیچه افزایش یافته و در آن جریان القاء می شود.
هنگام دور شدن آهن ربا از پیچه، شار مغناطیسی گذرنده از حلقه های پیچه کاهش یافته و در آن جریان القاء می شود که جهت آن خلاف جهت جریان حالت قبل است.

تست های ۲۶ تا ۳۵



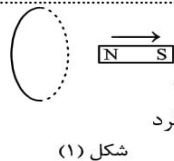
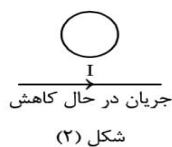
۲۶- در شکل مقابل جریان الکتریکی در حلقه ی ۱ در چه جهتی و چگونه تغییر کند تا جریان القایی در حلقه ی ۲ در جهت پادساعتگرد باشد؟

- (۱) ساعتگرد - در حال کاهش
(۲) پادساعتگرد - در حال افزایش
(۳) پادساعتگرد - در حال کاهش
(۴) گزینه های «۱» و «۲»



۲۷- در شکل مقابل جریان در حلقه ی بزرگ تر کاهش یافته تا به صفر می رسد و سپس در جهت خلاف از صفر شروع به افزایش می کند. جهت جریان القایی در حلقه ی کوچک تر چگونه است؟

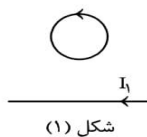
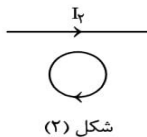
- (۱) ابتدا ساعتگرد و سپس پادساعتگرد
(۲) ابتدا پادساعتگرد و سپس ساعتگرد
(۳) همواره پادساعتگرد
(۴) همواره ساعتگرد



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

۲۸- جهت جریان القایی در شکل های مقابل به ترتیب کدام است؟

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



- (۱) کاهش - کاهش
(۲) کاهش - افزایش
(۳) افزایش - کاهش
(۴) افزایش - افزایش

۲۹- با توجه به جهت جریان القایی در حلقه های شکل های (۱) و (۲)، شدت

جریان I_1 و I_2 در سیم ها به ترتیب چگونه تغییر کرده اند؟

- (۱) افزایش - افزایش
(۲) کاهش - کاهش
(۳) افزایش - کاهش
(۴) کاهش - افزایش

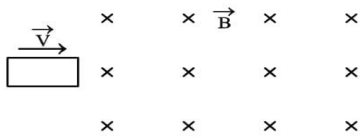


مبحث : القای الکترومغناطیسی

القای الکترومغناطیسی

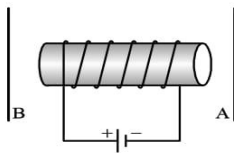
مهندسن فرشید رسولی

۸



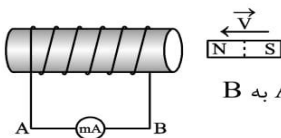
۳۰- در شکل مقابل قاب رسانای مستطیل شکل با سرعت ثابت $\vec{V}$ وارد میدان مغناطیسی درون سوی $\vec{B}$ شده و سپس از آن خارج می شود. جهت جریان القایی هنگام ورود، داخل میدان و خروج از آن به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

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



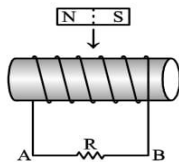
۳۱- در شکل روبه رو اگر دو سیم A و B را عمود بر صفحه ی کاغذ و رو به بالا به موازات خود حرکت دهیم، جهت جریان القایی در آن ها به ترتیب از راست به چپ کدام خواهد بود؟

- (۱) $\uparrow$ و $\uparrow$
(۲) $\downarrow$ و $\downarrow$
(۳) $\uparrow$ و $\downarrow$
(۴) $\uparrow$ و $\uparrow$



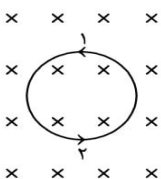
۳۲- در شکل روبه رو آهن ربا از درون سیملوله می گذرد. جهت جریان القایی در میلی آمپرسنج هنگام ورود و خرج آهن ربا از سیملوله به ترتیب کدام است؟

- (۱) ابتدا از A به B سپس از B به A
(۲) ابتدا از B به A سپس از A به B
(۳) همواره از A به B
(۴) همواره از B به A



۳۳- در شکل مقابل آهن ربا به سمت سیملوله حرکت می کند. جهت جریان القایی در مقاومت R به کدام سمت است؟

- (۱) از A به B
(۲) از B به سمت A
(۳) ابتدا از A به سمت B و سپس از B به سمت A
(۴) جریان القایی به وجود نمی آید.



