

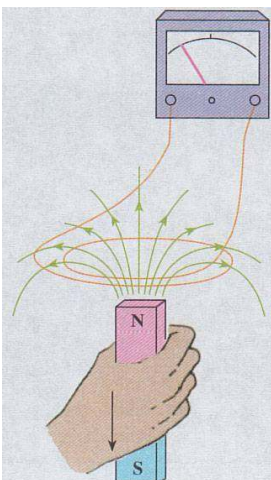
۱- حلقه‌ای به مساحت 50 cm^2 در یک میدان مغناطیسی یکنواخت \vec{B} قرار دارد. با فرض این که خطهای میدان مغناطیسی \vec{B} عمود بر سطح حلقه باشند، اگر بزرگی میدان مغناطیسی بدون تغییر جهت آن به اندازه‌ی 0.3 T افزایش یابد، شار مغناطیسی که از سطح حلقه می‌گذرد، چه قدر تغییر می‌کند؟

$$\begin{aligned} A &= 50 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \\ \theta &= 0 \\ \Delta B &= 0.3 \text{ T} \end{aligned} \quad \begin{cases} \Delta \Phi = (\Delta B) A \cos \theta \\ \Delta \Phi = (0.3) \times 50 \times 10^{-4} \times 1 = 1.5 \times 10^{-3} \text{ wb} \end{cases}$$

۲- میدان مغناطیسی عمود بر یک قاب دایره‌ای شکل به قطر ۲۰ سانتی‌متر با زمان تغییر می‌کند و در مدت 0.5 s از $+0.28 \text{ T}$ تسلا به -0.12 T تسلا می‌رسد (تغییر علامت نشان می‌دهد که جهت میدان نیز وارون شده است). نیروی محرکه‌ی القایی متوسط در حلقه را حساب کنید.

$$\begin{aligned} N &= 1 \\ 2R &= 20 \text{ cm} \Rightarrow R = 10 \text{ cm} = 0.1 \\ \Delta t &= 0.5 \text{ s} \\ B_1 &= +0.28 \text{ T} \\ B_2 &= -0.12 \text{ T} \\ \theta &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{cases} \bar{\varepsilon} = -N \frac{d\phi}{dt} \\ \varepsilon = AB \cos \theta \\ \bar{\varepsilon} = -N \left(\frac{B_2 - B_1}{\Delta t} \right) A \cos \theta \\ \bar{\varepsilon} = -1 \times \left(\frac{-0.12 - 0.28}{0.5} \right) \times \pi \times (0.1)^2 = 8\pi \times 10^{-3} \text{ ولت} \end{cases}$$



۳- قطب N یک آهنربای میله‌ای را مطابق شکل زیر از پیچه دور می‌کنیم، با استفاده از قانون لنز جهت جریان القایی را در پیچه تعیین کنید.

با توجه به این که آهنربا از پیچه دور می‌شود، آثار مغناطیسی حاصل از جریان القایی، قطب غیرهم‌نام را مجاور آهنربا تشکیل می‌دهد تا با دور شدن آهنربا مخالفت کند. در این صورت قسمت پایین پیچه قطب S و بالای پیچه قطب N را تشکیل می‌دهد. پس با توجه به قانون دست راست جریان القایی در پیچه پادساعتگرد است، یعنی جریان از قطب سمت چپ گالوانومتر به قطب سمت راست آن می‌باشد.

۴- دو سیملوله با سطح مقطع و تعداد دور یکسان در نظر بگیرید. اگر طول یکی از سیملوله‌ها دو برابر دیگری باشد، نسبت ضریب خودالقایی آن‌ها را محاسبه کنید.

$$\begin{cases} L = k\mu_r \frac{N^2 A}{L} \\ N_1 = N_2 \\ A_1 = A_2 \\ k_1 = k_2 \end{cases} \Rightarrow \frac{L_2}{L_1} = \frac{L_1}{L_2} = \frac{L_1}{2L_1} = \frac{1}{2}$$

۵- رابطه‌ای برای انرژی ذخیره شده در یک سیملوله‌ی بدون هسته برحسب ویژگی‌های سیملوله به دست آورید.

$$\begin{cases} L = k\mu_r \frac{N^2 A}{L} \\ k = 1 \Rightarrow L = \mu_r \frac{N^2 A}{L} \end{cases}$$

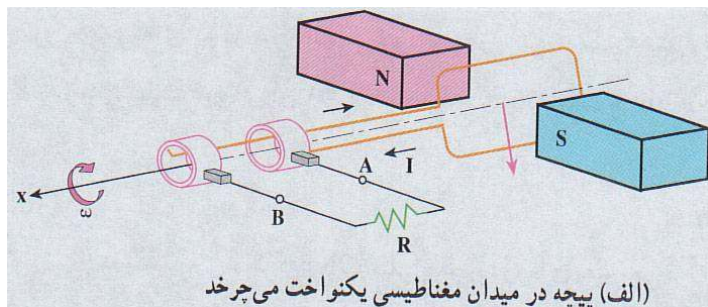
$$U = \frac{1}{2} LI^2 \Rightarrow U = \frac{1}{2} \left(\mu_r \frac{N^2 A}{L} \right) I^2$$

اگر طرفین معادله را در I ضرب کنیم، خواهیم داشت:

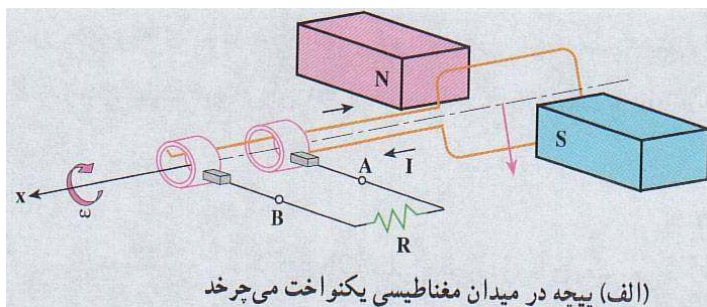
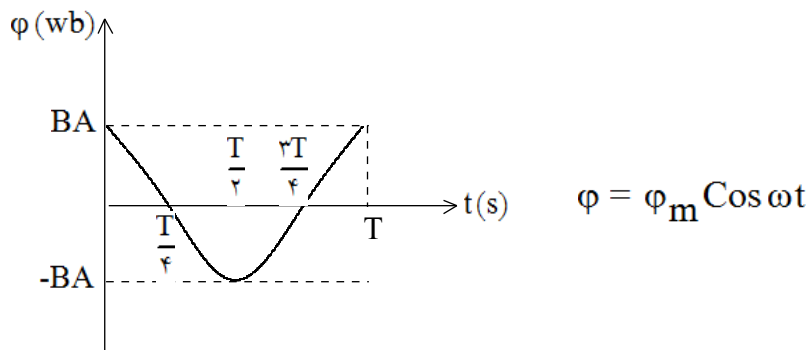
$$\begin{cases} U = \frac{1}{2} \mu_r \frac{N^2 A}{L} \times I^2 \times \left(\frac{\mu_r \times L}{\mu_r \times L} \right) \\ B^2 = \mu_r \frac{N^2 I^2}{L^2} \end{cases} \Rightarrow U = \frac{1}{2} B^2 A \left(\frac{L}{\mu_r} \right)$$

$$\begin{cases} U = \frac{1}{2} B^2 A \left(\frac{L}{\mu_r} \right) \\ V = AL \text{ حجم سیملوله} \Rightarrow U = \frac{B^2 V}{2\mu_r} \end{cases}$$

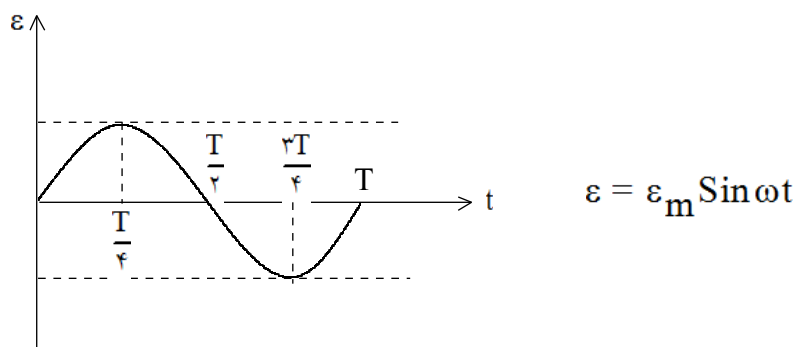
در این رابطه B میدان مغناطیسی و V حجم داخل سیملوله می‌باشد.



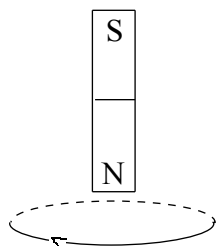
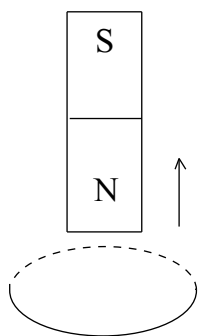
۶- نمودار تغییرات شاری که از مدار پیچه در شکل زیر می گذرد را بر حسب زمان در طول یک دورهی چرخش پیچه رسم کنید.



۷- نمودار تغییرات نیروی محرکه‌ی القا شده در پیچه در شکل زیر را بر حسب زمان و طول یک دورهی چرخش پیچه رسم کنید.



۸- قطب شمال یک آهنربا، مطابق شکل زیر از یک حلقه‌ی فلزی دور می‌شود، جهت جریان القایی را در حلقه مشخص کنید.

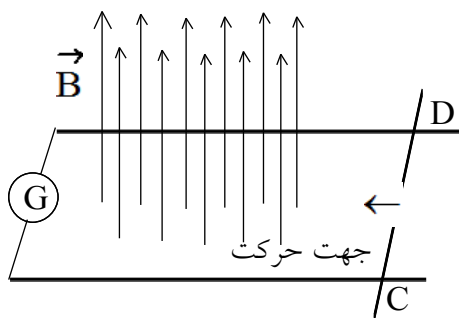


وقتی آهنربا از حلقه دور می‌شود، شار مغناطیسی در حلقه فلزی تغییر می‌کند و در آن نیروی محرکه القایی ایجاد می‌شود که باعث برقراری جریان القایی می‌گردد (قانون فارادی). جهت جریان القایی در جهتی است که آثار مغناطیسی حلقه با دور شدن آهنربا مخالفت می‌کند. هرگاه میدان مغناطیسی حلقه رو به بالا باشد، جهت جریان القایی در حلقه، مطابق شکل مقابل ساعتگرد خواهد بود (از رخ بالا).

۹- یک آهنربای میله‌ای را به‌طور قائم از ارتفاع معینی نزدیک زمین رها می‌کنیم. اگر سطح زمین در محل برخورد آهنربا با آن نرم باشد آهنربا در زمین فرو می‌رود. اگر این آزمایش را بار دیگر در وضعیتی تکرار کنیم که آهنربا در حین سقوط از درون حلقه‌های یک پیچه بگذرد، مقدار فرورفتگی آهنربا در زمین چه تغییری خواهد کرد؟ چرا؟ (از اثر مغناطیسی زمین بر روی آهنربا چشم‌پوشی کنید).

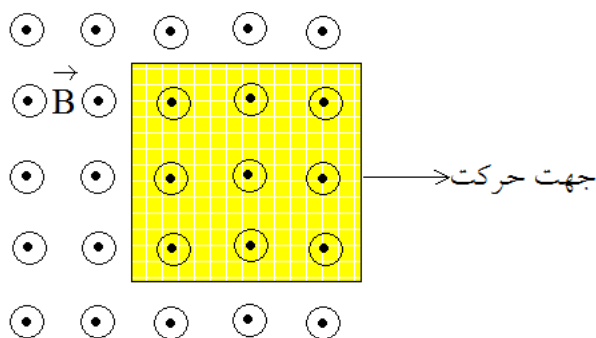
هنگامی که آهنربا را از ارتفاع رها می‌کنیم، زمانی که به پیچه می‌رسد میدان مغناطیسی آهنربا در پیچه، جریان القایی به وجود می‌آورد که آثار آن با حرکت آهنربا به طرف پایین مخالفت می‌کند و هنگام خارج شدن آهنربا نیروی محرکه القایی داخل پیچه با خارج شدن آهنربا به طرف پایین مخالفت می‌کند. در نتیجه نیروی محرکه القایی ایجاد شده در پیچه نیرویی از طرف پایین به بالا به آهنربا وارد می‌کند و سرعت سقوط آهنربا را کاهش می‌دهد و آهنربا به هنگام برخورد با سطح نرم زمین به مقدار کمتری در زمین فرو می‌رود.

۱۰- دو میله‌ی رسانای موازی در صفحه‌ای عمود بر میدان مغناطیسی یکنواخت \vec{B} قرار دارند. این میله‌ها توسط گالوانومتری مطابق شکل زیر به یک‌دیگر بسته شده‌اند. میله‌ی رسانای CD می‌تواند روی دو میله‌ی موازی بلغزد. اگر میله‌ی CD در جهت نشان داده شده در شکل به حرکت درآید جهت القایی در مدار در چه سویی است؟



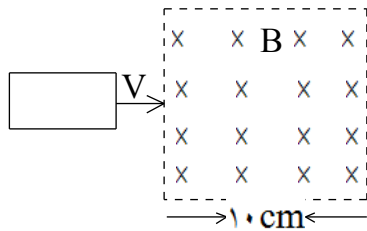
وقتی میله CD به طرف چپ حرکت می‌کند، خط‌های میدان مغناطیسی را قطع می‌کند و سطح قاب رو به کاهش خواهد بود و در نتیجه شار مغناطیسی کاهش می‌یابد در این صورت با توجه به قانون لنز جهت جریان القایی در جهتی خواهد بود که آثار مغناطیسی آن با تغییر شار مخالفت می‌کند و میدانی رو به بالا را ایجاد می‌کند. پس جهت جریان القایی از C به D می‌باشد، زیرا میدان مغناطیسی رو به بالا در قاب ایجاد کرده است تا با کاهش شار مغناطیسی مخالفت کند.
راه حل دیگر استفاده از قاعده دست راست است، به‌طوری که اگر نوک انگشتان دست راست بردار سرعت و خم چهار انگشت جهت مغناطیسی داخل قاب را نشان دهد، انگشت شست جهت جریان در میله را نشان می‌دهد که از C به D می‌باشد.

۱۱- پیچ‌های مستطیلی را که در شکل زیر نشان داده شده است به‌طرف راست می‌کشیم و از میدان مغناطیسی برونسو خارج می‌کنیم. جهت جریان القایی در پیچه در چه سویی است؟



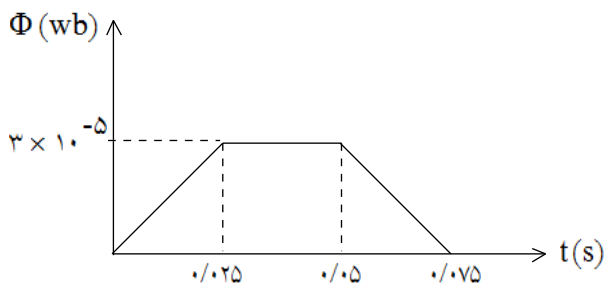
وقتی قاب را به طرف راست می‌کشیم تا از میدان مغناطیسی خارج کنیم، شار مغناطیسی عبوری از سطح قاب رو به کاهش خواهد بود، زیرا تعداد خط‌هایی که از قاب می‌گذرد رو به کاهش خواهد بود، در این صورت طبق قانون لنز جهت جریان القایی در قاب پاد ساعتگرد است و میدان مغناطیسی برونسو ایجاد می‌کند تا با کاهش شار مغناطیسی مخالفت کند.

۱۲- حلقه‌ی فلزی مستطیلی شکلی به ابعاد $۳\text{cm} \times ۵\text{cm}$ مطابق شکل زیر با سرعت ثابت ۲m/s وارد میدان مغناطیسی یکنواخت $۰/۰۲\text{ T}$ می‌شود و از طرف دیگر آن خارج می‌شود. نمودار تغییرات شاری که از حلقه می‌گذرد و نیروی محرکه‌ی القا شده در آن را بر حسب زمان رسم کنید.



وقتی قاب با سرعت V وارد میدان مغناطیسی می‌شود، در لحظه‌ی اول $\Phi = ۰$ و وقتی به طور کامل وارد میدان می‌شود $\Phi_1 = BA$ و هنگامی که از طرف دیگر خارج می‌شود شار مغناطیسی کم و به $\Phi_3 = ۰$ می‌رسد.

$$\begin{cases} \Phi_1 = ۰ \\ \Phi_2 = BA \cos \theta \\ \Phi_3 = ۰ \end{cases} \quad \begin{cases} \Phi_2 = BA \cos \theta \\ A = ۳ \times ۵ = ۱۵\text{cm}^2 = ۱۵ \times ۱۰^{-۴}\text{m}^2 \\ B = ۰/۰۲\text{T} \text{ و } \theta = ۰ \Rightarrow \Phi_2 = ۰/۰۲ \times (۱۵ \times ۱۰^{-۴}) = ۳ \times ۱۰^{-۵}(\text{wb}) \end{cases}$$



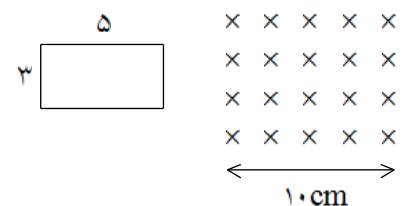
نمودار شار مغناطیسی - زمان

وقتی قاب به طور کامل وارد میدان می‌شود، مسافت ۵cm را طی می‌کند و این بازه زمانی برابر است با:

$$\begin{cases} x = V(\Delta t) \\ x = ۵\text{cm} \text{ و } V = ۲\text{m/s} \Rightarrow \Delta t = \frac{x}{V} = \frac{۵ \times ۱۰^{-۲}}{۲} = ۰/۰۲۵ \end{cases}$$

مدت زمانی که طول می‌کشد تا با سرعت ثابت از میدان مغناطیسی عبور کند، از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$\begin{cases} \Delta x = V(\Delta t) \\ x = ۵\text{cm} \text{ و } V = ۲\text{m/s} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta x}{V} = \frac{۵ \times ۱۰^{-۲}}{۲} = ۰/۰۲۵\text{s} \end{cases}$$

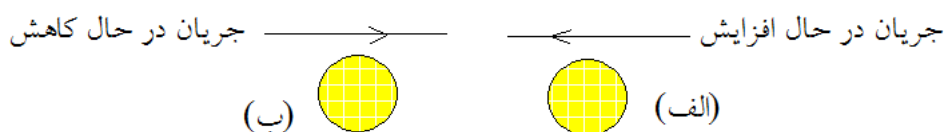


قاب در مدت $۰/۰۲۵$ ثانیه وارد میدان می‌شود و در مدت $۰/۰۲۵$ ثانیه از آن خارج می‌شود و در مدتی که در میدان حرکت می‌کند شار مغناطیسی ثابت و نیروی محرکه برابر صفر خواهد بود.

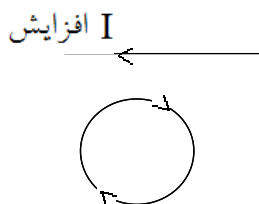
$$\begin{cases} \varepsilon = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -BLV \\ \varepsilon = -۰/۰۲ \times (۳ \times ۱۰^{-۲}) \times (۲) = ۱/۲ \times ۱۰^{-۳}\text{V} \end{cases}$$

$\varepsilon(\text{V})$

۱۳- جهت جریان القایی در هر یک از حلقه‌های دایره‌ای نشان داده شده در شکل زیر در چه سویی است؟

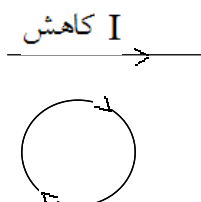


الف) جریان در سیم رو به افزایش است و میدان مغناطیسی اطراف آن در حال قوی شدن است و شاری که از حلقه می‌گذرد در حال افزایش می‌باشد، پس طبق قانون لنز جریان ساعتگرد در حلقه برقرار می‌شود تا با افزایش شار مغناطیسی مخالفت کند.



ب) جریان در سیم رو به کاهش و میدان مغناطیسی اطراف آن در حال ضعیف شدن است و شاری که از حلقه می‌گذرد در حال کاهش می‌باشد، پس طبق قانون لنز جریان ساعتگرد در حلقه برقرار می‌شود.