۳۴- حلقه ای عمود بر میدان مغناطیسی درون سو قرار دارد. اگر میدان به طور یک نواخت از $\vec{B}$ به $-\vec{B}$ تغییر کند، جریان القایی در حلقه در کدام جهت خواهد بود؟

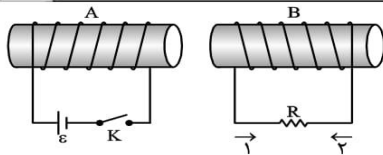
- (۱) (۱)
(۲) (۲)
(۳) ابتدا (۱) و سپس (۲)
(۴) ابتدا (۲) و سپس (۱)



9

مهندسان فرشید رسولی

القای الکترومغناطیسی

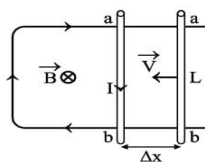


۳۵- در شکل روبه‌رو با وصل و سپس قطع کلید K در سیم‌لوله‌ی A، جهت جریان القایی در مقاومت R سیم‌لوله‌ی B به‌ترتیب کدام خواهد بود؟

- (۱) ابتدا (۲)، سپس (۱)
(۲) همواره (۳)
(۳) ابتدا (۱)، سپس (۲)
(۴) همواره (۲)



حرکت سیم رسانا در میدان مغناطیسی



سیم رسانایی به‌طول L در دو نقطه‌ی a و b با سیم U شکل در تماس بوده و می‌تواند روی آن بلغزد. میدان مغناطیسی درون سو سبب برقراری شار مغناطیسی در مدار است. با حرکت سیم رسانا با سرعت ثابت $\vec{V}$ ، مساحت مدار به‌طور یک‌نواخت تغییر کرده و باعث تغییر شار مغناطیسی و در نتیجه ایجاد نیروی محرکه و جریان القایی در مدار می‌شود.

■ فرمول محاسبه‌ی نیروی محرکه‌ی القایی متوسط در سیم رسانای متحرک:

$$\bar{\varepsilon} = -NB \cos \theta = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

$$\bar{\varepsilon} = B \frac{L \Delta x}{\Delta t} \rightarrow \bar{\varepsilon} = B L V \rightarrow \bar{I} R = B L V$$

(V) (T) (m) (m/s)

نکته تعیین جهت جریان القایی در مدار به کمک روش دست راست پاژ:

کف دست ← میدان مغناطیسی B

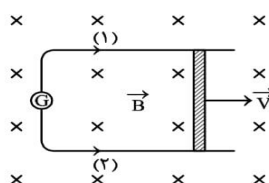
چهار انگشت ← جهت حرکت سیم $\vec{V}$

انگشت شست ← جهت نیروی محرکه یا جریان القایی در سیم

نکته به سیم رسانای متحرک از طرف میدان مغناطیسی نیرویی وارد می‌شود که جهت آن همواره خلاف جهت حرکت سیم است.

نکته جهت جریان القایی در سیم رسانای متحرک از پتانسیل الکتریکی کم‌تر به سمت پتانسیل الکتریکی بیش‌تر است. $V_a < V_b$

تست‌های ۳۶ تا ۴۰ به هم



۳۶- در شکل مقابل میدان مغناطیسی $B = 0.5 \text{ T}$ و سطح قاب عمود بر میدان است و ضلع L به‌طول ۴۰ cm و با سرعت 20 m/s در جهت نشان داده‌شده در حرکت است. نیروی محرکه‌ی القایی چند ولت و جریان القایی در کدام جهت است؟

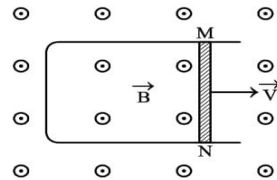
- (۲) و ۱/۲ (۲)
(۳) و ۰/۴ (۳)

- (۱) و ۱/۲ (۱)
(۳) و ۰/۴ (۳)



القای الکترومغناطیسی

مهندسن فرشید رسولی



۳۷- قاب مستطیل شکلی که از سیم بدون روکش ساخته شده مطابق شکل در میدان مغناطیسی یرون سوی

$B = 0.2 \text{ T}$ قرار دارد. اگر میله MN به طول 20 cm با سرعت 4 m/s حرکت کند، $V_M - V_N$

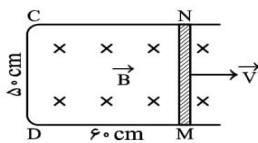
چند ولت است؟

۰/۲ (۲)

۰/۲ (۱)

۰/۱۶ (۴)

۰/۱۶ (۳)



۳۸- در شکل مقابل میله MN بر روی قابی که از سیم بدون روکش ساخته شده با سرعت

4 m/s در مبدأ زمان به حرکت درمی آید. میدان مغناطیسی $B = 0.1 \text{ T}$ می باشد. معادله شار عبوری