تا	با	کاهش	شار	مغناطیسی	مخالفت	کند.
----	----	------	-----	----------	--------	------



پیچهای که دارای ۱۰۰۰ حلقه است، عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی که اندازه‌ی آن $T = 0.4$ و جهت آن از راست به چپ است، قرار دارد. میدان مغناطیسی در مدت $t = 0.1$ s تغییر کرده و به $T = 0.4$ در خلاف جهت اولیه می‌رسد.

اگر سطح هر حلقه‌ی پیچه 50 cm^2 باشد، به ۲ سوال بعدی پاسخ دهید.

۱۴- اندازه‌ی نیروی محرکه‌ی القایی، متوسط در پیچه را حساب کند.

$$N = \dots$$

$\theta =$

$$B_1 = 1/1.4 \text{ T}$$

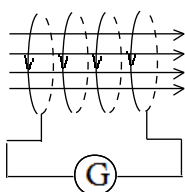
$$\Delta t = 1/10 \text{ s}$$

$$B_y = -0.14 \text{ T}$$

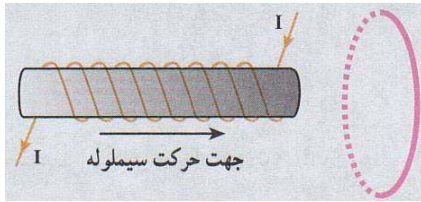
$$A = 0.1 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\begin{cases} \varepsilon = -N \left(\frac{B_r - B_1}{\Delta t} \right) A \cos \theta \\ \varepsilon = -\dots \left(\frac{\dots + \dots}{\dots} \right) \times (\dots \times \dots, \dots) \\ \varepsilon = \dots V \end{cases}$$

۱۵- جهت جریان القای را تعیین کند.

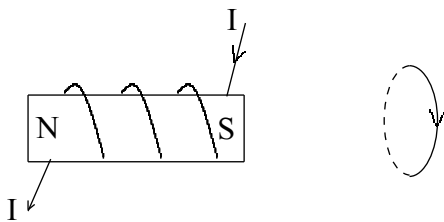


وقتی میدان مغناطیسی از $T/0.4$ به صفر می‌رسد، جریان القایی در پیچه مطابق شکل در قسمت جلو حلقه رو به پایین از صفر تا I می‌رسد تا آثار مغناطیسی حاصل از آن با کاهش شار مغناطیسی مخالفت کند و وقتی میدان مغناطیسی از صفر تا $T/0.4$ - می‌رسد، جریان در همان جهت قبلی ادامه خواهد داشت تا آثار مغناطیسی آن با افزایش میدان مغناطیسی در جهت منفی مخالفت کند.



۱۶- در شکل زیر اگر سیملوله را در جهت نشان داده شده در شکل به حلقه نزدیک کنیم جریان القایی در حلقه در چه جهتی است؟

سیملوله حامل جریان است و طبق قانون دست راست طرف راست آن قطب S و طرف چپ آن قطب N است. وقتی سیملوله با سرعت V به طرف حلقه می‌رود، شار مغناطیسی در حلقه تغییر می‌کند و در مدار نیروی محرکه القایی و جریان القایی برقرار می‌شود. جهت جریان القایی در حلقه طبق قانون لنز در جهتی است که آثار مغناطیسی آن با نزدیک شدن سیملوله مخالفت می‌کند. پس در طرف چپ حلقه قطب S و در طرف راست قطب N تشکیل می‌شود تا با نزدیک شدن قطب S سیملوله مخالفت کند. حال اگر قطب S و N حلقه مشخص باشد، می‌توان با استفاده از قاعده دست راست جهت جریان القایی را در حلقه تعیین کرد مطابق شکل می‌باشد.



۱۷- پیچه‌ای با سطح مقطع 30 cm^2 دارای ۱۰۰۰ حلقه است و در ابتدا بر میدان مغناطیسی زمین عمود است. اگر در مدت 0.02 s پیچه بچرخد و موازی میدان مغناطیسی زمین قرار بگیرد، نیروی محرکه‌ی متوسط القایی در آن چه قدر است؟ (اندازه‌ی میدان زمین را 0.5 G در نظر بگیرید.)

$$A = 30 \text{ cm}^2 = 30 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$N = 1000$$

$$\theta_1 = 0$$

$$\theta_2 = \frac{\pi}{2}$$

$$B = 0.5 \times 10^{-4} \text{ T}$$

$$\begin{cases} \bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -N \frac{BA(\cos \theta_2 - \cos \theta_1)}{\Delta t} \\ \Delta t = 0.02 \text{ s} \Rightarrow -1000 \times \frac{0.5 \times 10^{-4} \times (30 \times 10^{-4})(0 - 1)}{0.02} = \bar{\varepsilon} \\ \bar{\varepsilon} = 7.5 \times 10^{-3} \text{ V} \end{cases}$$

۱۸- اگر شار مغناطیسی عبوری از حلقه‌ای مطابق رابطه‌ی زیر (در SI) تغییر کند:

$$\Phi_B = (4t^2 + 3t - 1) \times 10^{-3}$$

بزرگی نیروی محرکه‌ی القایی در حلقه‌ی $t = 2\text{ s}$ چه قدر است؟

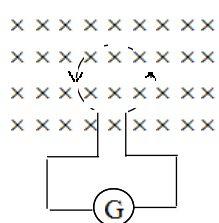
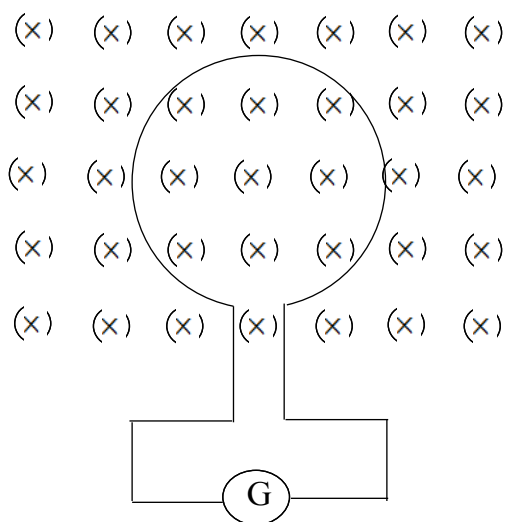
مشتق شار مغناطیسی نسبت به زمان برابر نیروی محرکه القایی است، پس:

$$\begin{cases} \varepsilon = \frac{d\Phi}{dt} \\ \Phi_B = (4t^2 + 3t - 1) \times 10^{-3} \Rightarrow (8t + 3) \times 10^{-3} = \frac{d\Phi}{dt} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \varepsilon = (8t + 3) \times 10^{-3} \\ t = 2\text{ s} \Rightarrow \varepsilon = (8 \times 2 + 3) \times 10^{-3} = 1/4 \times 10^{-2} \text{ V} \end{cases}$$

نیروی محرکه در لحظه $t = 2\text{ s}$ برابر $1/4 \times 10^{-2}$ ولت می‌باشد.

۱۹- حلقه‌ای مطابق شکل زیر درون یک میدان مغناطیسی یکنواخت قرار دارد. اگر اندازه‌ی میدان افزایش یابد، جهت جریان القایی را روی حلقه مشخص کنید.



میدان مغناطیسی درون سو و حلقه عمود بر میدان مغناطیسی است. هرگاه میدان مغناطیسی درون سو افزایش یابد، شار مغناطیسی عبوری از حلقه افزایش می‌یابد و در مدار جریان القایی برقرار می‌شود که آثار مغناطیسی آن با افزایش میدان مغناطیسی مخالفت می‌کند، در این صورت جریان القایی پادساعتگرد می‌باشد.

جریان متناوبی که بیشینه‌ی آن $2A$ و دوره‌ی آن $0.02s$ است از یک رسانای 5 اهمی می‌گذرد. به ۲ سوال بعدی پاسخ دهید.

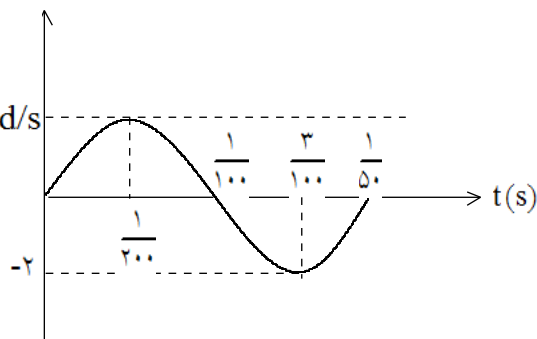
۲۰- در چه لحظه‌هایی شدت جریان بیشینه خواهد بود. در این لحظه‌ها نیروی محرکه‌ی القایی چه قدر است؟

ابتدا زمان تناوب را به دست می‌آوریم تا بتوانیم نمودار جریان - زمان را رسم کنیم.

$$\begin{aligned} I_m &= 2A \\ T &= 0.02s \\ R &= 5\Omega \end{aligned}$$

$$\begin{cases} \omega = \frac{2\pi}{T} \\ T = 0.02s \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{0.02} = 100\pi \text{ rad/s} \end{cases}$$

$$\begin{cases} I = I_m \sin \omega t \\ I_m = 2A \Rightarrow I = 2 \sin 100\pi t \end{cases}$$



با توجه به نمودار و معادله شدت جریان - زمان در لحظه‌های $\frac{1}{200}$ و $\frac{3}{200}$ شدت جریان ماکزیمم است.

یعنی در لحظه $\frac{1}{200}$ برابر $(+2A)$ و در لحظه $\frac{3}{200}$ $(-2A)$ می‌باشد. در این مدار نیروی محرکه القایی با شدت جریان الکتریکی هم فاز است و در لحظه‌هایی که شدت جریان ماکزیمم است، نیروی محرکه‌ی القایی نیز ماکزیمم است. در روش دیگر می‌توان گفت وقتی $\sin 100\pi t$ برابر (± 1) گردد، شدت جریان و نیروی محرکه‌ی القایی ماکزیمم است.

$$\begin{cases} \sin 100\pi t = \pm 1 \\ \sin \frac{\pi}{2} = 1 \Rightarrow 100\pi t = \frac{\pi}{2} \Rightarrow t = \frac{1}{200} s \\ \sin \frac{3\pi}{2} = -1 \Rightarrow 100\pi t = \frac{3\pi}{2} \Rightarrow t = \frac{3}{200} s \end{cases}$$

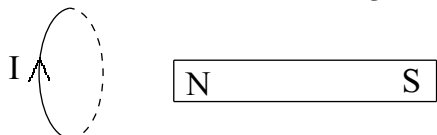
۲۱- در لحظه‌ی $t = \frac{1}{200} s$ ، شدت جریان چه قدر است؟

برای به دست آوردن شدت جریان در لحظه $t = \frac{1}{200} s$ مقدار آن را در معادله شدت جریان - زمان قرار می‌دهیم.

$$\begin{cases} I = 2 \sin 100\pi t \\ t = \frac{1}{200} s \Rightarrow I = 2 \sin 100\pi \times \frac{1}{200} \end{cases}$$

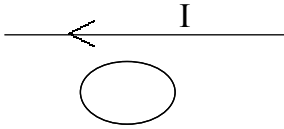
$$I = 2 \sin \frac{\pi}{2} \Rightarrow I = 2 \times \frac{\sqrt{2}}{2} = \sqrt{2} A$$

۲۲- با توجه به جهت جریان القایی در حلقه‌ی شکل روبرو جهت حرکت آهنربا را تعیین کنید.



به طرف چپ حرکت می‌کند (به حلقه نزدیک می‌شود).

۲۳- اگر جریان I در حال کاهش باشد، جهت جریان القایی در حلقه را تعیین کنید.



پاد ساعتگرد.

۲۴- در رابطه‌ی $B = k\mu \frac{NI}{l}$ ، K ضریبی است که به بستگی دارد و به آن می‌گویند.

جنس هسته داخل سیملوله - ضریب نسبی تراوایی مغناطیسی

۲۵- پیچه‌ای با سطح مقطع 50 cm^2 دارای ۱۰۰۰ حلقه است و عمود بر میدان مغناطیسی زمین است. اگر در مدت زمان 0.1 s بچرخد و سطح آن موازی خطهای میدان مغناطیسی زمین قرار گیرد. نیروی محرکه‌ی القایی متوسط در آن چند ولت است؟ (بزرگی میدان مغناطیسی زمین $5 \times 10^{-5} \text{ T}$ است.)

$$|\bar{\varepsilon}| = \left| -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t} \right| = \left| -N \frac{\Delta(BA \cos \alpha)}{\Delta t} \right| \Rightarrow |\bar{\varepsilon}| = \left| - \frac{NBA(\cos \alpha_2 - \cos \alpha_1)}{\Delta t} \right|$$

$$\left(\begin{matrix} \alpha_2 = 90^\circ \\ \alpha_1 = 0 \end{matrix} \right) \Rightarrow |\bar{\varepsilon}| = \left| - \frac{1000 \times 50 \times 10^{-6} \times 50 \times 10^{-4} (0 - 1)}{0.1} \right| \Rightarrow |\bar{\varepsilon}| = 0.25 \text{ V}$$

۲۶- از سیملوله‌ای به ضریب خود القایی، 0.1 H ، جریان متغیری به صورت $I = 3t - 4$ عبور می‌کند، بزرگی نیروی محرکه‌ی القایی ایجاد شده در سیملوله را محاسبه کنید.

$$|\varepsilon| = \left| L \frac{dI}{dt} \right| = |L \times 3| = 0.1 \times 3 = 0.3 \text{ V}$$

۲۷- قانون القای الکترومغناطیسی فارادی را با ذکر رابطه‌ی آن بنویسید.

هر گاه شار مغناطیسی عبوری از یک مدار بسته تغییر کند، نیروی محرکه‌ای در آن القا می‌شود، که بزرگی آن با آهنگ تغییر شار نسبت به زمان متناسب است.

$$\varepsilon = - \frac{d\phi}{dt}$$

۲۸- هر چه یک پیچه تغییر کند. نیروی محرکه‌ی القایی بزرگ‌تری در آن القا می‌شود.

شار مغناطیسی گذرنده از سطح - بیش‌تر و در زمان کوتاه‌تر

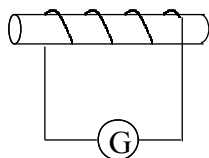
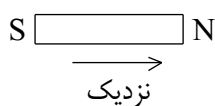
۲۹- سطح حلقه‌ای به مساحت 100 cm^2 بر میدان مغناطیسی یکنواختی عمود است. اگر بزرگی میدان مغناطیسی بدون تغییر جهت به اندازه‌ی 0.5 T کاهش یابد، شار مغناطیسی که از سطح حلقه می‌گذرد چقدر تغییر می‌کند؟

$$\phi = BA \cos \theta = BA \cos 0 = BA$$

$$\Delta\phi = B_2 A - B_1 A = (B_2 - B_1) A = \Delta B \times A \Rightarrow \Delta\phi = (-0.5)(100 \times 10^{-4}) = 5 \times 10^{-3} \text{ wb}$$

۳۰- جریانی به شدت ۰/۲ آمپر از یک سیم‌لوله می‌گذرد. با قطع مدار شدت جریان در مدت زمان ۰/۰۲۵ ثانیه به طور یکنواخت کم شده و به صفر می‌رسد. اگر نیروی محرکه‌ی القایی متوسط بوجود آمده در سیم‌لوله ۲ ولت باشد. ضریب خود القایی سیم‌لوله چقدر است؟

$$|\varepsilon_L| = \left| -L \frac{\Delta I}{\Delta t} \right| \Rightarrow 2 = L \times \left(\frac{0.2}{0.025} \right) \Rightarrow L = 0.25 \text{ H}$$



۳۱- با توجه به شکل، با استفاده از قانون جهت جریان القایی در حلقه‌ها روبه است.

قانون لنز - بالا

۳۲- رابطه‌ی ضریب خود القایی سیم‌لوله را به دست آورید.

$$B = \mu \frac{N}{L} I = K\mu \frac{N}{L} I \Rightarrow \Phi = BA = K\mu \frac{N}{L} I A \Rightarrow d\Phi = K\mu \frac{N}{L} A dI$$

$$\varepsilon = -N \frac{d\Phi}{dt} \Rightarrow \varepsilon = -N \left(K\mu \frac{N}{L} A \frac{dI}{dt} \right) = -K\mu \frac{N^2}{L} A \frac{dI}{dt} = -L \frac{dI}{dt}$$

$$\Rightarrow L = -K\mu \frac{N^2}{L} A$$

۳۳- معادله‌ی شار مغناطیسی در مولد جریان متناوب که N حلقه دارد، به صورت $\Phi = AB \cos \omega t$ می‌باشد. معادله‌ی نیروی محرکه‌ی دو سر مولد را به دست آورید.

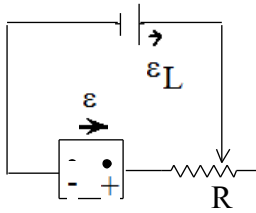
$$\Phi = AB \cos \omega t \text{ و } \varepsilon = -N \frac{d\Phi}{dt} \Rightarrow \varepsilon = -N (AB (-\sin \omega t) \omega) = NAB\omega \sin \omega t$$

۳۴- سیم‌لوله‌ای با ضریب خود القایی ۰/۵ هانری و مقاومت ۲۴ اهم را به باتری ۱۲ ولتی وصل می‌کنیم. انرژی ذخیره شده در سیم‌لوله چند ژول است؟

$$I = \frac{V}{R} = \frac{12}{24} = \frac{1}{2} \text{ A} \Rightarrow U = \frac{1}{2} LI^2 = \frac{1}{2} \times 0.5 \times \left(\frac{1}{2} \right)^2 = \frac{1}{16} \text{ J}$$

۳۵- قانون لنز را بیان کنید.

جریان القایی در مدار در جهتی است، که آثار مغناطیسی ناشی از آن با عامل به وجود آورنده‌ی جریان القایی یعنی تغییر شار مغناطیسی مخالفت می‌کند.



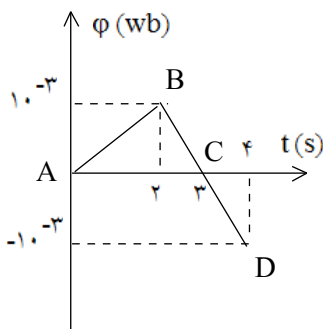
۳۶- در شکل روبرو، \mathcal{E}_L نیروی محرکه‌ی یک باتری فرضی است که جایگزین یک القاگر در مدار شده است. با توجه به جهت \mathcal{E}_L توضیح دهید. مقاومت رئوستا در حال افزایش است یا کاهش؟

نیروی محرکه‌ی خود القایی (\mathcal{E}_L) می‌خواهد در خلاف جهت نیروی محرکه‌ی مولد (\mathcal{E}) جریان الکتریکی ایجاد کند. در خودالقایی نیروی محرکه‌ی القایی با تغییر جریان الکتریکی مدار مخالف است. بنابراین جریان الکتریکی مدار در حال افزایش بوده است و مقاومت متغیر در حال کاهش بوده است.

۳۷- عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

از مشخصه‌های ساختاری القاگر است. (ضریب خود القایی - انرژی ذخیره شده در القاگر)

ضریب خود القایی



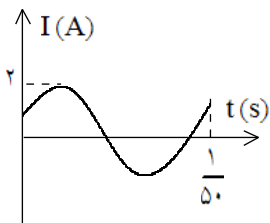
۳۸- در شکل روبرو، نمودار تغییرات شار مغناطیسی بر حسب زمان را برای یک حلقه‌ی رسانا مشاهده می‌کنید. در هر یک از سه مرحله‌ی AB، BC و CD نیروی محرکه‌ی القایی را محاسبه کنید.

$$\mathcal{E}_{AB} = \left| \frac{\Phi_B - \Phi_A}{\Delta t_{AB}} \right| = \left| \frac{10^{-3} - 0}{2 \text{ s}} \right| = 5 \times 10^{-4} \text{ V}$$

$$\mathcal{E}_{BC} = \left| \frac{\Phi_C - \Phi_B}{\Delta t_{BC}} \right| = \left| \frac{0 - 10^{-3}}{1 \text{ s}} \right| = 10^{-3} \text{ V}$$

$$\mathcal{E}_{CD} = \left| \frac{\Phi_D - \Phi_C}{\Delta t_{CD}} \right| = \left| \frac{(-10^{-3}) - 0}{1 \text{ s}} \right| = 10^{-3} \text{ V}$$

۳۹- با توجه به نمودار جریان - زمان در شکل روبرو، معادله‌ی شدت جریان را بدست آورید.

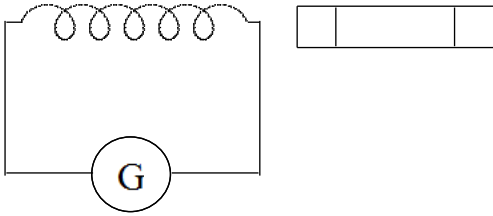


$$T = \frac{1}{50} \text{ s} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{\frac{1}{50}} = 100\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$I = I_m \sin \omega t \Rightarrow I = 2 \sin(100\pi t)$$

۴۰- با رسم شکل آزمایشی طراحی کنید که ایجاد جریان القایی را نشان دهد.

سیم‌لوله‌ای با تعداد دورهای زیاد را به دو سر یک گالوانومتر بسته و آهنربائی را مطابق شکل در مجاورت آن حرکت می‌دهیم. انحراف عقربه گالوانومتر نشان دهنده ایجاد جریان القایی در سیم‌لوله می‌باشد.



۴۱- اگر شار عبوری از حلقه‌ای مطابق رابطه‌ی $\Phi_B = (2t^2 + 3t - 1) \times 10^{-3}$ تغییر کند. نیروی محرکه‌ی القایی در $t = 3s$ چه قدر است؟

$$\varepsilon = \left| - \frac{dq}{dt} \right| = \left| -(4t + 3) \times 10^{-3} \right| \Rightarrow \varepsilon = (4 \times 3 + 3) \times 10^{-3} = 15 \times 10^{-3} \text{ ولت}$$

۴۲- جریانی به شدت 0.2 آمپر که از یک سیم‌لوله می‌گذرد، در مدت 0.025 ثانیه به‌طور یکنواخت کم شده و به صفر می‌رسد. اگر نیروی محرکه‌ی خود القایی به وجود آمده در سیم‌لوله 2 ولت باشد، ضریب خود القایی سیم‌لوله را حساب کنید.

$$\varepsilon = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} = -L \frac{(I_2 - I_1)}{\Delta t} \Rightarrow 2 = -L \times \frac{(0 - 0.2)}{0.025} \Rightarrow L = 0.25 \text{ H}$$

۴۳- قانون فارادی را بیان کنید.

هرگاه شار مغناطیسی‌ای که از مدار بسته‌ای می‌گذرد تغییر کند، نیروی محرکه‌ای در آن القا می‌شود که بزرگی آن با آهنگ تغییر شار مغناطیسی متناسب است.

۴۴- قانون لنز را بیان کنید.

جریان القایی در مدار در جهتی است که آثار مغناطیسی ناشی از آن با عامل به وجود آورنده‌ی جریان القایی یعنی تغییر شار مغناطیسی مخالفت کند.

۴۵- یکای خودالقایی (هانری) را تعریف کنید.

یک هانری ضریب خودالقایی سیم‌لوله‌ای است که هرگاه جریانی که از آن عبور می‌کند با آهنگ یک آمپر بر ثانیه تغییر کند، نیروی محرکه‌ای برابر یک ولت در آن القا شود.

سیم‌لوله‌ای با 500 دور و مقاومت الکتریکی 10 اهم و مساحت سطح مقطع 25 cm^2 در یک میدان مغناطیسی یکنواخت طوری قرار گرفته که محور سیم‌لوله موازی خطوط میدان مغناطیسی است. اگر بزرگی میدان مغناطیسی 0.4 تسلا باشد، به 2 سؤال بعدی پاسخ دهید.

۴۶- شار مغناطیسی که از سیم‌لوله می‌گذرد چه قدر است؟

$$\phi = BA \cos 0^\circ = 4 \times 10^{-2} \times 25 \times 10^{-4} = 10^{-4} \text{ wb}$$

۴۷- برای این که جریانی به شدت 1mA در سیملوله القا شود، میدان مغناطیسی با چه آهنگی باید تغییر کند؟

$$\bar{\varepsilon} = R\bar{I} \Rightarrow \bar{\varepsilon} = 10 \times 1 \times 10^{-3} = 10^{-2} \text{ V}$$

$$|\bar{\varepsilon}| = \left| -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| \text{ و } \Delta\Phi = \Delta B \cdot A \Rightarrow |\bar{\varepsilon}| = NA \left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right|$$

$$\Rightarrow \left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| = \frac{|\bar{\varepsilon}|}{NA} = \frac{10^{-2}}{500 \times 25 \times 10^{-4}} = \frac{1}{125} = 8 \times 10^{-3} \frac{\text{T}}{\text{s}}$$

۴۸- کدام یک منبع گرمایی بهتری است؟ (یخ صفردرجه سلسیوس - مخلوط آب و یخ در حال تعادل)

یخ صفر درجه ی سلسیوس.

۴۹- اگر در یک چرخه ماشین گرمایی رابطه $Q_H - |W| = 0$ برقرار باشد، این قانون نقض می شود.

(اول ترمودینامیک - دوم ترمودینامیک - پایستگی انرژی)

قانون دوم ترمودینامیک.

۵۰- عامل شارش بار الکتریکی بین دو نقطه واقع در میدان الکتریکی است.

(اختلاف پتانسیل الکتریکی - پتانسیل الکتریکی)

اختلاف پتانسیل الکتریکی.

۵۱- دو سیم راست و موازی حامل جریان های الکتریکی هم سو، همدیگر را (می رانند - می ربایند)

می ربایند.

۵۲- یکای ضریب خودالقایی است. (هانری - تسلا - ویر)

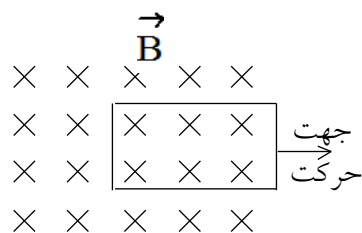
هانری.

۵۳- متداول ترین روش تولید جریان القایی متناوب، است. (تغییر زاویه θ - تغییر مساحت پیچ)

تغییر زاویه θ .

۵۴- قانون لنز را تعریف کنید.

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.



۵۵- در شکل روبرو اگر پیچه مستطیل شکل رسانا در جهت نشان داده شده حرکت نماید، جهت جریان القایی در پیچه را با ذکر دلیل مشخص نمایید.

با توجه به این که پیچه مستطیل شکل از میدان خارج می شود پس سطحی از پیچه که در میدان مغناطیسی است در حال کاهش می باشد. در نتیجه با توجه به رابطه $\Phi = BA \cos \theta$ شار مغناطیسی کاهش می یابد. پس جهت جریان القایی در پیچه باید به سمتی باشد که باعث افزایش شار مغناطیسی شود و میدان مغناطیسی هم جهت با میدان مغناطیسی اولیه تولید کند. بنابراین جهت جریان القایی ساعتگرد است تا میدان مغناطیسی القایی در جهت درون سو ایجاد شود.

۵۶- میدان مغناطیسی عمود بر یک حلقه رسانای دایره شکل به قطر ۲۰ سانتی متر، با زمان تغییر می کند و در مدت ۰/۵ ثانیه از $0/2T$ به $-0/2T$ می رسد. نیروی محرکه القایی متوسط در حلقه را طی این مدت محاسبه کنید؟ ($\pi \cong 3$)

$$(B_1 = 0/2T, B_2 = -0/2T) \rightarrow \Delta B = B_2 - B_1 \rightarrow \Delta B = -0/4T$$

$$(\theta = 0^\circ \rightarrow \cos \theta = 1) \text{ و } A = \pi r^2 = 3 \times 10^{-2}$$

$$\Phi = B A \cos \theta \Rightarrow \Delta \Phi = \Delta B A \cos \alpha \Rightarrow \Delta \Phi = (-0/4) \times (3 \times 10^{-2}) = -1/2 \times 10^{-2} \text{ Wb}$$

$$\bar{\varepsilon} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \rightarrow \bar{\varepsilon} = - \frac{-1/2 \times 10^{-2}}{0/5} \rightarrow \bar{\varepsilon} = 2/4 \times 10^{-2} \text{ V} = 0/024 \text{ V}$$

۵۷- رابطه ی قانون القای فارادی را بنویسید.

$$\varepsilon = - \frac{d\Phi}{dt}$$

۵۸- تغییرات شار مغناطیسی با زمان را در پیچه ای که شامل ۱۰۰۰ دور سیم روکش دار است به گونه ای تعیین کنید که نیروی محرکه ای برابر $6V$ در پیچه القا شود.

$$|\varepsilon| = \left| -N \frac{d\Phi}{dt} \right| \Rightarrow 6 = \left| -1000 \times \frac{d\Phi}{dt} \right| \Rightarrow \left| \frac{d\Phi}{dt} \right| = 6 \times 10^{-3} \text{ Wb/S}$$

۵۹- الف) با توجه به جهت حرکت سیم AC در شکل مقابل، جهت جریان القایی را مشخص کنید.

الف) با توجه به افزایش مساحت حلقه شار الکتریکی حلقه افزایش می یابد. پس، جهت میدان مغناطیسی القایی باید مخالف میدان مغناطیسی اولیه باشد. هنگامی که از بالا به حلقه نگاه می کنیم، میدان مغناطیسی اولیه برونسو است و در نتیجه میدان مغناطیسی القایی درونسو است. در نتیجه جهت جریان القایی ساعتگرد است و در میله از A به C است.

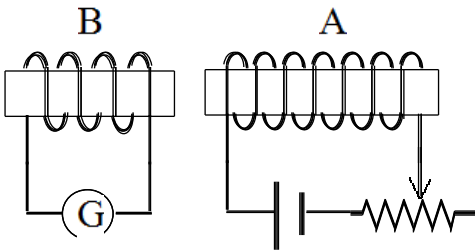
۶۰- ب) اگر طول AC برابر یک متر و بزرگی میدان مغناطیسی برابر 0.5 تسلا و سرعت حرکت میله برابر 4 متر بر ثانیه باشد، نیروی محرکه‌ی القایی متوسط در حلقه چند ولت است؟

ب) فرض می‌کنیم در مدت زمان Δt میله به اندازه‌ی Δx جابه‌جا شود و طول آن برابر L است. در این صورت مساحت حلقه به اندازه‌ی $|\Delta A| = L \Delta x$ تغییر می‌کند.

$$(|\Delta A| = L \Delta x \text{ و } |\Delta \Phi| = B |\Delta A|) \Rightarrow |\Delta \Phi| = B L \Delta x$$

$$|\varepsilon| = \frac{|\Delta \Phi|}{\Delta t} \Rightarrow |\varepsilon| = \frac{B L \Delta x}{\Delta t} = B L \frac{\Delta x}{\Delta t} = B L V = 0.5 \times 1 \times 4 = 2 \text{ V}$$

۶۱- در شکل مقابل مقاومت رنوستا را کم می‌کنیم. با توضیح کافی جهت جریان القایی در سیم‌لوله‌ی B را تعیین کنید.



سمت چپ سیم‌لوله‌ی A قطب N است. با کاهش مقاومت متغیر و افزایش جریان الکتریکی سیم‌لوله‌ی A میدان مغناطیسی آن افزایش می‌یابد. پس سمت راست سیم‌لوله‌ی B باید قطب N شود تا با افزایش شدت قطب N سیم‌لوله‌ی A مخالفت کند. بنابراین جهت جریان در سیم‌لوله B در گالوانومتر باید از راست به چپ باشد.

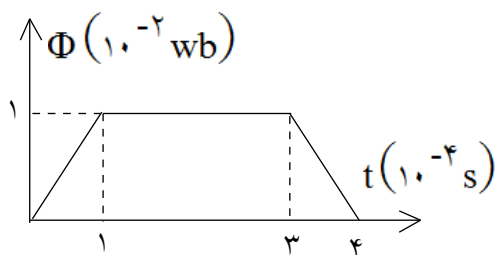
۶۲- هرگاه شدت جریان عبوری از یک القاگر که به یک باتری وصل است، برابر 0.6 A و ضریب خودالقایی القاگر 0.2 H باشد، انرژی ذخیره شده در آن چند ژول است؟

$$U = \frac{1}{2} L I^2 = \frac{1}{2} \times 0.2 \times (0.6)^2 = 0.036 \text{ J}$$

۶۳- قانون القای فارادی را تعریف کنید و رابطه‌ی آن را بنویسید.

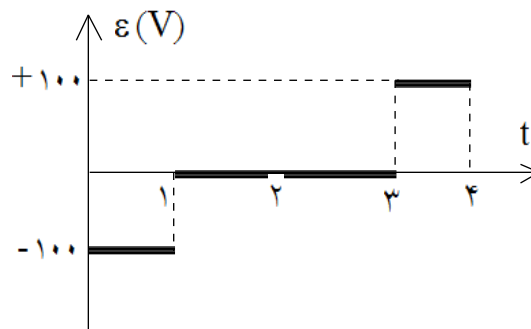
هرگاه شار مغناطیسی‌ای که از مدار بسته‌ای می‌گذرد تغییر کند، نیروی محرکه‌ای در آن القا می‌شود که بزرگی آن با آهنگ تغییر شار مغناطیسی متناسب است.

$$\varepsilon = - \frac{d\Phi}{dt}$$



۶۴- نمودار شار مغناطیسی - زمان که از یک حلقه‌ی بسته می‌گذرد، مطابق شکل است. نمودار تغییرات نیروی محرکه‌ی القا شده در حلقه را بر حسب زمان رسم کنید.

$$\begin{aligned}\bar{\varepsilon}_1 &= -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{1 - 0}{(1-0) \times 10^{-4}} = -100 \text{ V} \\ \bar{\varepsilon}_2 &= -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{1 - 1}{(3-1) \times 10^{-4}} = 0 \\ \bar{\varepsilon}_3 &= -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{0 - 1}{(4-3) \times 10^{-4}} = +100 \text{ V}\end{aligned}$$



۶۵- طبق قانون لنز جریان القایی در مدار در جهتی است که آثار ناشی از آن با عامل به وجود آورنده‌ی جریان القایی یعنی مخالفت می‌کند.

مغناطیسی - تغییر شار

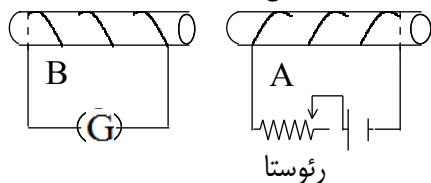
۶۶- از سیم‌لوله‌ای به ضریب خود القایی 0.4 H جریان متغیری می‌گذرد که با زمان به صورت $I = 4t - 3$ تغییر می‌کند (I بر حسب آمپر و t بر حسب ثانیه است). بزرگی نیروی محرکه‌ی القا شده را محاسبه کنید.

$$\left(|\varepsilon_L| = \left| -L \frac{dI}{dt} \right| \text{ و } \frac{dI}{dt} = \frac{d(4t - 3)}{dt} = 4 \right) \Rightarrow |\varepsilon_L| = | -0.4 \times 4 | = 1.6 \text{ V}$$

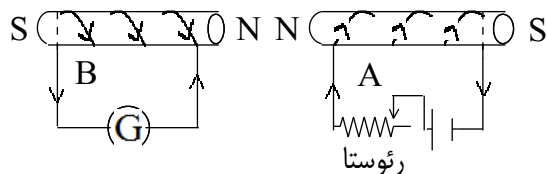
۶۷- سیم‌لوله‌ای بدون هسته با سطح مقطع 10 cm^2 و طول 50 cm را در نظر بگیرید. اگر تعداد حلقه‌های این سیم‌لوله ۲۰۰۰ باشد، ضریب خود القایی آن را محاسبه کنید.

$$L = \mu_r \frac{N^2}{l} A = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{(2000)^2}{0.5} \times 10 \times 10^{-4} = 32\pi \times 10^{-4} \text{ H}$$

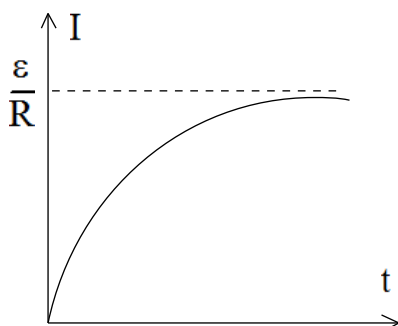
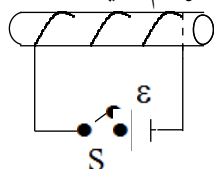
۶۸- در شکل مقابل اگر مقاومت رئوستا را کم کنیم، جهت جریان القایی در سیم‌لوله‌ی B را مشخص کنید.

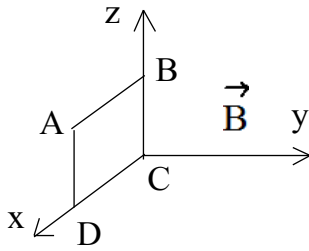


اگر مقاومت رئوستا کم شود، جریان الکتریکی مدار افزایش می‌یابد و در نتیجه میدان مغناطیسی سیم‌لوله‌ی A افزایش می‌یابد. پس شار مغناطیسی عبوری از سیم‌لوله A افزایش می‌یابد و برای مخالفت با آن جهت جریان القایی در سیم‌لوله‌ی B باید مطابق شکل در جهتی باشد که میدان مغناطیسی حاصل در سیم‌لوله A را کاهش دهد.



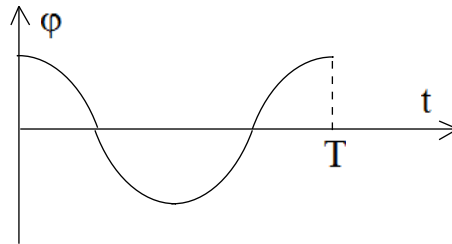
۶۹- در شکل مقابل اگر مقاومت سیم‌لوله R باشد، وقتی کلید S را وصل می‌کنیم، نمودار جریان - زمان را رسم کنید.



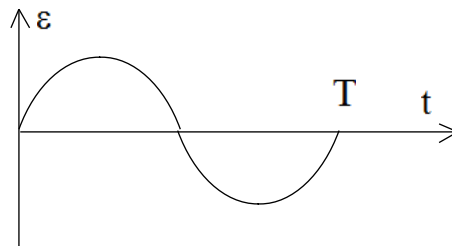


در شکل مقابل (مولد ساده‌ی جریان متناوب) قاب $ABCD$ به طور یکنواخت حول محور Z در میدان مغناطیسی یکنواخت می‌چرخد، در یک دوره چرخش (در ۲ سوال بعدی):

۷۰- نمودار تغییرات شار عبوری از قاب را رسم کنید.



۷۱- نمودار تغییرات نیروی محرکه القا شده در قاب را رسم کنید.



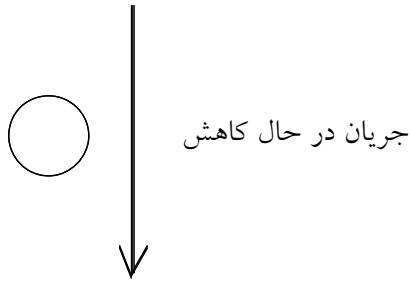
۷۲- پیچ‌های شامل ۲۰۰ دور با سطح مقطع 2cm^2 عمود بر خطوط میدان مغناطیسی است. بزرگی میدان در بازه زمانی 0.01 s و بدون تغییر جهت از 0.2 T به 0.1 T می‌رسد. اندازه‌ی نیروی محرکه‌ی القایی متوسط چند ولت است؟

$$\Delta B = B_2 - B_1 = 0.1 - 0.2 = -0.1\text{ T}$$

$$\Phi = B A \cos 0^\circ = B A \Rightarrow \Delta \Phi = \Delta B A = -0.1 \times 2 \times 10^{-4} = -2 \times 10^{-5}\text{ wb}$$

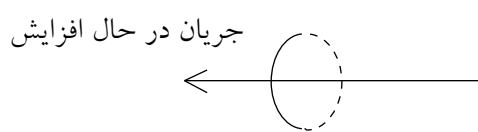
$$|\bar{\epsilon}| = \left| -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = 200 \times \frac{2 \times 10^{-5}}{0.01} = 4\text{ V}$$

۷۳- جهت جریان القایی در حلقه‌ی دایره‌ای نشان داده‌شده در شکل زیر را مشخص کنید.