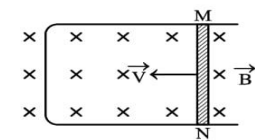
از قاب $CDMN$ در SI کدام است؟

$2/4t$ (۲)

$0.2t$ (۱)

$0.03 + 0.2t$ (۴)

$0.03t + 0.2$ (۳)



۳۹- مطابق شکل مقابل میله فلزی $MN = 20 \text{ cm}$ و مقاومت الکتریکی 2Ω با سرعت

$v = 5 \text{ m/s}$ روی سیم های بدون روکش حرکت می کند. اگر میدان مغناطیسی درون سو $B = 400 \text{ G}$

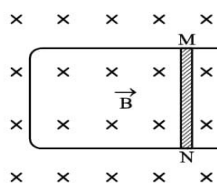
باشد، نیروی لازم برای تداوم حرکت میله با همان سرعت ثابت چند نیوتون است؟

$1/6 \times 10^{-3}$ (۲)

$3/2 \times 10^{-3}$ (۱)

۱۶ (۴)

۳/۲ (۳)



۴۰- در شکل روبه رو اگر میله MN را از حال سکون با شتاب ثابت به سمت چپ ببریم، جریان

القایی در میله از بوده و اندازه ی آن در این وضعیت خواهد بود؟

(۲) M به N ثابت

(۱) N به M در حال افزایش

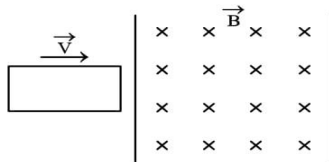
(۴) N به M در حال افزایش

(۳) M به N ثابت





عبور قاب از میدان مغناطیسی



در شکل مقابل قاب مستطیل شکل با سرعت ثابت V وارد میدان مغناطیسی یکنواخت و درون سوی B شده و از سمت دیگر از آن خارج می شود.

$\Delta\varphi > 0 \rightarrow \varepsilon < 0$

۱) با ورود قاب به میدان، شار مغناطیسی گذرنده از آن افزایش می یابد؛

جریان پاد ساعتگرد در قاب القاء می شود.

$\Delta\varphi = \text{ثابت} \rightarrow \varepsilon = 0$

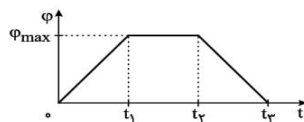
۲) در زمان حرکت قاب در داخل میدان، شار مغناطیسی تغییر نمی کند؛

جریانی در قاب القاء نمی شود.

$\Delta\varphi < 0 \rightarrow \varepsilon > 0$

۳) هنگام خروج از میدان، شار مغناطیسی کم شده و به صفر می رسد؛

جریان ساعتگرد در قاب القاء می شود.

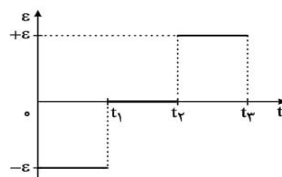


$0 \rightarrow t_1$

$\Delta\varphi > 0$

ورود

$\varepsilon = -\tan \alpha_1 \rightarrow \varepsilon < 0$



$t_1 \rightarrow t_2$

$\Delta\varphi = 0$

داخل میدان

$\varepsilon = -\tan \alpha_2 = 0$

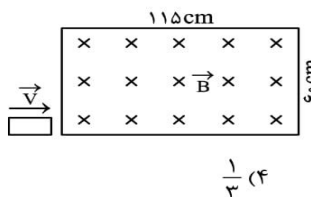
$t_2 \rightarrow t_3$

$\Delta\varphi < 0$

خروج

$\varepsilon = -\tan \alpha_3 \rightarrow \varepsilon > 0$

تست های ۴۱ تا ۴۹



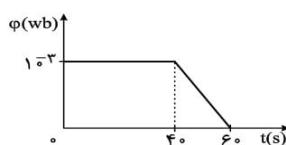
۴۱- مطابق شکل روبه رو قاب رسانای مربع شکل به ضلع 20 cm با سرعت 10 cm/s وارد میدان مغناطیسی $B = 0.1 \text{ T}$ درون سو می شود. بزرگی نیروی محرکه ی متوسط القاء شده در قاب در مدت 12 s پس از ورود آن به داخل میدان چند میلی ولت می شود؟