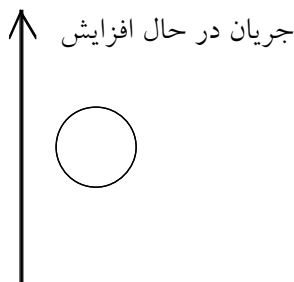
ساعت‌گرد

۷۴- جهت جریان القایی در حلقه‌ی دایره‌ای نشان داده‌شده در شکل زیر را مشخص کنید.



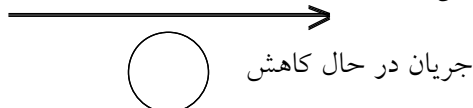
جریان القایی ایجاد نمی‌شود. (شار عبوری از حلقه همواره صفر است.)

۷۵- جهت جریان القایی در حلقه‌ی دایره‌ای نشان داده‌شده در شکل زیر را مشخص کنید.



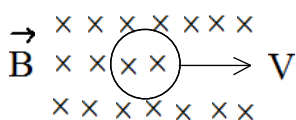
پادساعت‌گرد

۷۶- جهت جریان القایی در حلقه‌ی دایره‌ای نشان داده‌شده در شکل زیر را مشخص کنید.



ساعت‌گرد

۷۷- هرگاه یک حلقه مطابق شکل، با سرعت ثابت درون میدان مغناطیسی یکنواخت حرکت کند آیا در حلقه جریان القایی به وجود می‌آید یا خیر؟ چرا؟



خیر، زیرا شار عبوری از حلقه تغییری نمی‌کند.

۷۸- سیم‌لوله‌ای با ضریب خود القایی 0.01 H و مقاومت $2\text{ }\Omega$ مهم مفروض است. دو سر سیم‌لوله را به یک باتری 12 V ولتی وصل می‌کنیم. انرژی ذخیره شده در سیم‌لوله را حساب کنید.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{12}{2} = 6\text{ A} \Rightarrow U = \frac{1}{2}LI^2 = \frac{1}{2} \times 0.01 \times 6^2 = 0.18\text{ J}$$

۷۹- پیچه‌ای با سطح مقطع ۵۰ سانتی‌مترمربع شامل ۱۰۰ دور سیم روکش‌دار به مقاومت ۱۰ اهم، در میدان مغناطیسی به گونه‌ای قرار دارد که خطوط میدان بر سطح مقطع آن عمود است. اگر جریان القایی در پیچه، ۶ میلی‌آمپر باشد، آهنگ تغییرات میدان مغناطیسی را به دست آورید.

$$|\varepsilon| = IR = 6 \times 10^{-3} \times 10 = 6 \times 10^{-2} \text{ ولت}$$

$$|\varepsilon| = \left| \frac{-\Delta\Phi}{\Delta t} \right| = N \left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| A \Rightarrow \left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| = \frac{\varepsilon}{NA} = \frac{6 \times 10^{-2}}{100 \times 50 \times 10^{-4}} = 0.12 \frac{\text{T}}{\text{s}}$$

۸۰- سه روش برای ایجاد جریان القایی را نوشته و علامت منفی در قانون فارادی برای چیست؟

(۱) تغییر میدان مغناطیسی در سطح حلقه

(۲) تغییر اندازه‌ی مساحت حلقه

(۳) تغییر زاویه بین سطح حلقه و امتداد میدان.

علامت منفی در قانون فارادی نشان دهنده‌ی مخالفت نیروی محرکه‌ی القایی با تغییر شار حلقه است. (قانون لنز)

۸۱- صحیح یا غلط بودن عبارت زیر را مشخص کنید.

جریان القایی با تغییر شار مغناطیسی مخالفت می‌کند.

صحیح است. طبق قانون لنز.

۸۲- صحیح یا غلط بودن عبارت زیر را مشخص کنید.

اگر پیچه در یک میدان مغناطیسی یکنواخت با سرعت ثابت بچرخد نیروی محرکه الکتریکی متناوب تولید می‌شود.

صحیح است. زیرا شار مغناطیسی حلقه به طور متناوب تغییر می‌کند.

۸۳- صحیح یا غلط بودن عبارت زیر را مشخص کنید.

ضریب خودالقایی یک سیم‌لوله با طول آن نسبت مستقیم دارد.

$$L = \mu_0 \frac{N^2 A}{l} \text{ غلط است. طبق رابطه‌ی}$$

۸۴- صحیح یا غلط بودن عبارت زیر را مشخص کنید.

انرژی ذخیره شده در یک القاگر با مجذور شدت جریان گذرنده از آن نسبت مستقیم دارد.

$$U = \frac{1}{2} LI^2 \text{ صحیح است. طبق رابطه‌ی}$$

۸۵- قابی با سرعت ۱۲۰۰ دور در دقیقه حول محوری که بر میدان مغناطیسی یکنواختی عمود است بطور یکنواخت می‌چرخد و

بیشترین شدت جریان القایی در آن ۴ آمپر است. ساده‌ترین شکل معادله شدت جریان را نسبت به زمان برای قاب به دست آورید.

$$T = \frac{60 \text{ s}}{1200 \text{ دور}} = 0.05 \text{ s} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0.05} = 40\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} \Rightarrow i = I_M \sin \omega t = 4 \sin 40\pi t$$

۸۶- جریان متناوبی که بیشینه آن $5A$ و دوره‌ی آن $0.01S$ است از یک رسانای 15Ω می‌گذرد، در $t = \frac{1}{1200}s$ شدت جریان چه قدر است؟ ($\sin 30^\circ = 0.5$)

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0.01} = 200\pi \frac{\text{rad}}{s} \Rightarrow I = I_m \sin \omega t = 5 \sin 200\pi t$$

$$\Rightarrow t = \frac{1}{1200}s \Rightarrow I = 5 \sin \left(200\pi \times \frac{1}{1200} \right) = 5 \sin \frac{\pi}{6} = 2.5 A$$

۸۷- در یک مدار الکتریکی 75 میلی ثانیه طول می‌کشد تا پس از قطع کلید، جریان در مدار از 0.3 آمپر به صفر برسد، اگر نیروی محرکه متوسط القا شده در مدار 2 ولت شود، ضریب خودالقایی مدار را حساب کنید.

$$|\varepsilon_L| = \left| -L \frac{\Delta I}{\Delta t} \right| \Rightarrow 2 = L \times \left| \frac{0 - 0.3}{0.075} \right| \Rightarrow L = 0.5 H$$

۸۸- ضریب خودالقایی (القاییدگی) یک سیم‌لوله را به طول l و سطح مقطع A که دارای N دور است و از آن جریان I می‌گذرد محاسبه کنید.

$$B = \mu, \frac{N}{l} I \Rightarrow dB = \mu, \frac{N}{l} dI \quad \text{و} \quad \Phi = B A \Rightarrow d\Phi = dB A$$

$$\Rightarrow d\Phi = \mu, \frac{N}{l} A dI \Rightarrow \varepsilon = -N \frac{d\Phi}{dt} = -\mu, \frac{N^2}{l} A \frac{dI}{dt} \Rightarrow \varepsilon = - \left(\mu, \frac{N^2}{l} A \right) \frac{dI}{dt}$$

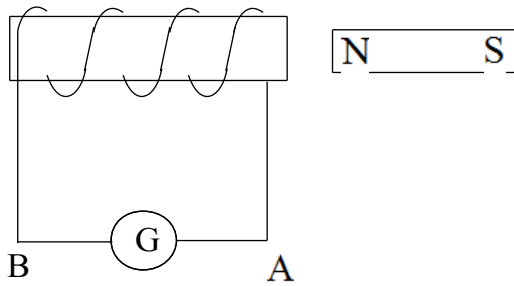
$$\varepsilon_L = -L \frac{dI}{dt} \Rightarrow L = \mu, \frac{N^2}{l} A$$

۸۹- پیچهای با مساحت سطح مقطع 2 سانتی متر مربع، شامل 200 دور سیم روکش دار به گونه‌ای قرار دارد که خطوط میدان مغناطیسی، عمود بر سطح آن هستند. بزرگی میدان مغناطیسی در بازه‌ی زمانی 0.01 ثانیه، بدون تغییر جهت از $0.2 T$ به $0.1 T$ می‌رسد. اندازه‌ی نیروی محرکه‌ی القایی چه قدر است؟

$$|\varepsilon| = \left| -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = \left| -N \frac{\Delta B}{\Delta t} A \cos 0^\circ \right| = \left| N \frac{\Delta B}{\Delta t} A \right| = 200 \times \frac{|0.1 - 0.2|}{0.01} \times 2 \times 10^{-4} = 4 V$$

۹۰- بیشینه نیروی محرکه القایی که با زمان به طور تناوبی تغییر می‌کند، برابر $20 V$ می‌باشد. اگر دوره‌ی این تغییرات $\frac{1}{50}$ ثانیه باشد، رابطه‌ی نیروی محرکه - زمان آن را بنویسید.

$$T = \frac{1}{50} s \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{\left(\frac{1}{50}\right)} = 100\pi \text{ rad/s} \Rightarrow V = V_m \sin \omega t = 20 \sin (100\pi t)$$



۹۱- در شکل مقابل اگر آهنربا را به سمت سیملوله حرکت دهیم، با توضیح کافی جهت جریان القایی در سیم AB را مشخص کنید. برای آنکه جریان القایی را بیش‌تر کنیم دو راه پیشنهاد کنید

جهت میدان مغناطیسی آهن ربا درون سیملوله به سمت چپ است و به دلیل نزدیک شدن آهن ربا به سیملوله اندازه‌ی آن در حال افزایش است. برای مخالفت با افزایش شار جهت جریان القایی باید به نحوی باشد که میدان مغناطیسی آن در سیملوله به سمت راست باشد. بنابراین جریان القایی در گالوانومتر از B به A است.

برای افزایش جریان القایی می‌توان (۱) آهن ربا قوی‌تر انتخاب کرد. (۲) تعداد دورهای سیملوله را افزایش داد. (۳) سرعت حرکت آهن ربا را زیاد کرد.

۹۲- یکای ضریب خود القایی را تعریف کنید.

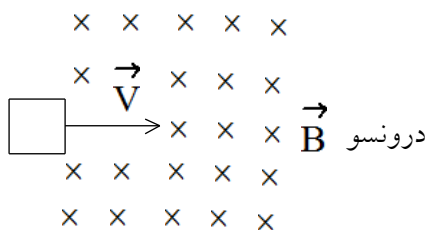
یک هانری ضریب خودالقایی سیملوله است که هرگاه جریان عبوری از آن با آهنگ یک آمپر برثانیه تغییر کند، نیروی محرکه‌ی یک ولت در آن القاء شود.

۹۳- پیچه‌ای شامل ۱۰۰۰ دور با مقاومت $10\ \Omega$ و سطح مقطع 50 cm^2 در میدان مغناطیسی به گونه‌ای قرار دارد که خطوط میدان به سطح مقطع پیچه عمود است. آهنگ تغییرات میدان مغناطیسی چگونه باشد، تا جریان 6 mA در پیچه القاء شود؟

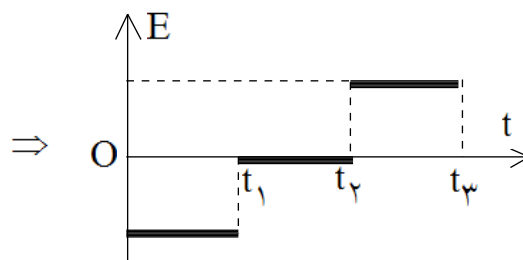
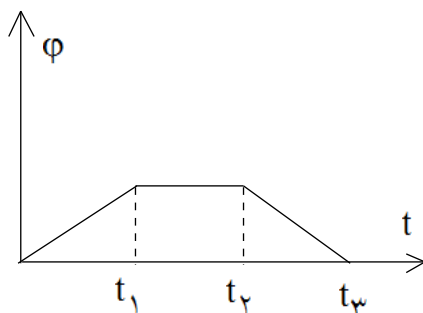
$$|\varepsilon| = I R = 6 \times 10^{-3} \times 10 = 6 \times 10^{-2} \text{ V}$$

$$\left(|\varepsilon| = \left| -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| \text{ و } \Delta\Phi = \Delta B A \right) \Rightarrow |\varepsilon| = \left| -N \frac{\Delta B}{\Delta t} A \right| = N A \left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right|$$

$$\Rightarrow \left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| = \frac{|\varepsilon|}{NA} = \frac{6 \times 10^{-2}}{1000 \times 50 \times 10^{-4}} = 1/2 \times 10^{-2} \frac{\text{T}}{\text{s}}$$



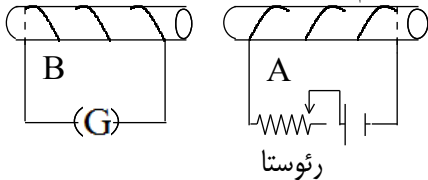
۹۴- حلقه‌ای فلزی به شکل مربع مطابق شکل با سرعت ثابت وارد میدان مغناطیسی یکنواختی شده و از طرف دیگر آن خارج می‌شود. نمودارهای تغییرات شاری که از حلقه می‌گذرد و نیروی محرکه‌ی القا شده در آن را به طور کیفی بر حسب زمان رسم کنید.



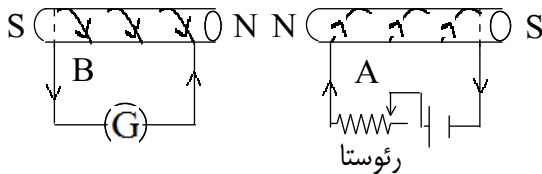
۹۵- سه روش برای ایجاد جریان القایی در حلقه‌ی رسانایی که در میدان مغناطیسی قرار دارد بنویسید.

- ۱- تغییر اندازه میدان مغناطیسی در سطح حلقه. (ΔB)
- ۲- تغییر مساحت حلقه در میدان مغناطیسی. (ΔA)
- ۳- تغییر زاویه بین سطح حلقه و راستای میدان مغناطیسی. ($\Delta \theta$)

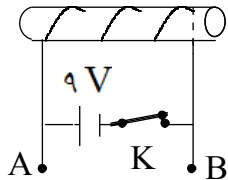
۹۶- در شکل مقابل اگر مقاومت رئوستا را کم کنیم، با ذکر دلیل جهت جریان القایی در سیم‌لوله B را مشخص کنید.



اگر مقاومت رئوستا کم شود جریان الکتریکی مدار افزایش می‌یابد و در نتیجه میدان مغناطیسی سیم‌لوله A افزایش می‌یابد. پس شار مغناطیسی عبوری از سیم‌لوله A افزایش می‌یابد و برای مخالفت با آن جهت جریان القایی در سیم‌لوله B باید مطابق شکل در جیتی باشد که میدان مغناطیسی حاصل در سیم‌لوله A را کاهش دهد.



۹۷- در شکل روبرو دانش‌آموزی نقاط B، A را با دست خود گرفته و دوستش کلید K را قطع می‌کند. هنگام قطع کلید دانش‌آموز احساس برق گرفتگی می‌کند. علت آن را توضیح دهید.



خودالقایی سیم‌لوله با تغییر ناگهانی جریان الکتریکی مخالفت می‌کند. لذا پس از قطع کلید جریان الکتریکی سیم‌لوله به تدریج کاهش می‌یابد و صفر می‌شود. در این مدت به دلیل قطع بودن باتری در مدار جریان الکتریکی سیم‌لوله از بدن دانش‌آموز عبور می‌کند.

۹۸- پیچه‌ای مربع شکل به ضلع 50 cm با 50 دور سیم به گونه‌ای در میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی 0.4 T قرار دارد که خط‌های میدان بر سطح پیچه عمود است. اگر بزرگی میدان مغناطیسی در مدت 0.2 ثانیه به صفر برسد، بزرگی نیروی محرکه القایی متوسط چند ولت خواهد بود؟

$$\Delta B = B_f - B_i \rightarrow \Delta B = 0 - 0.4 = -0.4 \text{ T} \quad \text{و} \quad A = a^2 = 0.5^2 = 0.25 \text{ m}^2$$

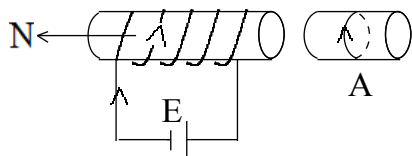
$$\Phi = B A \cos \theta = B A \cos 0^\circ = B A \Rightarrow \Delta \Phi = \Delta B A = (-0.4 \times 0.25) = -0.1 \text{ wb}$$

$$\bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -50 \times (-0.1) \rightarrow \varepsilon = 5 \text{ V}$$

۹۹- از سیملوله‌ای به ضریب خودالقایی ۲۵۰ mH ، جریان متغیری به معادله $I = ۸t - ۱۲$ می‌گذرد. بزرگی نیروی محرکه القاء شده در سیملوله را محاسبه کنید.

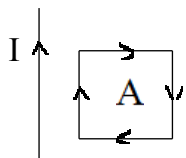
$$I = ۸t - ۱۲ \rightarrow \frac{dI}{dt} = ۸$$

$$|\varepsilon_L| = \left| -L \frac{dI}{dt} \right| = \left| -۲۵۰ \times ۱۰^{-۳} \times ۸ \right| \rightarrow |\varepsilon_L| = ۲ \text{ V}$$



۱۰۰- در شکل مقابل با برقراری جریان چه اتفاقی می‌افتد؟

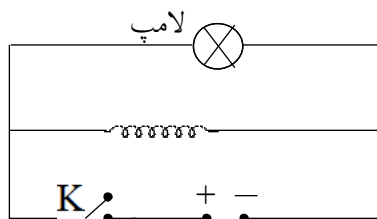
جهت میدان مغناطیسی درون سیملوله به سمت راست است. در حالی که جهت میدان مغناطیسی حلقه به سمت چپ است. بنابراین جریان القایی در حلقه با افزایش شار مغناطیسی مخالفت می‌کرده است و حلقه در امتداد محور سیملوله به آن نزدیک می‌شده است (به سمت چپ حرکت می‌کرده است).



۱۰۱- در شکل مقابل با برقراری جریان چه اتفاقی می‌افتد؟

میدان مغناطیسی سیم راست در سطح حلقه درون سو و میدان مغناطیسی ناشی از جریان القایی در سطح حلقه نیز درون سو است. یعنی جریان القایی با کاهش شار مغناطیسی در سطح حلقه مخالفت می‌کرده است. پس حلقه از سیم حامل جریان مستقیم دور می‌شده است (حلقه به طرف راست حرکت می‌کرده است).

با توجه به مدار شکل زیر، در ۲ سؤال بعدی توضیح دهید چرا:



۱۰۲- در لحظه‌ی وصل کلید، لامپ ابتدا پرنور و بعد روشنایی معمولی خود را دارد؟

در لحظه‌ی وصل کلید جریان الکتریکی سیملوله که به دلیل داشتن خاصیت خودالقایی با تغییر ناگهانی جریان مخالفت می‌کند صفر است و فقط از لامپ جریان الکتریکی عبور می‌کند. اما جریان الکتریکی سیملوله به تدریج افزایش می‌یابد و به مقدار ثابتی می‌رسد. در شرایط نهایی که از سیملوله نیز جریان الکتریکی عبور می‌کند جریان الکتریکی مولد افزایش یافته و در نتیجه اختلاف پتانسیل دو سر مولد و لامپ کاهش می‌یابد و نور لامپ کم می‌شود.

توجه: اگر مقاومت سیملوله ناچیز باشد پس از ثابت شدن جریان الکتریکی در سیملوله لامپ خاموش می‌شود.

۱۰۳- در لحظه‌ی قطع کلید نیز لامپ، یک لحظه پر نور و بعد خاموش می‌شود؟

بعد از لحظه‌ی وصل کلید جریان سیم‌لوله که به دلیل داشتن خاصیت خودالقایی با تغییر ناگهانی جریان الکتریکی مخالفت می‌کند به تدریج کاهش می‌یابد و به صفر می‌رسد. در این مدت جریان الکتریکی سیم‌لوله به دلیل قطع بودن مولد از مدار از لامپ عبور می‌کند. بنابراین نور لامپ به تدریج کاهش می‌یابد و خاموش می‌شود.