۱) صفر

۲) $\frac{1}{12}$

۳) $\frac{1}{4}$

۴) $\frac{1}{3}$



۴۲- نمودار تغییرات شار مغناطیسی گذرنده از یک قاب هنگامی که در میدان مغناطیسی یکنواخت حرکت نموده و از آن خارج می شود مطابق شکل است. نیروی محرکه ی القایی در قاب در 40 ثانیه ی اول و بین 40 تا 60 ثانیه به ترتیب چند میلی ولت است؟

۱) صفر و 5×10^{-5}

۲) 10^{-3} و 5×10^{-5}

۳) 10^{-3} و 5×10^{-2}

۴) صفر و 5×10^{-2}

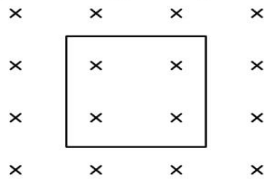


مبحث : القای الکترومغناطیسی

القای الکترومغناطیسی

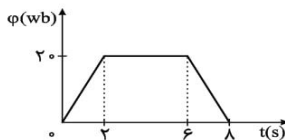
مهندسن فرشید رسولی

۱۲



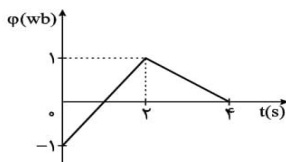
۴۳- در شکل روبه‌رو قاب رسانای مربع شکل به ضلع 50 cm عمود بر میدان مغناطیسی $B = 0.04\text{ T}$ قرار دارد. اگر قاب در مدت 200 ms به‌طور کامل از میدان خارج شود، اندازه‌ی نیروی محرکه‌ی القایی متوسط در آن چند ولت است؟

- (۱) 0.02
(۲) 0.1
(۳) 0.05
(۴) 0.04



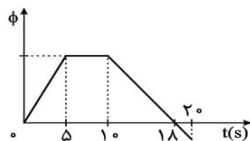
۴۴- نمودار روبه‌رو تغییرات شار مغناطیسی در یک قاب رسانا به مقاومت $4\ \Omega$ را نشان می‌دهد که به‌طور عمود وارد میدان مغناطیسی یک‌نواخت شده و از آن خارج می‌شود. شدت جریان القایی در قاب در ۲ ثانیه‌ی اول چند برابر شدت جریان در ۲ ثانیه‌ی چهارم است؟

- (۱) 10
(۲) 20
(۳) 1
(۴) 2



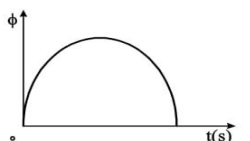
۴۵- نمودار تغییرات شار مغناطیسی عبوری از یک حلقه برحسب زمان مطابق شکل مقابل است. اندازه‌ی نیروی محرکه‌ی القایی در ۲ ثانیه‌ی اول چند برابر اندازه‌اش در ۲ ثانیه‌ی دوم است؟

- (۱) $\frac{1}{4}$
(۲) $\frac{1}{2}$
(۳) 2
(۴) 4



۴۶- نمودار تغییرات شار مغناطیسی عبوری از یک حلقه برحسب زمان مطابق شکل است. در کدام بازه‌ی زمانی بزرگی نیروی محرکه‌ی القایی متوسط در حلقه بیش‌تر است؟

- (۱) صفر تا ۵ ثانیه
(۲) ۱۰ تا ۲۰ ثانیه
(۳) ۵ تا ۲۰ ثانیه
(۴) ۱۰ تا ۱۸ ثانیه



۴۷- نمودار تغییرات شار مغناطیسی عبوری از یک حلقه برحسب زمان مطابق شکل است. اندازه‌ی نیروی محرکه‌ی القاءشده در حلقه چگونه تغییر می‌کند؟

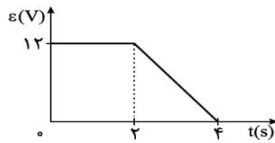
- (۱) همواره کاهش
(۲) همواره افزایش
(۳) ابتدا افزایش سپس کاهش
(۴) ابتدا کاهش سپس افزایش





مهندسن فرشید رسولی

القای الکترومغناطیسی



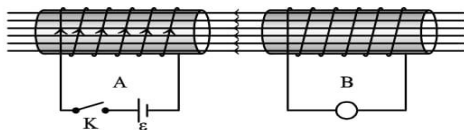
۴۸- نمودار نیروی محرکه‌ی القایی یک حلقه مطابق شکل است. اندازه‌ی شار مغناطیسی که از این حلقه می‌گذرد در فاصله‌ی زمانی صفر تا $t = 1\text{ s}$ چند وبر تغییر کرده است؟

۱۲ (۲)
صفر (۴)

۶ (۱)
۱۸ (۳)



القای متقابل

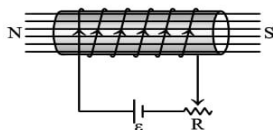


هرگاه با تغییر شدت جریان در یک پیچه، در پیچه‌ی مجاور آن نیروی محرکه و جریان الکتریکی القاء شود این پدیده را القای متقابل می‌گویند.