شار مغناطیسی عبوری از حلقه‌ای در SI نسبت به زمان (t) به صورت $\Phi = t^3 - 4t + 5$ تغییر می‌کند. به ۲ سوال بعدی پاسخ دهید:

۱۰۴- نیروی محرکه‌ی القایی متوسط در بازه‌ی زمانی $t_1 = 0$ تا $t_2 = 2$ s چه قدر است؟

$$t_1 = 0 \Rightarrow \Phi_1 = t_1^3 - 4t_1 + 5 = 5 \text{ wb}$$

$$t_2 = 2 \text{ s} \Rightarrow \Phi_2 = t_2^3 - 4t_2 + 5 = 5 \text{ wb}$$

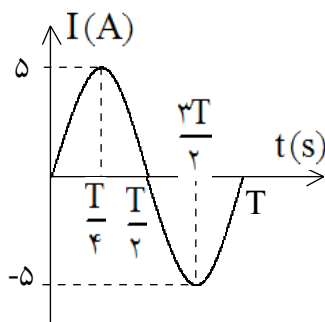
$$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = 5 - 5 = 0 \Rightarrow |\bar{\varepsilon}| = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| = 0 \text{ V}$$

۱۰۵- نیروی محرکه‌ی القایی در لحظه‌ی $t_2 = 2$ s چه قدر است؟

$$\Phi = t^3 - 4t + 5 \Rightarrow \varepsilon = - \frac{d\Phi}{dt} = -3t^2 + 4$$

$$t = 2 \text{ s} \Rightarrow \varepsilon(2 \text{ s}) = -3 \times 2^2 + 4 = -8 \text{ V}$$

۱۰۶- معادله‌ی نیروی محرکه‌ی القایی دو سر مقاومت $R = 20 \Omega$ ، به صورت $\varepsilon = 100 \sin 100\pi t$ است. معادله‌ی شدت جریان در این مقاومت را بنویسید و نمودار جریان - زمان را در یک دوره رسم کنید.



$$I = \frac{\varepsilon}{R} \rightarrow I = \frac{100}{20} \sin 100\pi t \rightarrow I = 5 \sin 100\pi t$$

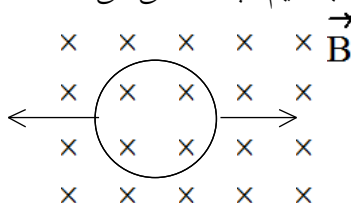
$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow 100\pi = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = 0.02 \text{ s}$$

۱۰۷- جای خای جمله زیر را با کلمه مناسب کامل کنید.

با توجه به تعریف شار مغناطیسی، یک وبر برابر با در یک متر مربع است.

یک تسلا

۱۰۸- پیش بینی کنید اگر حلقه‌ی رسانای واقع در میدان مغناطیسی را مطابق شکل، از دو طرف بکشیم، چه اتفاقی می‌افتد؟



به دلیل این که مساحت حلقه و در نتیجه شار مغناطیسی درون حلقه تغییر می‌کند، در حلقه جریان القایی ایجاد می‌شود.

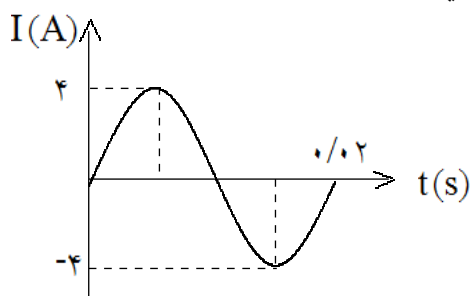
۱۰۹- پیچه‌ای شامل ۱۰۰ دور سیم روکش‌دار، به مساحت 4×10^{-3} متر مربع و مقاومت الکتریکی 5Ω ، به طور عمود بر یک میدان مغناطیسی قرار دارد. معین کنید، میدان مغناطیسی با چه آهنگی تغییر کند تا جریانی به شدت 0.2 آمپر در پیچه القاء گردد؟

$$I = 20 \text{ mA} = 20 \times 10^{-3} \text{ A} = 2 \times 10^{-2} \text{ A}$$

$$I = \left| \frac{N \Delta \Phi}{R \Delta t} \right| \quad I = \left| \frac{N A \cos \theta \Delta B}{R \Delta t} \right|$$

$$\frac{\Delta B}{\Delta t} = \frac{2 \times 10^{-2} \times 5}{100 \times 4 \times 10^{-3}} \quad \frac{\Delta B}{\Delta t} = 0.25 \frac{\text{T}}{\text{s}}$$

۱۱۰- با توجه به نمودار جریان - زمان در شکل زیر، معادله‌ی جریان متناوب را بنویسید.



$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{0.04} = 100\pi \frac{\text{Rad}}{\text{s}}$$

$$I = I_m \sin \omega t \Rightarrow I = 4 \sin 100\pi t$$

۱۱۱- دو عامل از عوامل مؤثر در ضریب خودالقایی سیم‌لوله را فقط نام ببرید.

تعداد حلقه‌ها- مساحت حلقه

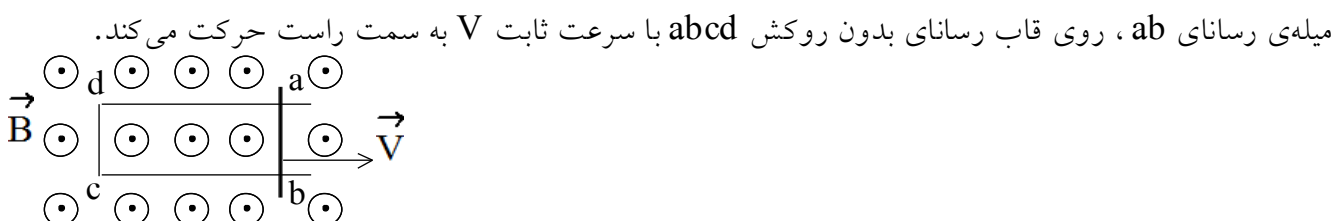
* طبق رابطه‌ی $L = k\mu \frac{N^2 A}{l}$ می‌توان عوامل مؤثر را شناخت.

۱۱۲- در عبارت زیر جای خالی را با کلمه یا علامت مناسب پر کنید:

هرگاه یک پیچه‌ی مشخص با سطح مقطع ثابت، در یک میدان مغناطیسی یکنواخت قرار گیرد، فقط با می‌توان در آن جریان الکتریکی القایی ایجاد کرد.

تغییر زاویه‌ی بین پیچه و راستای میدان مغناطیسی (و یا دوران پیچه)

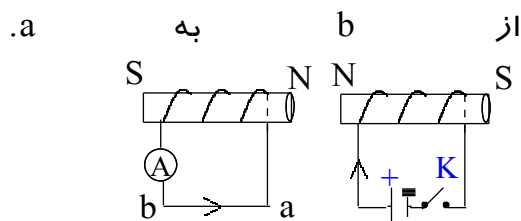
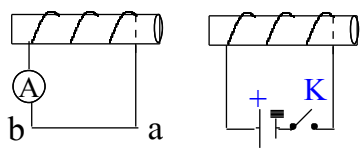
۱۱۳- در شکل زیر، «جهت جریان القایی» بین دو نقطه‌ی a و b را (در کوتاه‌ترین فاصله) تعیین کنید.



در میله‌ی ab، از a به b است.

شار قاب مذکور در حال افزایش است. طبق قانون لنز باید شاری درون‌سو در قاب ایجاد شود. بنابراین جریان در میله‌ی ab از a به سمت b است.

۱۱۴- در شکل زیر، «جهت جریان القایی» بین دو نقطه‌ی a و b را (در کوتاه‌ترین فاصله) هنگام وصل کردن کلید K تعیین کنید.



بر اساس قانون لنز پاسخ تعیین می‌شود.

۱۱۵- در پیچهای به مقاومت R که دارای N حلقه است، شار مغناطیسی تغییر می‌کند. نشان دهید اندازه‌ی بار الکتریکی گذرنده از هر مقطع سیم در مدت Δt در این پیچه، از رابطه‌ی روبه‌رو به‌دست می‌آید:

$$\Delta q = N \frac{\Delta \phi}{R}$$

$$\bar{\varepsilon} = \bar{I}R = \frac{\Delta q}{\Delta t}R \quad \text{و} \quad |\bar{\varepsilon}| = N \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$$

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

۱۱۶- حلقه‌ای به مساحت 25 cm^2 عمود بر یک میدان مغناطیسی یکنواخت قرار گرفته است. بزرگی میدان با چه آهنگی نسبت به زمان کاهش یابد تا نیروی محرکه‌ی القایی متوسط در حلقه برابر 0.1 V شود؟

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

$$0.1 = 1 \times 25 \times 10^{-4} \frac{\Delta B}{\Delta t} \Rightarrow \frac{\Delta B}{\Delta t} = 4 \frac{\text{T}}{\text{s}}$$

۱۱۷- توسط یک مولد جریان متناوب، جریانی با بیشینه‌ی ۳ آمپر و دوره‌ی 0.01 ثانیه، تولید شده است. معادله‌ی جریان را بنویسید.

$$I = I_m \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right) \Rightarrow I = 3 \sin\left(\frac{2\pi}{0.01}t\right)$$

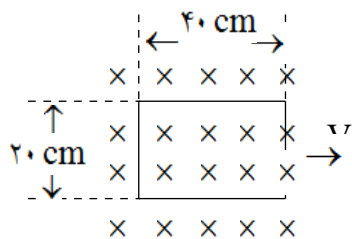
۱۱۸- قانون القای الکترو مغناطیسی فارادی را بیان کنید.

بنابر قانون فارادی هرگاه شار مغناطیسی‌ای که از مدار بسته‌ای می‌گذرد تغییر کند، نیروی محرکه‌ای در آن القا می‌شود که بزرگی آن با آهنگ تغییر شار مغناطیسی متناسب است.

۱۱۹- یکای ضریب خودالقائی در دستگاه بین‌المللی یکاها چه نام دارد؟ این یکا را تعریف کنید.

هانری- یک هانری ضریب خودالقایی سیم‌لوله‌ای است که هرگاه جریان عبوری از آن با آهنگ یک آمپر بر ثانیه تغییر کند، نیروی محرکه‌ای برابر یک ولت در آن القا شود.

پیچه‌ی مسطحی مطابق شکل مقابل به ابعاد 40 cm و 20 cm دارای 50 حلقه است، پیچه را با سرعت ثابت $0.5\frac{\text{m}}{\text{s}}$ به‌طور کامل از میدان خارج می‌کنیم. نیروی محرکه‌ی القایی در دو سر پیچه 0.5 ولت می‌شود. به سؤال بعدی پاسخ دهید.



۱۲۰- بزرگی میدان مغناطیسی را محاسبه کنید.

$$\Delta t = \frac{x}{v} = \frac{0.3}{0.5} = 0.6\text{ s}$$

$$\varepsilon = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} = -NB \frac{\Delta A}{\Delta t}$$

$$0.5 = -50 \times \frac{B(0 - 0.6)}{0.6} \Rightarrow B = 0.1\text{ T}$$

۱۲۱- جهت جریان القایی در پیچه را مشخص کنید.

پاد ساعت‌گرد

۱۲۲- جمله‌ی زیر را با عبارت مناسب کامل کنید.

هرگاه شار مغناطیسی‌ای که از مدار بسته‌ای می‌گذرد تغییر کند، در آن القا می‌شود.

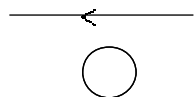
نیروی محرکه

۱۲۳- با ذکر علت، تعیین کنید عبارت زیر صحیح است یا غلط؟

معادله‌ی جریان متناوبی که بیشینه‌ی آن 3 A و دوره‌ی آن 0.02 s باشد، $I = 3 \sin 0.02\pi t$ است.

غلط، زیرا صحیح آن $I = 3 \sin 100\pi t$ است.

۱۲۴- در شکل زیر جهت جریان القایی حلقه را تعیین کنید و نام قانونی را که به کار می‌برید، بنویسید.



جریان در سیم راست زیاد می‌شود.

ساعت‌گرد - قانون لنز

۱۲۵- از سیم‌لوله‌ای با ضریب خودالقایی 0.3 H جریان متغیری می‌گذرد که با زمان به صورت $I = 5t + 0.2$ تغییر می‌کند. (I بر حسب آمپر و t بر حسب ثانیه است.) بزرگی نیروی محرکه‌ی القا شده را محاسبه کنید.

$$|\varepsilon| = \left| L \frac{dI}{dt} \right|$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{d(5t + 0.2)}{dt} = 5 \frac{\text{A}}{\text{s}}$$

$$|\varepsilon| = 0.3 \times 5 = 1.5\text{ V}$$

۱۲۶- عوامل موثر بر ضریب خودالقایی سیملوله را فقط نام ببرید.

مساحت مقطع سیملوله - طول سیملوله - تعداد حلقه - جنس هسته‌ی داخل سیملوله

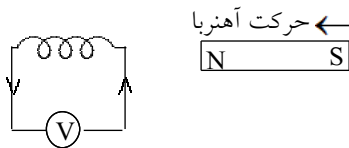
۱۲۷- در جمله‌ی زیر، جای خالی را با عبارت مناسب کامل کنید.

یکای ضریب خودالقایی است و آن را با نماد نمایش می‌دهند.

هانری - H

۱۲۸- آزمایشی را طراحی کنید که به وسیله‌ی آن بتوان نیروی محرکه‌ی القایی تولید نمود. (رسم شکل الزامی است.)

در شکل مقابل، با حرکت آهن‌ربا نسبت به سیملوله، نیروی محرکه‌ی القایی در مدار سیملوله به وجود می‌آید.



۱۲۹- سطح حلقه‌ای به مساحت ۲۵ سانتی‌مترمربع، بر خطوط میدان مغناطیسی یکنواختی عمود است. بزرگی میدان با چه آهنگی تغییر کند تا نیروی محرکه‌ی القایی متوسط ایجاد شده در حلقه برابر ۰/۰۱ ولت شود؟

$$\varepsilon = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} = -NA \frac{\Delta B}{\Delta t} \Rightarrow 0.01 = 1 \times 25 \times 10^{-2} \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

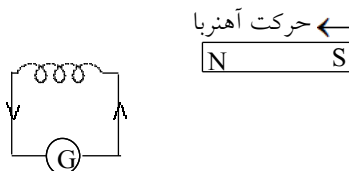
$$\frac{\Delta B}{\Delta t} = 4 \frac{T}{s}$$

۱۳۰- توسط یک مولد جریان متناوب، جریانی با بیشینه‌ی ۳ آمپر و دوره‌ی ۰/۰۱ ثانیه تولید شده است. معادله‌ی جریان را برحسب زمان بنویسید.

$$I = I_m \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right) \Rightarrow I = 3 \sin\left(\frac{2\pi}{0.01}t\right)$$

۱۳۱- با رسم شکل، آزمایشی طراحی کنید که القای جریان الکتریکی را نشان دهد.

تغییر محل آهن‌ربا باعث القای جریان می‌شود.



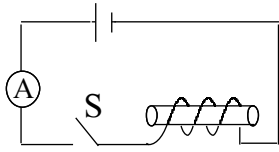
۱۳۲- سطح حلقه‌ای به مساحت 100 cm^2 ، بر میدان مغناطیسی یکنواختی عمود است. اگر بزرگی میدان مغناطیسی بدون تغییر جهت به اندازه‌ی ۰/۵ T کاهش یابد، شار مغناطیسی که از سطح حلقه می‌گذرد، چه قدر تغییر می‌کند؟

$$\phi = BA \cos \theta$$

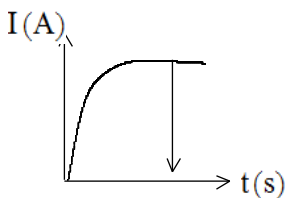
$$\Delta \phi = B_2 A - B_1 A = (\Delta B) A$$

$$\Delta \phi = (-0.5) (100 \times 10^{-4}) = -5 \times 10^{-3} \text{ Wb}$$

۱۳۳- در شکل مقابل، کلید S را می‌بندیم. منحنی تغییرات شدت جریان الکتریکی با زمان را به صورت کیفی برای القاگر رسم کرده و آن را تفسیر کنید.



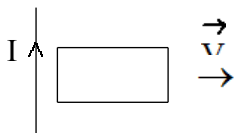
هنگامی که کلید S را می‌بندیم، جریان به طور آنی به مقداری که از قانون اهم به دست می‌آید، نمی‌رسد، با زمان تغییر می‌کند. هنگام بستن کلید، جریان از صفر افزایش می‌یابد و نیروی محرکه‌ی خودالقایی در خلاف جهت نیروی محرکه‌ی مولد ایجاد می‌شود. بنابراین جریان کم‌تر از مقدار $\frac{V}{R}$ است. با گذشت زمان، آهنگ تغییر جریان کندتر می‌شود. نیروی محرکه‌ی خودالقایی نیز کوچک‌تر می‌شود. هنگامی که جریان برابر $\frac{V}{R}$ می‌شود، دیگر جریان تغییر نمی‌کند و نیروی محرکه‌ی خودالقایی صفر می‌شود.



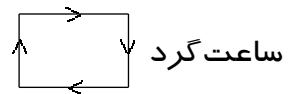
۱۳۴- عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید و به پاسخ‌نامه انتقال دهید.
انرژی القاگر در آن ذخیره می‌شود. (میدان مغناطیسی، مقاومت سیم‌پیچ)

میدان مغناطیسی

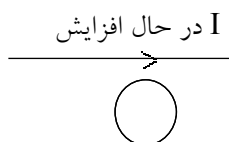
۱۳۵- در نمودار زیر، جهت کمیت خواسته شده را بدون ذکر دلیل، مشخص کنید.



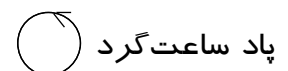
جهت جریان القایی در پیچه‌ی رسانا؟



۱۳۶- در نمودار زیر، جهت کمیت خواسته شده را بدون ذکر دلیل، مشخص کنید.



جهت جریان القایی در حلقه‌ی رسانا؟



۱۳۷- پیچه‌ای با ۵۰۰ دور سیم و سطح مقطع ۲۰ سانتی‌مترمربع، عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی قرار دارد. میدان مغناطیسی با چه آهنگی تغییر کند تا نیروی محرکه‌ی القایی متوسط در سیم‌لوله ۰/۶ ولت شود؟

$$\bar{\varepsilon} = \left| -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} \right| = \left| -NA \frac{\Delta B}{\Delta t} \right|$$

$$0.6 = 500 \times 20 \times 10^{-4} \times \left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| \Rightarrow \left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| = \frac{0.6}{5} \text{ T/s}$$

۱۳۸- قانون لنز را تعریف کنید.

جریان القایی در مدار در جهتی است که آثار مغناطیسی ناشی از آن با عامل به وجود آورنده‌ی جریان القایی یعنی تغییر شار مخالفت می‌کند.

۱۳۹- از داخل پرانتز، عبارت درست را انتخاب کنید.

هنگام وارد شدن آهن‌ربا به یک حلقه‌ی رسانا، نیرویی (مخالف حرکت، در جهت حرکت) به آن اثر می‌کند.

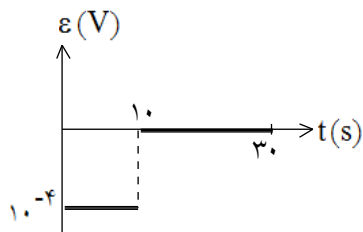
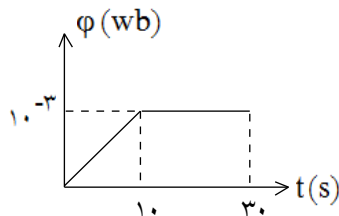
مخالف حرکت

۱۴۰- از داخل پرانتز، عبارت درست را انتخاب کنید.

هانری، یکای (شار مغناطیسی، القابیدگی) است.

القابیدگی

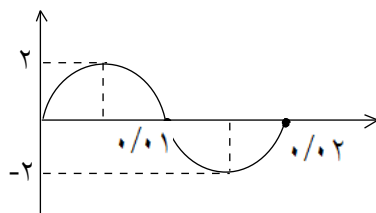
۱۴۱- در شکل، نمودار تغییرات شار مغناطیسی که از یک حلقه‌ی رسانا می‌گذرد، برحسب زمان رسم شده است. با محاسبات لازم، نمودار نیروی محرکه‌ی القایی در حلقه را برحسب زمان رسم کنید.



$$\varepsilon_1 = \frac{\Delta\phi}{\Delta t} \Rightarrow \varepsilon_1 = -\frac{1.0 \times 10^{-3} - 0}{1.0} = -1.0 \times 10^{-4}$$

$$\varepsilon_2 = -\frac{d\phi}{dt} = 0$$

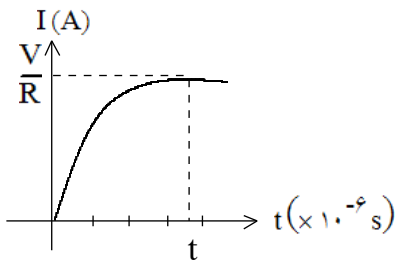
۱۴۲- جریان متناوب و عبوری از یک مقاومت، با معادله‌ی $I = 2 \sin 100\pi t$ تغییر می‌کند. دوره‌ی جریان را محاسبه نموده و نمودار $I - t$ را در یک دوره رسم کنید. بیشینه‌ی جریان چند آمپر است؟



$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{100\pi} = \frac{1}{50} \text{ s}$$

$$I_m = 2 \text{ A}$$

۱۴۳- در شکل روبه‌رو، نمودار $I-t$ مربوط به مداری که شامل یک خودالقا با مقاومت R است به هنگام بستن کلید، مشاهده می‌شود. این نمودار را تفسیر کنید.