لحظه‌ی وصل کلید K : $I_A \uparrow$ $B_A \uparrow$ $\Phi_B \uparrow$ $\epsilon_B \rightarrow I_B$ (خلاف جهت I_A)
لحظه‌ی قطع کلید K : $I_A \downarrow$ $B_A \downarrow$ $\Phi_B \downarrow$ $\epsilon_B \rightarrow I_B$ (هم‌جهت با I_A)

اگر شدت جریان در پیچه‌ی A ثابت باشد، در پیچه‌ی B جریانی القاء نمی‌شود.

خودالقایی



تغییر شدت جریان در یک پیچه باعث می‌شود که در آن شار مغناطیسی تغییر کرده و نیروی محرکه القاء شود. به این پدیده خودالقایی می‌گویند.

$R \downarrow$ $I \uparrow$ $B \uparrow$ $\Phi \uparrow$ ϵ_L (خلاف جهت ϵ)
 $R \uparrow$ $I \downarrow$ $B \downarrow$ $\Phi \downarrow$ ϵ_L (هم‌جهت با ϵ)

محاسبه‌ی نیروی محرکه‌ی خودالقایی

$$\bar{\epsilon}_L = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} \quad \epsilon_L = -L \frac{dI}{dt}$$

$$L = K \mu_0 \frac{N^2 A}{\ell}$$

ضریب مغناطیسی هسته μ_0 (هائری H) K ضریب خودالقایی

N : تعداد حلقه‌ها ✓

$A (m^2)$: سطح مقطع پیچه ✓

$\ell (m)$: طول سیملوله ✓

القای الکترومغناطیسی

مهندس فرشید رسولی

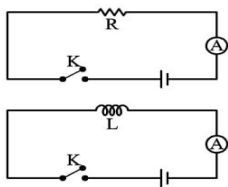
۱۴

نکته یک هائری ضریب خودالقایی سیملوله ای است که هرگاه چرانی که از آن عبور می کند با آهنگ یک آمپیر بر ثانیه تغییر کند، نیروی محرکه ای برابر یک ولت در آن القاء شود.

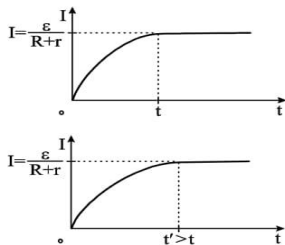
$$U = \frac{1}{2} LI^2$$

نکته انرژی ذخیره شده در میدان مغناطیسی درون سیملوله

بررسی جریان در مدار با حضور القاگر



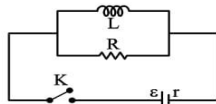
اگر یک سیم راست به مقاومت R را در یک مدار قرار دهیم، با بستن کلید K بلافاصله شدت جریان به مقدار بیشینه خود می رسد که از رابطه ی $I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$ به دست می آید.



حال اگر سیم راست را به شکل سیملوله درآورده و در مدار قرار دهیم، با بستن کلید K شدت جریان در بازه ی زمانی بیش تری به مقدار بیشینه خود می رسد. این به دلیل پدیده ی خودالقایی در سیملوله است که با افزایش ناگهانی شدت جریان مخالفت می کند.

نکته می توان این اختلاف زمان را در هنگام باز کردن کلید و تغییر شدت جریان از بیشینه تا صفر نیز مشاهده نمود.

تقش القاگر موازی در مدار



در مدار مقابل القاگر با ضریب خودالقایی L با مقاومت R موازی بسته شده و فرض می کنیم سیم القاگر بدون مقاومت است.

با وصل کلید جریان با آهنگ زیادی افزایش می یابد و مخالفت القاگر با تغییر جریان خیلی زیاد است. در نتیجه جریان از مقاومت R می گذرد تا به مقدار $I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$ برسد.

به مرور زمان و با افزایش جریان، آهنگ تغییر آن کاهش یافته و مخالفت القاگر نیز کم تر می شود. در این حالت قسمتی از جریان از القاگر و بقیه از مقاومت R می گذرد.

وقتی جریان به مقدار بیشینه خود رسید و ثابت شد، مخالفت القاگر نیز از بین می رود و در نتیجه بین R و L ، القاگر را انتخاب می کند و جریان عبوری از R صفر می شود. در این حالت شدت جریان مدار $I = \frac{\mathcal{E}}{r}$ خواهد شد.