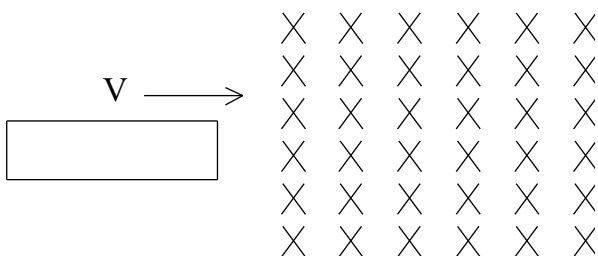


هنگامی که کلید بسته می‌شود، جریان از صفر رو به افزایش می‌گذارد و به دلیل مخالفت نیروی محرکه‌ی خودالقایی جریان کم‌تر از $I = \frac{V}{R}$ است. با گذشت زمان آهنگ تغییر جریان کند می‌شود، پس نیروی محرکه‌ی خودالقایی نیز کم‌تر می‌شود. تا این که نیروی محرکه‌ی خودالقایی به صفر می‌رسد و جریان برابر $I = \frac{V}{R}$ می‌شود. ①

۱۴۴- سیم‌لوله‌ای با ۵۰۰ دور در یک میدان مغناطیسی متغیر با زمان قرار گرفته است. مساحت مقطع سیم‌لوله 25 cm^2 و آهنگ تغییر میدان $8 \times 10^{-3} \frac{\text{T}}{\text{s}}$ است. بیشینه‌ی نیروی محرکه‌ی القایی متوسط سیم‌لوله را محاسبه کنید.

$$\bar{\varepsilon} = \left| N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} \right| \Rightarrow \bar{\varepsilon} = \left| NA \frac{\Delta B}{\Delta t} \right|$$

$$\bar{\varepsilon} = 500 \times 25 \times 10^{-4} \times 8 \times 10^{-3} = 10^{-2} \text{ V}$$



مانند شکل حلقه‌ی مستطیل شکل به ابعاد $3 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$ با سرعت ثابت ۲ متر بر ثانیه به طور کامل وارد میدان مغناطیسی 0.25 T می‌شود. به ۲ سؤال بعدی پاسخ دهید.

۱۴۵- نیروی محرکه‌ی القایی متوسط در حلقه را محاسبه کنید.

$$\Delta t = \frac{\Delta x}{V} = \frac{5 \times 10^{-2}}{2} = 0.025 \text{ s}$$

$$|\varepsilon| = \frac{\Delta \phi}{\Delta t} \Rightarrow |\varepsilon| = \frac{\phi_2 - \phi_1}{\Delta t} = \frac{BA_2 - 0}{\Delta t}$$

$$|\varepsilon| = \frac{0.25 \times 3 \times 5 \times 10^{-4}}{0.025} \Rightarrow |\varepsilon| = 1.5 \times 10^{-3} \text{ V}$$

۱۴۶- جهت جریان القایی را در حلقه مشخص کنید.

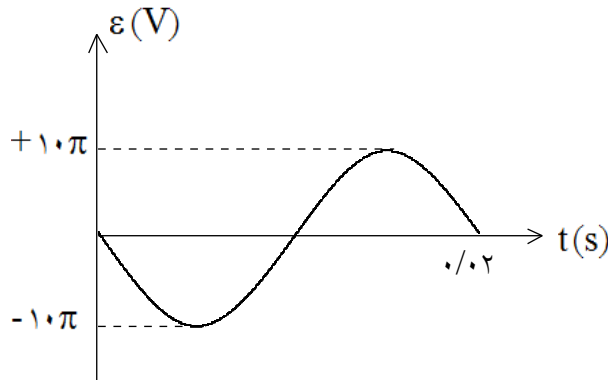
در جهت پاد ساعتگرد.

از یک القاگر جریان متغیری با معادله‌ی $I = -5 \cos 100\pi t$ در SI عبور می‌دهیم. اگر ضریب خودالقایی این القاگر ۲۰ میلی‌هانری باشد، به ۲ پرسش بعدی پاسخ دهید.
۱۴۷- معادله‌ی نیروی محرکه‌ی خودالقایی را به دست آورید.

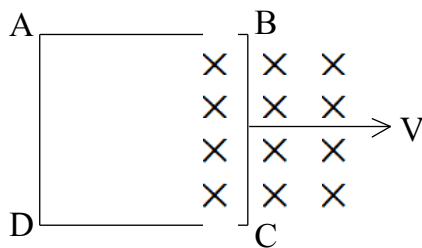
$$\varepsilon = -L \frac{dI}{dt} \Rightarrow \varepsilon = -20 \times 10^{-3} (500\pi \sin 100\pi t)$$

$$\varepsilon = -10\pi \sin 100\pi t$$

۱۴۸- در یک نمودار تغییرات نیروی محرکه را رسم کنید.



$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{1}{50} \text{ s} = 0.02 \text{ s}$$



۱۴۹- در شکل مقابل اگر حلقه‌ی رسانای بسته را به سمت راست حرکت دهیم، جهت جریان القایی در سیم AB چگونه خواهد بود؟ چرا؟

جهت جریان القایی در سیم AB از طرف B به طرف A خواهد بود. زیرا جهت جریان طبق قانون لنز باید به گونه‌ای باشد که با تغییر شار مغناطیسی مخالفت کند.

۱۵۰- پیچه‌ای شامل ۲۰۰ دور سیم با مساحت سطح مقطع ۲ سانتی‌متر مربع به گونه‌ای قرار دارد که خطوط میدان مغناطیسی عمود بر سطح آن هستند. بزرگی میدان مغناطیسی در بازه‌ی زمانی ۰/۰۰۱ ثانیه و بدون تغییر جهت از ۰/۲ T به ۰/۱ T می‌رسد. اندازه‌ی نیروی محرکه‌ی القایی متوسط چه قدر است؟

$$\Phi_1 = B_1 A \cos \theta = 0.2 \times 2 \times 10^{-4} \times 1 = 4 \times 10^{-5} \text{ wb}$$

$$\Phi_2 = B_2 A \cos \theta = 0.1 \times 2 \times 10^{-4} \times 1 = 2 \times 10^{-5} \text{ wb}$$

$$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = -2 \times 10^{-5} \text{ wb}$$

$$\overline{\varepsilon} = \left| -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| \Rightarrow \varepsilon = \left| -200 \times \frac{-2 \times 10^{-5}}{0.001} \right| \Rightarrow \overline{\varepsilon} = 4 \text{ V}$$

۱۵۱- هرگاه شدت جریان عبوری از یک القاگر که به یک باتری وصل شده باشد، برابر $A/6$ و ضریب خودالقایی القاگر $H/2$ باشد، انرژی ذخیره‌شده در آن چقدر است؟

$$U = \frac{1}{2} LI^2 \Rightarrow U = \frac{1}{2} \times 0.2 \times 0.36 = 0.036 \text{ J}$$

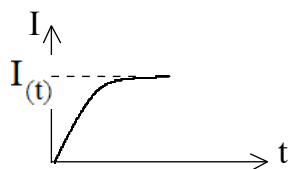
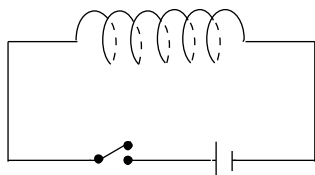
۱۵۲- جمله‌ی زیر را با کلمه‌ی مناسب پر کنید.
هرچه آهنگ تغییر در مدار بسته بیشتر باشد، نیروی محرکه‌ی القایی است.

شار مغناطیسی - بیش‌تر

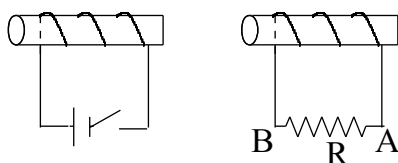
۱۵۳- توضیح دهید اگر یک آهنربا و یک پیچه را که در فاصله‌ی معینی از هم قرار دارند، با هم به صورت یکنواخت حرکت دهیم، آیا در پیچه جریان القایی ایجاد می‌شود؟

خیر، زیرا این حرکت باعث تغییر شار در پیچه نمی‌شود.

۱۵۴- در مدار شکل مقابل، نمودار $I - t$ را هنگام بستن کلید رسم کنید.



۱۵۵- در شکل زیر، هنگام بستن کلید جهت جریان القایی را در مقاومت R تعیین کنید.



از B به A

۱۵۶- شار مغناطیسی عبوری از سطح یک قاب مستطیلی شکل به ابعاد ۲۰×۳۰ سانتی‌متر که خط عمود بر سطح قاب با میدان مغناطیسی یکنواخت $۰/۰۱$ تسلا، زاویه‌ای برابر با ۶۰° می‌سازد را حساب کنید. $\cos ۶۰^\circ = ۰/۵$

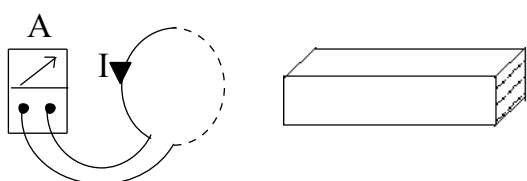
$$A = ۳۰ \times ۲۰ = ۶۰۰ \text{ cm}^2 \Rightarrow ۶ \times ۱۰^{-۲} \text{ m}^2$$

$$\Phi = B A \cos \theta \Rightarrow \Phi = ۱۰۰ \times ۱۰^{-۴} \times ۶ \times ۱۰^{-۲} \cos ۶۰^\circ = ۳ \times ۱۰^{-۴} \text{ wb}$$

۱۵۷- هرگاه جریان عبوری از یک سیم‌لوله به ضریب خودالقایی $۰/۴ \text{ H}$ در مدت $۰/۱$ ثانیه از ۶ به صفر برسد، نیروی محرکه‌ی متوسط خودالقایی ایجادشده در سیم‌لوله را حساب کنید.

$$\varepsilon = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} \Rightarrow \varepsilon = -۰/۴ \times \frac{۰ - ۶}{۰/۱} = +۲۴ \text{ V}$$

۱۵۸- آزمایش شکل روبرو، چه پدیده‌ای را نشان می‌دهد؟



با ذکر دلیل جهت حرکت آهنربا را تعیین کنید.

پدیده‌ی القای الکترومغناطیسی

جهت میدان القایی در مدار، در جهتی است که آثار مغناطیسی ناشی از آن با عامل به وجودآورنده‌ی جریان القایی، یعنی تغییر شار مغناطیسی مخالفت می‌کند. بنابراین آهنربا به سمت چپ حرکت می‌کند.

۱۵۹- شاری که از یک حلقه در میدان مغناطیسی می‌گذرد، به چه عامل‌هایی بستگی دارد؟

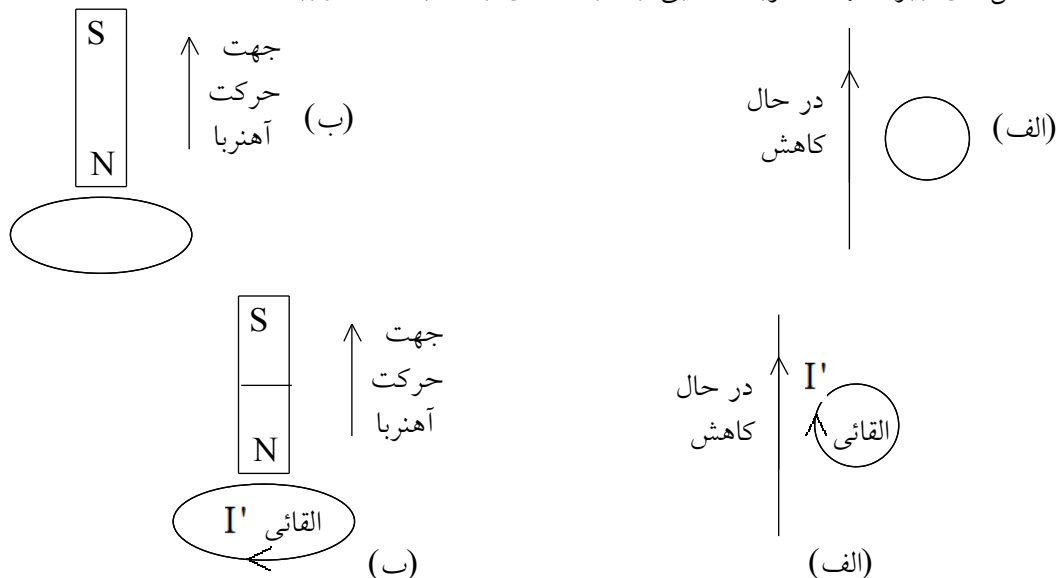
- ۱- بزرگی میدان B
- ۲- بزرگی مساحت حلقه
- ۳- به زاویه بین نیم خط عمود بر سطح حلقه و میدان

۱۶۰- یک آهنربا و یک پیچه را که در فاصله‌ی معینی از هم قرار دارند، با هم و بدون تغییر فاصله و وضعیت نسبت به هم، به صورت یکنواخت حرکت می‌دهیم. آیا در پیچه جریانی القا می‌شود؟ توضیح دهید.
خیر، زیرا این حرکت باعث تغییر شار در پیچه نمی‌شود.

۱۶۱- سطح پیچه‌ای به مساحت 25 cm^2 و تعداد ۵۰۰ دور، بر میدان مغناطیسی یکنواختی عمود است. اگر میدان با آهنربا ثابتی برابر $\frac{1}{8} \times 10^{-3} \text{ T}$ تغییر کند و مقاومت الکتریکی پیچه 10Ω باشد، جریانی القایی در پیچه چند آمپر می‌شود؟

$$\begin{aligned} \theta &= 0 \\ \phi &= B A \cos \theta = B A \\ \Delta \phi &= B_2 A - B_1 A = A \Delta B \\ I &= \frac{N}{R} \left| \frac{\Delta \phi}{\Delta t} \right| \Rightarrow I = \frac{N}{R} \left| \frac{A \Delta B}{\Delta t} \right| = \frac{NA}{R} \left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| \\ I &= \frac{500 \times 25 \times 10^{-4}}{10} \times 8 \times 10^{-3} \Rightarrow I = 10^{-3} \text{ A} \end{aligned}$$

۱۶۲- در هر یک از شکل‌های زیر، جهت جریانی القایی را در حلقه‌ی رسانا بدست آورید.



۱۶۳- شار عبوری از پیچه‌ی مسطح شامل ۵۰۰ دور سیم روکش‌دار به مقاومت $R = 4 \Omega$ ، مطابق رابطه‌ی $\phi = (5t^2 + 6) \times 10^{-3} \text{ SI}$ تغییر می‌کند، شدت جریانی القایی را در این پیچه در لحظه‌ی $t = 3 \text{ s}$ بدست آورید.

$$\begin{aligned} \varepsilon &= -N \frac{d\phi}{dt} \Rightarrow \varepsilon = -500 \times 10^{-3} \times 10 \times 10^{-3} \text{ T} \\ \text{اگر } t &= 3 \text{ s} \rightarrow |\varepsilon| = 5 \times 3 = 15 \text{ V} \\ I &= \frac{\varepsilon}{R} = \frac{15}{4} = 3.75 \text{ A} \end{aligned}$$

۱۶۴- از سیملوله‌ای به ضریب خودالقایی $۰/۰۵$ هانری، جریان $۶A$ عبور می‌کند. اگر در مدت زمان $۰/۱$ ثانیه جریان کاهش یافته، ابتدا به صفر و سپس به $۴A$ در خلاف جهت اولیه برسد، نیروی محرکه‌ی خودالقایی متوسط در این مدت چند ولت خواهد بود؟

$$\overline{\varepsilon_L} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} \Rightarrow \overline{\varepsilon_L} = -۰/۰۵ \times \frac{-۴ - ۶}{۰/۱}$$

$$\overline{\varepsilon_L} = -۰/۰۵ \times \frac{-۱۰}{۰/۱} \Rightarrow \overline{\varepsilon_L} = ۵V$$

۱۶۵- سیملوله‌ای به مقاومت ۱۰۰ اهم را به باتری ۶ ولتی وصل می‌کنیم و $J = ۷/۲ \times ۱۰^{-۴}$ انرژی در آن ذخیره می‌شود. ضریب خودالقایی سیملوله چقدر است؟

$$I = \frac{V}{R} = \frac{۶}{۱۰۰} A$$

$$U = \frac{1}{2} L I^2 \Rightarrow ۷/۲ \times ۱۰^{-۴} = \frac{1}{2} \times L \times (۰/۰۶)^2 \Rightarrow L = ۰/۴ H$$

۱۶۶- پیچ‌های با مساحت سطح مقطع ۱۰ سانتی‌متر مربع، شامل ۲۰۰۰ دور سیم روکش‌دار به گونه‌ای قرار دارد که خطوط میدان مغناطیسی عمود بر سطح آن هستند. بزرگی میدان مغناطیسی در بازه‌ی زمانی $۰/۰۰۵$ ثانیه، بدون تغییر جهت از $۰/۵$ تسلا به $۰/۱$ تسلا می‌رسد. اندازه‌ی نیروی محرکه‌ی القایی متوسط چقدر است؟

$$|\overline{\varepsilon}| = \left| -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} \right|$$

$$|\overline{\varepsilon}| = \left| -N \frac{A(B_2 - B_1)}{\Delta t} \right| \Rightarrow |\overline{\varepsilon}| = \left| -۲۰۰۰ \times ۱۰ \times \frac{۱۰^{-۴} (۰/۱ - ۰/۵)}{۰/۰۰۵} \right|$$

$$|\overline{\varepsilon}| = ۱۶۰ V$$

۱۶۷- بیشینه‌ی نیروی محرکه‌ی القایی که با زمان به طور تناوبی تغییر می‌کند، برابر $۱۱۰ V$ می‌باشد. اگر دوره‌ی این تغییرات $\frac{1}{50}$ ثانیه باشد، رابطه‌ی نیروی محرکه - زمان آن را بنویسید.

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{\frac{1}{50}} = ۱۰۰\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$\varepsilon = \varepsilon_{\max} \sin \omega t \Rightarrow \varepsilon = ۱۱۰ \sin ۱۰۰\pi t$$

۱۶۸- سیملوله‌ای با ضریب خودالقایی $۰/۴$ هانری و مقاومت ۱۰۰ اهم را به یک باتری ۶ ولتی وصل می‌کنیم. چند ژول انرژی در سیملوله ذخیره می‌شود؟

$$V = I \cdot R \Rightarrow ۶ = I \times ۱۰۰ \Rightarrow I = ۰/۰۶ A$$

$$U = \frac{1}{2} L \cdot I^2 \Rightarrow U = \frac{1}{2} \times ۰/۴ \times (۰/۰۶)^2 = ۷/۲ \times ۱۰^{-۴}$$

۱۶۹- قابی با مساحت ۲۵۰ سانتی متر مربع در میدان مغناطیسی یکنواخت به گونه‌ای قرار دارد که خطوط میدان بر سطح آن عمود می‌باشند. اگر در مدت ۰/۰۱ ثانیه بزرگی میدان به صفر برسد و نیروی محرکه‌ی القا شده‌ی متوسط در این مدت برابر با ۰/۶ ولت باشد، بزرگی میدان مغناطیسی اولیه را حساب کنید.

$$\varepsilon = -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t} \Rightarrow \varepsilon = -N \frac{A \cdot \Delta B}{\Delta t}$$

$$0.6 = -1 \times \frac{250 \times 10^{-4} (0 - B)}{0.01} \Rightarrow B = 0.24 \text{ T}$$

۱۷۰- جریان متناوبی که بیشینه‌ی آن ۵ آمپر و دوره‌ی آن ۰/۰۲ ثانیه است، از یک رسانا می‌گذرد، در چه لحظه‌ای شدت جریان برای اولین بار بیشینه خواهد بود؟

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 100\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$I = I_0 \sin \omega t \Rightarrow I = 5 \sin 100\pi t$$

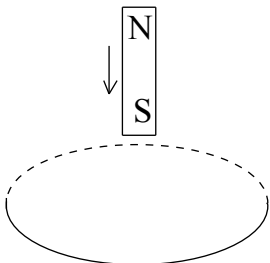
$$I = 5 \Rightarrow 5 = 5 \sin 100\pi t \Rightarrow 100\pi t = \frac{\pi}{2} \Rightarrow t = \frac{1}{200} \text{ s}$$

۱۷۱- عبارت درست را انتخاب کنید.