با قطع کلید جریانی به صورت ناگهانی کاهش یافته و به سمت صفر می رود. در این لحظه القاگر از خود مخالف نشان داده و جلوی کاهش سریع جریان را می گیرد. در این حالت القاگر نقش یک مولد را بازی می کند و جریانی ایجاد می کند که این جریان هم به مرور زمان به صفر می رسد.

۱۵

مهندس فرشید رسولی

القای الکترومغناطیسی

تست های ۳۹ تا ۶۰ به شکل

۴۹- طول سیملوله ای ۳۰ cm و مساحت سطح مقطع آن 5 cm^2 است. با عبور جریان 20 A انرژی معادل 1 J در آن ذخیره می شود. سیملوله دارای چند حلقه است؟ ($\pi = 3$ و $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T.m / A}$)

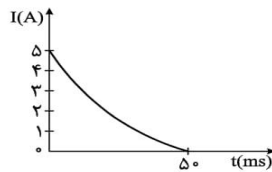
- (۱) ۱۰۰ (۲) ۲۰۰ (۳) ۴۰۰ (۴) ۵۰۰



.....

.....

.....



۵۰- نمودار تغییرات شدت جریان بر حسب زمان در القاگر به ضریب خودالقایی 100 mH به صورت مقابل است. در بازه‌ی زمانی نمودار، القاگر چند ژول انرژی از دست داده و نیروی محرکه‌ی خودالقایی متوسط آن چند ولت است؟

- (۱) 10 V و $1/25 \text{ J}$ (۲) 100 V و $1/25 \text{ J}$
(۳) 10 V و $2/5 \text{ J}$ (۴) 100 V و $2/5 \text{ J}$



.....

.....

.....

۵۱- از سیملوله‌ای به ضریب خودالقایی 4 mH بار الکتریکی به معادله‌ی $q = 4t^2 - 8t$ می گذرد. بزرگی نیروی محرکه‌ی خودالقایی در سیملوله چند ولت است؟

- (۱) $0/024$ (۲) $0/032$ (۳) 24 (۴) 32



.....

.....

.....

۵۲- جریان عبوری از یک سیملوله که دارای ۱۰۰۰ حلقه است با آهنگ 2 A / s و شار مغناطیسی گذرنده از آن با آهنگ $5 \times 10^{-4} \text{ wb / s}$ افزایش می یابند. ضریب خودالقایی سیملوله چند هانری است؟

- (۱) $0/25$ (۲) $0/5$ (۳) ۱ (۴) ۲



.....

.....

.....

۵۳- تعداد حلقه‌های سیملوله‌ای ۴۰۰ و سطح مقطع آن 5 cm^2 است. اگر با شدت جریان 2 A میدان مغناطیسی در داخل آن 10^{-2} T شود، ضریب خودالقایی این سیملوله چند میلی هانری است؟

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) 10^4 (۴) 2×10^4



.....

.....

.....

القای الکترومغناطیسی

مهندسن فرشید رسولی

۱۶

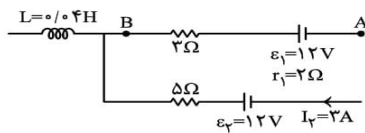
۵۴- سیمی به طول 60 m را به صورت سیملوله‌ی بدون هسته‌ای به طول 5 m و شعاع حلقه‌ی 10 cm درآورده و از آن جریان 10 A عبور می‌دهیم. انرژی ذخیره‌شده در آن چند ژول می‌شود؟ ($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T.m / A}$)

(۴) $16\pi^2 \times 10^{-5}$

(۳) $8\pi \times 10^{-5}$

(۲) $4\pi \times 10^{-2}$

(۱) $3/6 \times 10^{-2}$



۵۵- شکل مقابل قسمتی از یک مدار الکتریکی است. اگر $V_B - V_A = 2\text{ V}$ باشد، انرژی سیملوله چند ژول است؟

(۲) 0.5

(۱) 0.1

(۴) 0.01

(۳) 0.05



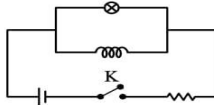
۵۶- در مدار روبه‌رو هنگام وصل کلید K روشنایی لامپ L چگونه تغییر می‌کند؟

(۱) لامپ روشن نمی‌شود.

(۲) لامپ روشن شده و به تدریج پرنورتر شده تا بسوزد.

(۳) لامپ روشن شده و به تدریج کم‌نورتر شده تا خاموش شود.

(۴) لامپ با روشنایی ثابت روشن می‌شود.



۵۷- در تست قبل با قطع کلید K ، روشنایی لامپ چگونه تغییر می‌کند؟

(۱) بلافاصله خاموش می‌شود.

(۲) یک لحظه پرنور شده و سپس به مرور خاموش می‌شود.

(۳) نور آن زیاد شده و روشن می‌ماند.

(۴) تغییری نمی‌کند.



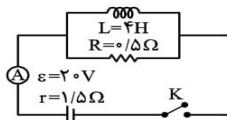
۵۸- در مدار روبه‌رو با وصل کلید K تغییراتی که آمپرسنج برای شدت جریان مدار نشان می‌دهد مطابق کدام گزینه است؟ (سیم القاگر بدون مقاومت است.)

(۱) از 10 A تا $160/3\text{ A}$

(۲) از صفر تا 10 A

(۳) از صفر تا $40/3\text{ A}$

(۴) از $40/3\text{ A}$ تا 10 A



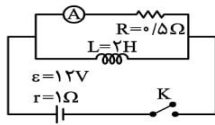
۱۷

مهندسن فرشید رسولی

القای الکترومغناطیسی

۵۹- در مدار روبه‌رو با وصل کلید K تغییراتی که آمپرسنج نشان می‌دهد مطابق کدام گزینه است؟

(سیم القاگر بدون مقاومت است.)

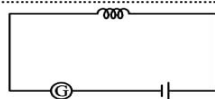


(۲) از ۱۲ A تا ۸ A

(۱) از ۸ A تا ۱۲ A

(۴) از ۸ A تا صفر

(۳) از صفر تا ۸ A



۶۰- در شکل مقابل جریان ثابتی از سیم‌لوله می‌گذرد. اگر یک هسته‌ی آهنی را به آرامی در سیم‌لوله

فرو ببریم، مقداری که گالوانومتر نشان می‌دهد:

(۲) ابتدا کم شده و سپس به مقدار اولیه بازمی‌گردد.

(۱) ابتدا زیاد شده سپس ثابت می‌ماند.

(۴) بستگی به جهت سیم‌پیچ و جهت وارد کردن هسته دارد.

(۳) ابتدا زیاد شده و سپس به مقدار اولیه بازمی‌گردد.



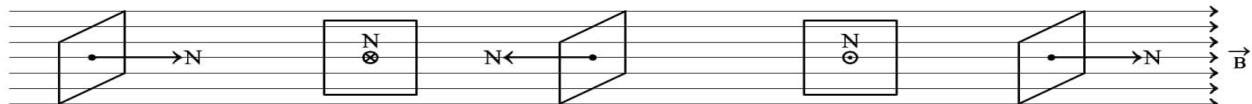
جریان متناوب

قاب مستطیل شکل شامل N دور سیم بدون روپوش در میدان مغناطیسی یک‌نواخت با سرعت زاویه‌ای ثابت می‌چرخد. شار مغناطیسی گذرنده از قاب به‌طور متناوب تغییر می‌کند و باعث می‌شود در قاب نیروی محرکه و جریان متناوب القاء شود.

دوره T: زمانی که طول می‌کشد تا قاب یک دور کامل بچرخد.

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \Rightarrow \Delta\theta = \omega\Delta t$$

سرعت زاویه‌ای: آهنگ تغییر زاویه را سرعت زاویه‌ای می‌گویند:



$$t = 0$$

$$t = \frac{T}{4}$$

$$t = \frac{T}{2}$$

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

$$t = T$$

$$\theta = 0$$

$$\theta = \frac{\pi}{2}$$

$$\theta = \pi$$

$$\theta = \frac{3\pi}{2}$$

$$\theta = 2\pi$$

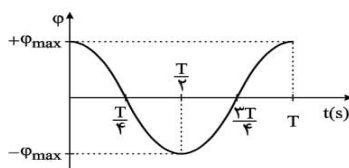
$$\phi = AB$$

$$\phi = 0$$

$$\phi = -AB$$

$$\phi = 0$$

$$\phi = AB$$



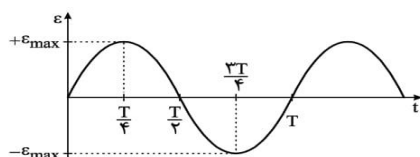
$$\omega = \frac{\theta}{t} \text{ (rad/s)} \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$\phi = AB \cos \theta \rightarrow \phi = AB \cos \omega t \rightarrow \phi = \phi_{\max} \cos \omega t$$

$$\varepsilon = -N \frac{d\phi}{dt} = -N \frac{d(AB \cos \omega t)}{dt}$$

$$\varepsilon = -NAB\omega(-\sin \omega t) \rightarrow \varepsilon = NBA\omega \sin \omega t \rightarrow \varepsilon = \varepsilon_{\max} \sin \omega t$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{\varepsilon_{\max} \sin \omega t}{R} \rightarrow I = \frac{\varepsilon_{\max}}{R} \sin \omega t$$