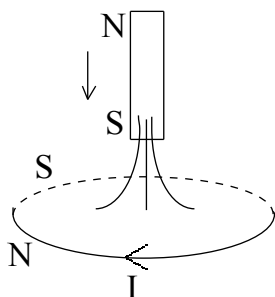
این کمیت به جریان متغیری که از القاگر می‌گذرد، بستگی ندارد. (ضریب خودالقایی، انرژی ذخیره شده در القاگر)

ضریب خودالقایی

۱۷۲- در شکل زیر با توجه به داده‌ها، مطلوب است جهت جریان القایی در حلقه‌ی رسانا با توجه به جهت حرکت آهنربا.



با نزدیک کردن قطب S شار مغناطیسی در حال افزایش است پس جریان القایی مطابق شکل است.



- ۱۷۳- شار مغناطیسی عبوری از یک حلقه‌ی رسانا، مطابق رابطه‌ی $\Phi = (4t^2 + 4t + 1) \times 10^{-3}$ در SI تغییر می‌کند.
 الف) نیروی محرکه‌ی القایی در حلقه در لحظه‌ی $t = 2$ s چقدر است؟
 ب) اگر مقاومت حلقه 10Ω باشد، جریان القایی در لحظه‌ی فوق چند آمپر است؟

$$\Phi = (4t^2 + 4t - 1) \times 10^{-3}$$

الف)

$$\varepsilon = \left| -\frac{d\Phi}{dt} \right| = \left| -(8t + 4) \times 10^{-3} \right| \xrightarrow{t=2} \varepsilon = 20 \times 10^{-3} = 0.02 \text{ V}$$

$$r = 10 \Omega : \quad I = \frac{\varepsilon}{r} = \frac{20 \times 10^{-3}}{10} = 2 \times 10^{-3} \text{ A}$$

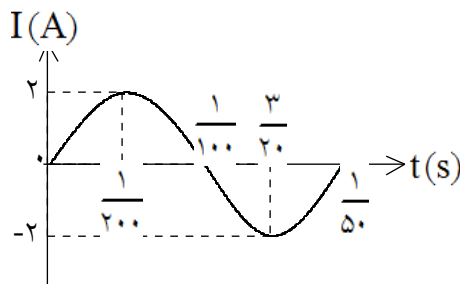
ب)

- ۱۷۴- معادله‌ی جریان متناوبی در SI به صورت $I = 2 \sin 100\pi t$ است.

- الف) دوره‌ی جریان چند ثانیه است؟
 ب) نمودار $I - t$ را به صورت دقیق در یک دوره رسم کنید.

$$I = 2 \sin 100\pi t \quad \omega = 100\pi \rightarrow \frac{2\pi}{T} = 100\pi \rightarrow T = \frac{1}{50} \text{ s}$$

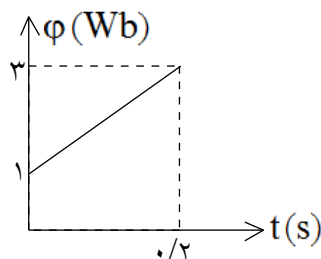
الف)



ب)

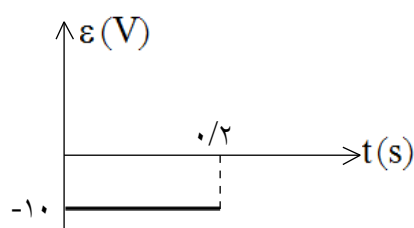
- ۱۷۵- جمله‌ی زیر را با عبارت مناسب یا با انتخاب عبارت درست از داخل پرانتز کامل کنید.
 جریان متناوب در یک پیچه، هنگامی بیشینه می‌شود که سطح پیچه و خطهای میدان مغناطیسی (بر هم عمود، با هم موازی) باشند.

بر هم عمود



- ۱۷۶- نمودار $(\Phi - t)$ عبوری از یک حلقه رسانا به مقاومت 4Ω مانند روبرو است.

- الف) نیروی محرکه‌ی القایی حلقه را به دست آورده و نمودار $(\varepsilon - t)$ را در مدت فوق رسم نمایید.
 ب) شدت جریان القایی در حلقه چند آمپر است؟

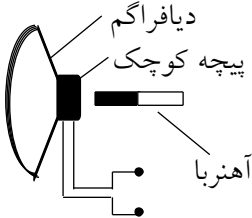


$$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \rightarrow \varepsilon = -\frac{3 - 1}{0.2} = -10 \text{ V} \quad \text{الف)}$$

$$I = \left| \frac{\varepsilon}{R} \right| \rightarrow I = \frac{10}{4} = 2.5 \text{ A} \quad \text{ب)}$$

۱۷۷- عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب نمایید.
در مولد جریان برق متناوب، زمان یک دور چرخش پیچه در میدان مغناطیسی را (بسامد زاویه‌ای - دوره) می‌گویند.
دوره

۱۷۸- متن زیر را بخوانید و سپس بگویید: «اساس کار میکروفون، بر پایه‌ی کدام قانون فیزیکی استوار است؟»
میکروفون، دارای یک دیافراگم قابل انعطاف است که پیچه‌ی کوچکی به آن متصل است. در نزدیکی پیچه، آهنربایی قرار دارد. نوسانات فشار هوا (صوت) باعث ایجاد نوسان در دیافراگم می‌شود و آن را حرکت می‌دهد. پیچه‌ی متصل به دیافراگم، نیز حرکت می‌کند و به طور متناوبی به آهنربا نزدیک و دور می‌شود.
بنابراین، شار عبوری از پیچه تغییر می‌کند و باعث ایجاد جریان الکتریکی در آن می‌شود.
جریان تولیدشده به این روش، به تقویت‌کننده منتقل می‌شود.



القای الکترومغناطیسی

۱۷۹- با طراحی یک فعالیت ساده یا آزمایش، نشان دهید که «تغییر مساحت یک مدار بسته در میدان مغناطیسی»، می‌تواند عامل ایجاد جریان القایی باشد.

پیچه‌ای از سیم انعطاف‌پذیر مطابق شکل به یک میلی‌آمپرسنج متصل می‌کنیم و در یک میدان مغناطیسی قرار می‌دهیم. اگر در پیچه تغییر شکل به‌وجود آوریم، مشاهده می‌کنیم جریان الکتریکی در آن پدید می‌آید.

۱۸۰- میدان مغناطیسی عمود بر یک حلقه‌ی رسانا به مساحت 400 cm^2 با زمان تغییر می‌کند و در مدت 0.08 s از $+0.2$ تسلا به -0.2 تسلا می‌رسد. نیروی محرکه‌ی القایی متوسط در حلقه را حساب کنید.

$$\bar{\varepsilon} = -A \frac{\Delta B}{\Delta t} \rightarrow \bar{\varepsilon} = -400 \times 10^{-4} \times \frac{-0.2 - 0.2}{0.08} \rightarrow \bar{\varepsilon} = 0.2 \text{ V}$$

۱۸۱- سیم‌لوله‌ای بدون هسته با سطح مقطع 10 cm^2 و طول 50 cm دارای ضریب خودالقای 0.01 H است.
الف) تعداد حلقه‌های سیم‌لوله را تعیین کنید.

ب) اگر از این سیم‌لوله جریان متغیری با معادله‌ی $I = 2t + 8$ در SI عبور دهیم، نیروی محرکه‌ی خودالقایی در آن چقدر است؟

$$\left(\mu_0 = 12/5 \times 10^{-7} \frac{\text{T.m}}{\text{A}} \right)$$

$$L = \frac{K \mu_0 N^2 A}{l} \quad \text{(الف)}$$

$$N^2 = \frac{0.01 \times 0.5}{1 \times 12/5 \times 10^{-7} \times 10 \times 10^{-4}} \rightarrow N = 2000$$

$$\varepsilon = -\frac{L dI}{dt} \quad \varepsilon = -0.01 \times 2 = -0.02 \text{ V} \quad \text{(ب)}$$

۱۸۲- از داخل پرانتز عبارت درست را انتخاب نمایید.

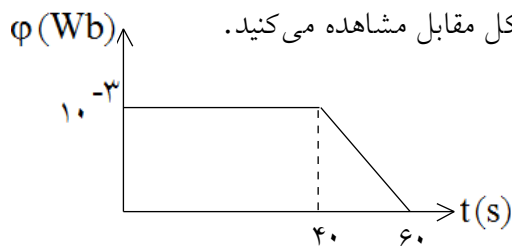
در مولدهای جریان متناوب معمولی با تغییر (سطح پیچه، زاویه α) جریان الکتریکی تولید می‌شد.

زاویه α

۱۸۳- نمودار تغییرات شار مغناطیسی عبوری یک حلقه را بر حسب زمان در شکل مقابل مشاهده می‌کنید.

الف) نیروی محرکه‌ی القایی را در هر مرحله محاسبه کنید.

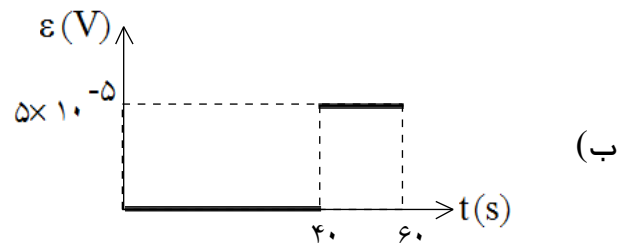
ب) نمودار نیروی محرکه بر حسب زمان را در این مدت رسم کنید.



$$\varepsilon = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} \quad \text{الف)}$$

$$t_1 (0 - 40): \varepsilon_1 = 0$$

$$t_2 (40 - 60): \varepsilon_2 = - \frac{0 - 10^{-3}}{20} = 5 \times 10^{-5} \text{ V}$$



۱۸۴- سیملوله‌ای به ضریب خودالقایی 0.4 هانری و مقاومت 100 اهم را به یک باتری 6 ولتی متصل می‌کنیم. چند ژول انرژی در سیملوله ذخیره می‌شود؟

$$I = \frac{V}{R} = 0.06 \text{ A}$$

$$U = \frac{1}{2} L I^2 \rightarrow U = \frac{1}{2} (0.4) (0.06)^2 \rightarrow U = 7/2 \times 10^{-4} \text{ J}$$

۱۸۵- ضریب خودالقایی سیملوله‌ای برابر 0.6 هانری و مقاومت آن برابر 10 اهم می‌باشد، اگر آن را به یک باتری 9 ولتی وصل کنیم، چه مقدار انرژی در آن ذخیره خواهد شد؟

$$V = I R \Rightarrow 9 = I \times 10 \Rightarrow I = 0.9 \text{ A}$$

$$U = \frac{1}{2} L I^2 = \frac{1}{2} \times 0.6 \times (9 \times 10^{-1})^2 \Rightarrow U = 0.243 \text{ J}$$

۱۸۶- پیچه‌ای با مساحت سطح مقطع 10 سانتی‌متر مربع، شامل 1000 دور سیم روکش‌دار به گونه‌ای قرار دارد که خطوط میدان مغناطیسی عمود بر سطح آن هستند. بزرگی میدان مغناطیسی در بازه‌ی زمانی 0.001 ثانیه، بدون تغییر جهت از 0.5 T به 0.4 T می‌رسد. اندازه‌ی نیروی محرکه‌ی القایی متوسط ایجاد شده در این بازه‌ی زمانی چند ولت است؟

$$A = 10 \text{ cm}^2 = 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$\Delta \phi = (A \cos \theta) \Delta B \Rightarrow \Delta \phi = 10 \times 10^{-3} \times (-0.1) \times \cos 0 = -10^{-4} \text{ Wb}$$

$$|\varepsilon| = \left| -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} \right| = \left| -1000 \times \frac{-10^{-4}}{0.001} \right| \Rightarrow |\varepsilon| = 100 \text{ V}$$

۱۸۷- بیشینه نیروی محرکه‌ی القایی که با زمان به طور تناوبی تغییر می‌کند، برابر 20 V است. اگر دوره‌ی این تغییرات 0.01 ثانیه باشد، رابطه‌ی نیروی محرکه - زمان آن را بنویسید.

$$\varepsilon_{\max} = 20\text{ V} \quad \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0.01} = 200\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

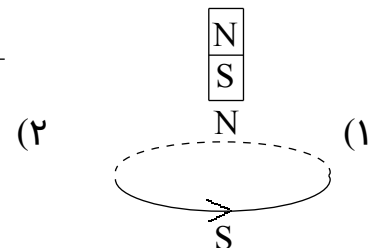
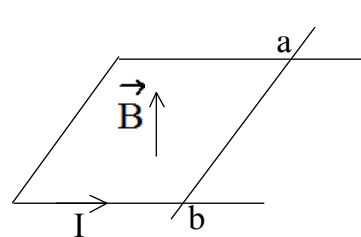
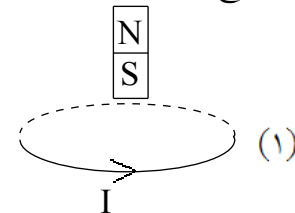
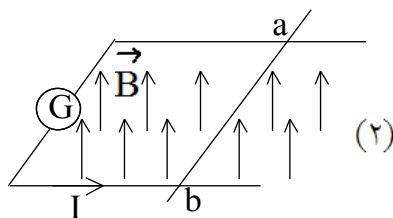
$$\varepsilon = \varepsilon_{\max} \sin \omega t \Rightarrow \varepsilon = 20 \sin 200\pi t$$

۱۸۸- جای خالی را با کلمات مناسب پر کنید.

در مولدهای صنعتی جریان متناوب، را ساکن گرفته و را در مقابل آن‌ها می‌چرخانند.

سیم‌پیچ - آهن‌ربا

۱۸۹- با توجه به جهت جریان القایی در هر یک از حلقه‌ها، در شکل (۱) جهت حرکت آهن‌ربا و در شکل (۲) جهت حرکت میله‌ی ab را با توضیح کافی تعیین کنید.



اگر میله به طرف چپ حرکت کند شار مغناطیسی عبوری از سطح در حال کم شدن است. پس جریان القایی باید در سمتی باشد که این کم شدن را جبران سازد. پس از b به a است. پس جهت حرکت به طرف چپ است.

با توجه به جهت جریان القایی بالای حلقه قطب N و پایین حلقه قطب S را پیدا می‌کنند. با توجه به این موضوع می‌توان گفت میدان مغناطیسی در حال کاهش بوده یعنی آهن‌ربا از حلقه دور می‌شود.

۱۹۰- ضریب خودالقایی سیم‌لوله‌ی بدون هسته‌ای با سطح مقطع 5 سانتی‌مترمربع و طول 100 سانتی‌متر را که شامل 2000 حلقه می‌باشد، حساب کنید. $\left(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{\text{Tm}}{\text{A}}\right)$

$k = 1$ بدون هسته

$$A = 5\text{ cm}^2 = 5 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \quad l = 100\text{ cm} = 1\text{ m} \quad N = 2000$$

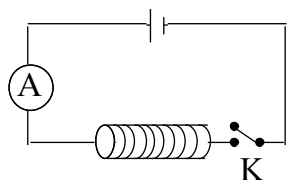
$$L = K \mu_0 \frac{N^2 A}{l} = \frac{1 \times 4\pi \times 10^{-7} \times (2000)^2 \times 5 \times 10^{-4}}{1} \Rightarrow L = 8\pi \times 10^{-4} \text{ H}$$

۱۹۱- از سیملوله‌ای به ضریب خودالقایی $۰/۰۴$ هانری، جریان متغیری در (SI) با زمان به صورت $I = ۸t - ۵$ تغییر می‌کند. بزرگی نیروی محرکه‌ی خودالقایی را حساب کنید.

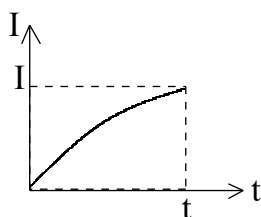
$$L = ۰/۰۴ \text{ H} \quad I = ۸t - ۵ \Rightarrow \frac{dI}{dt} = ۸ \frac{\text{A}}{\text{s}} \quad |\varepsilon| = \left| -L \frac{dI}{dt} \right| = ۰/۰۴ \times ۸ = ۰/۳۲ \text{ V}$$

۱۹۲- پیچه‌ای با سطح مقطع ۱۰ سانتی‌مترمربع، شامل ۲۰۰۰ دور سیم روکش‌دار، به گونه‌ای قرار دارد که خطوط میدان مغناطیسی یکنواخت عمود بر سطح آن هستند. بزرگی میدان مغناطیسی در بازه‌ی زمانی $۰/۰۱ \text{ s}$ و بدون تغییر جهت از $۰/۲ \text{ T}$ به $۰/۱ \text{ T}$ می‌رسد. اندازه‌ی نیروی محرکه‌ی القایی متوسط چند ولت است؟

$$A = ۰/۰۱ \text{ m}^2 \quad N = ۲۰۰۰ \quad |\varepsilon| = \left| -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t} \right| = \left| -N A \cos \alpha \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| = \left| ۲۰۰۰ \times (۰/۰۱) \cos ۰ \frac{۰/۱ - ۰/۲}{۰/۰۱} \right| \Rightarrow |\varepsilon| = ۲۰ \text{ V}$$



۱۹۳- نمودار کیفی تغییر جریان با زمان به هنگام بستن کلید را برای مدار شکل روبرو رسم کنید.



۱۹۴- با توجه به جهت جریان‌های القایی در هر یک از حلقه‌ها، جهت جریان عبوری هر یک از سیم‌ها، در حال کاهش است یا افزایش؟

سیم ب: جریان در حال افزایش

سیم الف: جریان در حال کاهش

۱۹۵- جریان متناوبی که بیشینه‌ی آن ۵ A و دوره‌ی آن $۰/۰۴ \text{ s}$ است، از یک رسانای ۱۰ اهمی می‌گذرد.

الف) در چه لحظه‌ای شدت جریان بیشینه خواهد بود؟

ب) در این لحظه، نیروی محرکه‌ی القایی چقدر است؟

$$\text{الف) } T = \frac{۴}{۱۰۰} \quad \omega = \frac{۲\pi}{T} = \frac{۲\pi}{۰/۰۴} = ۵۰\pi$$

$$I = I_m \sin \omega t \Rightarrow I = ۵ \sin ۵۰\pi t$$

$$\sin ۵۰\pi t = ۱ \Rightarrow ۵۰\pi t = \frac{\pi}{۲} \Rightarrow t = \frac{۱}{۱۰۰} \text{ s}$$

$$\text{ب) } \varepsilon_m = I_m R \Rightarrow \varepsilon_m = ۵ \times ۱۰ = ۵۰ \text{ V}$$

۱۹۶- پیچه‌ای شامل ۴۰۰ دور سیم روکش‌دار به مقاومت الکتریکی 8Ω و مساحت سطح مقطع 200 سانتی‌مترمربع، در یک میدان مغناطیسی 0.4 تسلا به گونه‌ای قرار دارد که خط‌های میدان بر سطح مقطع پیچه عمود است. اگر پیچه در مدت 0.1 ثانیه چرخیده و موازی خط‌های میدان قرار گیرد، جریان متوسط القایی پیچه را در این مدت حساب کنید.

$$A = 200 \text{ cm}^2 = 200 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \quad \text{و} \quad \theta_1 = 0$$

$$\phi_1 = B A \cos \theta_1 = 0.4 \times 200 \times 10^{-4} = 8 \times 10^{-3} \text{ wb} \quad \text{و} \quad \theta_2 = 90^\circ \Rightarrow \phi_2 = 0$$

$$|\varepsilon| = -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = -400 \times \frac{-8 \times 10^{-3}}{0.1} = 32 \text{ V}$$

$$\bar{I} = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{32}{8} = 4 \text{ A}$$

۱۹۷- هرگاه سیم‌لوله‌ای که مقاومت آن 60 اهم است را به یک باتری 12 ولتی وصل کنیم و 0.004 ژول انرژی در سیم‌لوله ذخیره شود، ضریب خودالقایی سیم‌لوله را حساب کنید.

$$I = \frac{V}{R} \Rightarrow I = \frac{12}{60} = 0.2 \text{ A}$$

$$U = \frac{1}{2} L I^2 \Rightarrow 4 \times 10^{-3} = \frac{1}{2} \times L \times \frac{4}{100} \Rightarrow L = 0.2 \text{ H}$$

۱۹۸- از داخل پرانتز عبارت درست را انتخاب کنید و به پاسخ برگ انتقال دهید.
ضریب خودالقایی سیم‌لوله با این کمیت نسبت وارون دارد. (سطح حلقه‌ها، طول سیم‌لوله)

طول سیم‌لوله

۱۹۹- مفهوم فیزیکی زیر را تعریف کنید.
قانون لنز

قانون لنز بیان می‌کند که جریان القایی در مدار در جهتی است که آثار مغناطیسی ناشی از آن با عامل به‌وجودآورنده‌ی جریان القایی یعنی تغییر شار مغناطیسی مخالفت می‌کند.