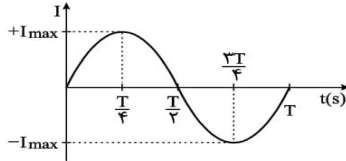


فریبخت ۳

القای الکترومغناطیسی

مهندس فرشید رسولی

۱۸

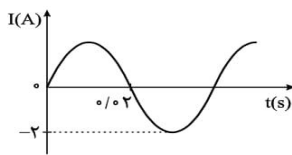


$$I = I_{\max} \sin \omega t$$

معادله‌ی جریان متناوب

تست‌های ۶۱ تا ۶۷

۶۱- نمودار جریان متناوبی برحسب زمان مطابق شکل است. کدام گزینه معادله‌ی جریان متناوب برحسب زمان را درست نشان می‌دهد؟



$$I = 2 \sin 100 \pi t$$

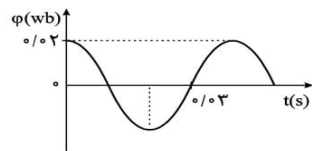
$$I = 2 \sin 100 t$$

$$I = 2 \sin 50 t$$

$$I = 2 \sin 50 \pi t$$



۶۲- نمودار شار مغناطیسی متناوب برحسب زمان مطابق شکل مقابل است. معادله‌ی شار مغناطیسی برحسب زمان کدام است؟



$$\phi = 0.02 \cos 50 \pi t$$

$$\phi = 0.02 \sin 50 t$$

$$\phi = 0.02 \cos 50 t$$

$$\phi = 0.02 \sin 50 \pi t$$



۶۳- جریان متناوبی که بیشینه‌ی آن ۲ A و دوره‌ی آن ۰/۰۴ s است از یک رسانای ۴۰ اهمی می‌گذرد. معادله‌ی نیروی محرکه‌ی متناوب کدام است؟

$$\varepsilon = 2 \sin 100 \pi t$$

$$\varepsilon = 2 \sin 50 \pi t$$

$$\varepsilon = 80 \sin 100 \pi t$$

$$\varepsilon = 80 \sin 50 \pi t$$



۶۴- از سیملوله‌ای به ضریب خودالقایی ۵ H / ۰/۵ جریان متناوب $I = 8 \cos 50 t$ می‌گذرد. بیشینه‌ی نیروی محرکه‌ی القایی ایجادشده در سیملوله چند ولت است؟

$$20$$

$$10\sqrt{2}$$

$$10$$

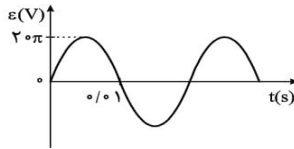
$$5$$



19

مهندس فرشید رسولی

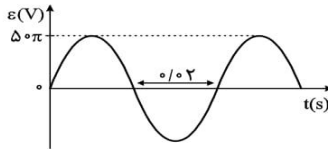
القای الکترومغناطیسی



۶۵- یک پیچ‌های تخت که مساحت هر حلقه‌ی آن 50 cm^2 است در میدان مغناطیسی یک‌نواخت 0.1 T با سرعت زاویه‌ای ثابت می‌چرخد و نمودار نیروی محرکه‌ی متناوب آن به صورت شکل مقابل است. این پیچ‌ها دارای چند حلقه است؟

- (۲) ۸۰
(۴) ۱۰۰۰

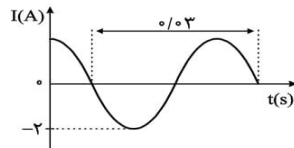
- (۱) ۲۰
(۳) ۴۰۰



۶۶- نمودار نیروی محرکه‌ی القایی بر حسب زمان در یک مولد جریان متناوب مطابق شکل است. اگر قاب مستطیل شکل شامل ۱۰۰۰ حلقه و مساحت آن 200 cm^2 باشد، اندازه‌ی میدان مغناطیسی چند

- (۲) ۰/۱
(۴) ۰/۲

- تسلا است؟
(۱) ۰/۰۵
(۳) ۰/۱۵



۶۷- در یک مولد جریان متناوب تک حلقه‌ای در لحظه‌ای که $\Phi = 1 \text{ (wb)}$ می‌باشد، اندازه‌ی نیروی محرکه‌ی القایی چند ولت است؟ ($\pi = 3$)

- (۲) $600\sqrt{3}$
(۴) ۱۲۰۰

- (۱) ۶۰۰
(۳) $200\sqrt{3}$