شار مغناطیسی عبوری از یک حلقه در SI مطابق رابطه‌ی $\Phi = (4t^2 + 3t) \times 10^{-3}$ تغییر می‌کند. به ۳ سؤال بعدی پاسخ دهید.

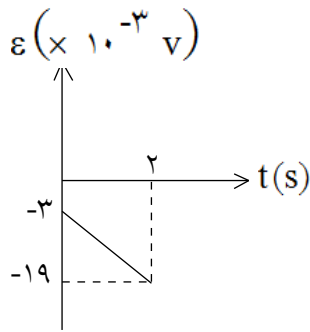
۲۰۰- معادله‌ی نیروی محرکه‌ی القایی را به‌دست آورید.

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} \quad \varepsilon = -(8t + 3) \times 10^{-3}$$

۲۰۱- در لحظه‌ی $t = 2 \text{ s}$ نیروی محرکه‌ی القایی چقدر است؟

$$\varepsilon = -(8 \times 2 + 3) \times 10^{-3} = -0.019 \text{ V}$$

۲۰۲- نمودار $\varepsilon - t$ را در دو ثانیه اول، رسم کنید.



۲۰۳- جریان متناوبی که بیشینه‌ی آن A ۲ و دوره‌ی آن s ۰/۰۲ است، از یک رسانا عبور می‌کند. معادله‌ی شدت جریان را در SI بنویسید.

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0.02} = 100\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$I = I_m \sin \omega t \quad I = 2 \sin 100\pi t$$

۲۰۴- جریان القایی در مدار در جهتی است که..... ناشی از آن با عامل به وجود آورنده‌ی جریان القایی مخالفت می‌کند.

آثار مغناطیسی (یا تغییر شار مغناطیسی)

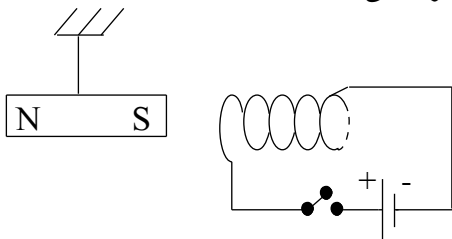
۲۰۵- برای عبارت زیر، پاسخ درست را از داخل پرانتز، انتخاب کرده و بنویسید:
هرچه آهنگ تغییر شار مغناطیسی بیش‌تر شود، نیروی محرکه‌ی القایی (بیش‌تر - کم‌تر) می‌شود.

بیش‌تر

۲۰۶- خودالقایی را تعریف کنید.

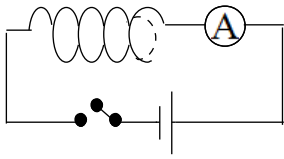
هرگاه جریان عبوری از یک سیم‌لوله با زمان تغییر کند، در آن نیروی محرکه‌ای به وجود می‌آید که با عامل تغییر جریان مخالفت می‌کند که به این پدیده خودالقایی می‌گویند.

۲۰۷- توضیح دهید در شکل روبه‌رو، با بستن کلید، وضعیت آهن‌ربای آویخته چه تغییری می‌کند؟



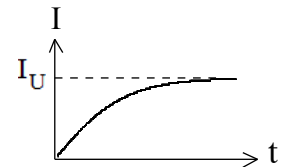
سیم‌لوله با توجه به قاعده‌ی دست راست مثل آهن‌ربایی که سمت چپ آن قطب N می‌باشد، عمل می‌کند و آهن‌ربای آویخته را جذب می‌کند.

۲۰۸- در مدار شکل روبه‌رو، نمودار کیفی تغییرات شدت جریان برحسب زمان را به هنگام بستن کلید رسم نمایید و بنویسید این آزمایش نشان‌گر چه پدیده‌ای است؟



خودالقها

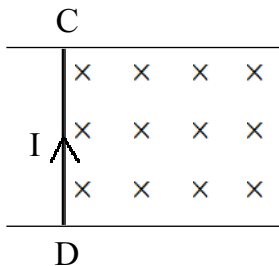
پدیده‌ی



۲۰۹- در یک پیچه شامل ۱۰۰ دور سیم روکش‌دار، شار مغناطیسی در بازه‌ی زمانی ۰/۴ ثانیه از $\phi_1 = ۰/۰۶ \text{ Wb}$ به $\phi_2 = -۰/۰۲ \text{ Wb}$ می‌رسد. اندازه‌ی نیروی محرکه‌ی القایی متوسط در این بازه‌ی زمانی چند ولت است؟

$$\bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} \Rightarrow \varepsilon = -۱۰۰ \frac{(-۰/۰۲ - ۰/۰۶)}{۰/۴} = ۲۰ \text{ V}$$

۲۱۰- در شکل روبه‌رو با توجه به جهت جریان القایی روی سیم CD و جهت میدان مغناطیسی، جهت حرکت سیم CD را تعیین کنید.



با توجه به جهت جریان القایی که شار درون‌سو ایجاد می‌کند پس شار درون‌سو در حال کاهش است پس سیم به سمت راست در حرکت است.

جریان متناوبی که بیشینه‌ی آن ۲ آمپر و دوره‌ی آن ۰/۰۴ ثانیه است از یک رسانای ۴۰ اهمی می‌گذرد. به ۲ سؤال بعدی پاسخ دهید.

۲۱۱- معادله‌ی شدت جریان - زمان آن را بنویسید.

$$I = I_m \sin \omega t \quad \omega = \frac{2\pi}{T} = 50\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

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

۲۱۲- بیشینه‌ی نیروی محرکه‌ی آن چند ولت است؟

$$\varepsilon_m = I_m R \quad \varepsilon_m = 2 \times 40 = 80 \text{ V}$$

۲۱۳- یکای ضریب خودالقایی در SI، نام دارد.

هانری

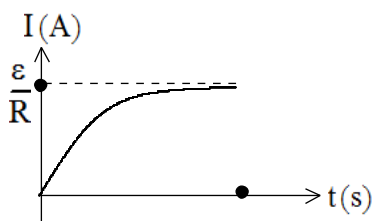
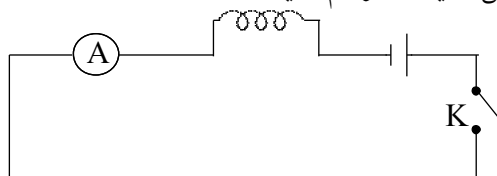
۲۱۴- «قانون لنز» را تعریف کنید.

جریان القایی در مدار در جهتی است که آثار مغناطیسی ناشی از آن با عامل به وجود آورنده‌ی جریان القایی یعنی تغییر شار مغناطیسی مخالفت می‌کند.

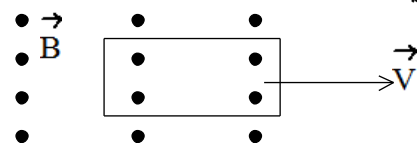
۲۱۵- با طراحی آزمایشی، تولید جریان القایی را نمایش دهید.

یک پیچه را به یک گالوانومتر متصل می‌کنیم. با حرکت دادن یک آهن‌ربا به سمت پیچه، عقربه‌ی گالوانومتر منحرف می‌شود که بیانگر جریان القایی است.

۲۱۶- در مدار شکل روبه‌رو، نمودار کیفی جریان بر حسب زمان را در هنگام بستن کلید K رسم کنید.

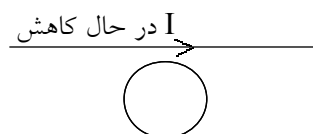


۲۱۷- در شکل زیر، جهت جریان القایی را روی حلقه و قاب مستطیل شکل مشخص کنید.



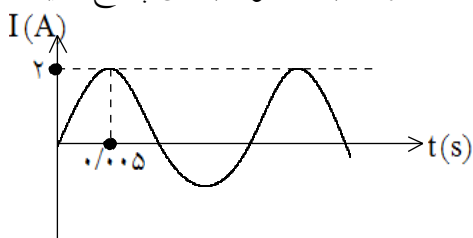
پادساعتگرد

۲۱۸- در شکل زیر، جهت جریان القایی را روی حلقه و قاب مستطیل شکل مشخص کنید.



ساعتگرد

نمودار زیر، تغییرات جریان بر حسب زمان را در یک دوره نشان می‌دهد، با استفاده از آن به ۴ سؤال بعدی پاسخ دهید.



۲۱۹- بیشینه‌ی جریان چند آمپر است؟

$$I_m = 2 \text{ A}$$

۲۲۰- دوره‌ی کامل چند ثانیه است؟

$$T = 4 \times \frac{T}{4} \Rightarrow T = \frac{2}{100}$$

۲۲۱- بسامد زاویه‌ای آن چه قدر است؟

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \omega = 100\pi$$

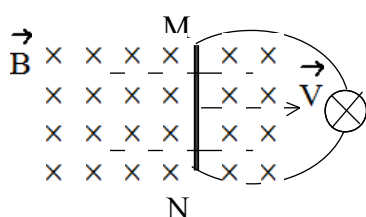
۲۲۲- معادله‌ی جریان - زمان را برای آن به دست آورید.

$$I = I_m \sin(\omega t) \Rightarrow I = 2 \sin 100\pi t$$

۲۲۳- در جمله‌ی زیر، عبارت مناسب را انتخاب کنید.

ضریب خودالقایی سیم‌لوله به (جریان عبوری از - طول) آن بستگی دارد.

طول



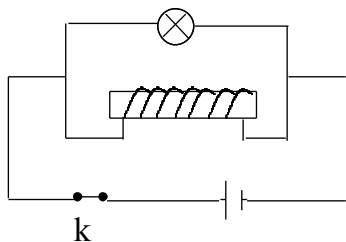
۲۲۴- مطابق شکل، میله‌ی رسانای MN روی قاب مستطیل شکل بدون روکش، با سرعت \vec{V} به طرف راست کشیده شده و لامپ روشن می‌شود. علت را توضیح دهید و جهت جریان را در میله‌ی MN تعیین کنید.

تغییر مساحت حلقه در میدان مغناطیسی، باعث تغییر شار مغناطیسی و ایجاد جریان القایی شده و لامپ روشن می‌شود. جهت جریان در میله، از N به طرف M است.

۲۲۵- پیچه‌ای با ۶۰۰ حلقه در یک میدان مغناطیسی یکنواخت به گونه‌ای قرار دارد که سطح پیچه بر خطهای میدان، عمود است. اگر مساحت حلقه‌های پیچه 20 cm^2 باشد و میدان مغناطیسی با آهنگ $0.05 \frac{T}{s}$ تغییر کند، بزرگی نیروی محرکه‌ی القایی متوسط چند ولت است؟

$$|\bar{\varepsilon}| = \left| -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t} \right| = \left| -NA \cos 0^\circ \times \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| \Rightarrow |\bar{\varepsilon}| = \left| -600 \times 20 \times 10^{-4} \times 1 \times 5 \times 10^{-2} \right| = 0.6 \text{ V}$$

شکل مقابل، مربوط به یک آزمایش است. با توجه به شکل به دو سؤال زیر پاسخ دهید.

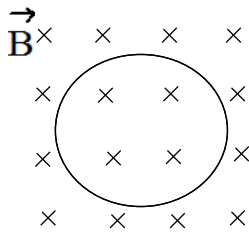


۲۲۶- این آزمایش برای نشان دادن کدام پدیده‌ی فیزیکی انجام می‌گیرد؟

پدیده‌ی خودالقایی (۰/۲۵)

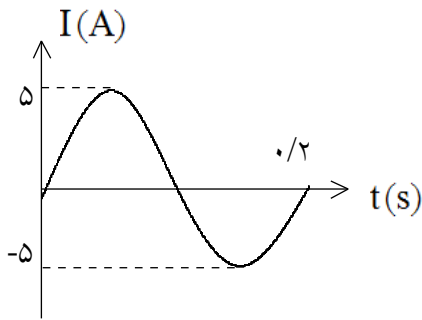
۲۲۷- وقتی کلید را باز می‌کنیم، لامپ ابتدا پرنور و سپس خاموش می‌شود. علت را توضیح دهید.

برای مخالفت با کاهش جریان سیم‌لوله، انرژی ذخیره شده در سیم‌لوله، آزاد می‌شود. (۰/۵)



۲۲۸- در شکل مقابل، حلقه‌ای به مساحت 20 cm^2 و مقاومت 4Ω به صورت عمود بر یک میدان مغناطیسی قرار دارد. اگر بزرگی میدان در مدت 0.01 ثانیه، از 0.5 تسلا به 0.2 تسلا برسد، جریان القا شده در حلقه را محاسبه کرده و جهت آن را تعیین کنید.

جریان ساعتگرد (0.25)
$$I = -\frac{N \Delta \phi}{R \Delta t} = -\frac{N}{R} \times A \cos 0^\circ \times \frac{\Delta B}{\Delta t} = 15 \times 10^{-3} \text{ A} \quad (1)$$



۲۲۹- نمودار جریان متناوبی که از یک مدار می‌گذرد، به صورت مقابل است. معادله‌ی جریان بر حسب زمان را بنویسید.

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0.2} = 10\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} \quad (0.5) \quad I = I_m \sin \omega t \rightarrow I = 5 \sin 10\pi t \quad (0.5)$$

۲۳۰- با توجه به توضیحات داده شده در ستون A، عبارت یا عبارت‌های مرتبط به هر قسمت را از ستون B انتخاب کنید و به پاسخ‌نامه انتقال دهید.

ستون B	ستون A
(۱) القاگر	آ) بارهای الکتریکی داده شده به این جسم در محل داده شده باقی می‌ماند.
(۲) نیروی محرکه‌ی مولد	ب) در آن انرژی ذخیره می‌شود.
(۳) مواد فرومغناطیس	پ) دوقطبی‌های مغناطیسی در این ماده در غیاب میدان مغناطیسی در جهت‌های کاتوره‌ای قرار دارند.
(۴) سیم مستقیم حامل جریان	ت) در حالتی که جریان از مولد نمی‌گذرد اختلاف پتانسیل دو سر مولد برابر آن می‌شود.
(۵) رسانا	
(۶) مقاومت درونی مولد	
(۷) مواد پارامغناطیس	
(۸) نارسانا	

ب) القاگر (0.25)

ت) نیروی محرکه‌ی مولد (0.25)

آ) نارسانا (0.25)

پ) مواد پارامغناطیس (0.25)

۲۳۱- جمله زیر درست است یا نادرست؟

تغییر زاویه‌ی بین حلقه و راستای میدان مغناطیسی نمی‌تواند عامل برقراری جریان الکتریکی القایی در حلقه شود.

نادرست (0.25)

۲۳۲- جمله زیر درست است یا نادرست؟

ضریب خودالقایی سیم‌لوله، به جریان متغیری که از القاگر می‌گذرد بستگی ندارد.

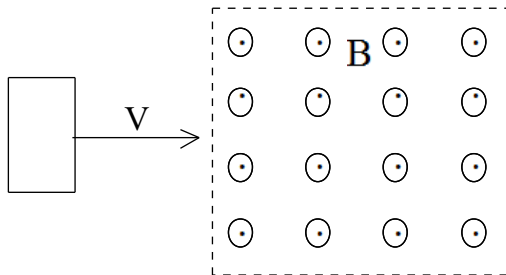
درست (0.25)

۲۳۳- جمله زیر درست است یا نادرست؟

وجود هسته‌ی آهنی، باعث تقویت میدان مغناطیسی سیم‌لوله می‌شود.

درست (۰/۲۵)

مطابق شکل، حلقه‌ی فلزی مستطیلی شکلی با سرعت ثابت وارد میدان مغناطیسی یکنواخت برون‌سو شده و از طرف دیگر آن خارج می‌شود:

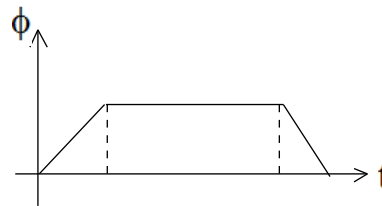


۲۳۴- جهت جریان القایی را در حلقه، هنگام وارد شدن به میدان تعیین کنید.



ساعتگرد یا رسم شکل (۰/۵)

۲۳۵- نمودار کیفی تغییرات شار مغناطیسی را که از حلقه می‌گذرد بر حسب زمان رسم کنید.



هر قسمت از نمودار (۰/۲۵)

۲۳۶- اگر آهنگ متوسط تغییر شار مغناطیسی که از پیچه‌ای با ۲۰۰ دور سیم می‌گذرد، برابر $\frac{wb}{s} \times 10^{-3} \times 2/5$ باشد، بزرگی

نیروی محرکه‌ی القایی متوسط در پیچه چند ولت است؟

$$\bar{\varepsilon} = \left| -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| \quad (۰/۲۵)$$

$$\bar{\varepsilon} = 200 \times 2/5 \times 10^{-3} \quad (۰/۵)$$

$$\bar{\varepsilon} = 0/5 V \quad (۰/۲۵)$$

۲۳۷- جریان متناوبی که بیشینه‌ی آن ۲A و دوره‌ی آن ۰/۰۲s است، از یک رسانا می‌گذرد. معادله‌ی جریان را بر حسب زمان بنویسید.

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad (۰/۲۵)$$

$$\omega = \frac{2\pi}{0/02} = 100\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} \quad (۰/۲۵)$$

$$I = I_m \sin(\omega t) \quad (۰/۲۵) \Rightarrow I = 2 \sin 100\pi t \quad (۰/۲۵)$$

۲۳۸- از داخل پرانتز عبارت درست را انتخاب کنید.

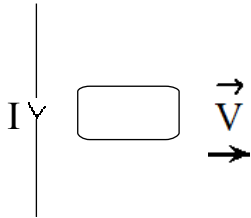
انرژی القاگر در (مقاومت سیم پیچ - میدان مغناطیسی) آن، ذخیره می‌شود.

میدان مغناطیسی (۰/۲۵)

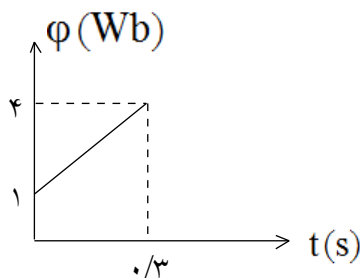
۲۳۹- «هانری (یکای ضریب خودالقایی) را تعریف کنید.

تعریف (۰/۵)

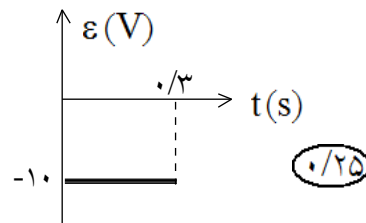
۲۴۰- در شکل مقابل، جهت جریان القایی در حلقه را با ذکر دلیل تعیین کنید.



جهت جریان در حلقه پادساعتگرد است (۰/۲۵) تا میدان مغناطیسی برونسوی ناشی از آن، با کاهش میدان مغناطیسی برونسوی سیم راست، مخالفت کند. (۰/۲۵)



۲۴۱- نمودار $\Phi-t$ عبوری از یک حلقه رسانا شکل روبه‌رو است. نیروی محرکه‌ی القایی در حلقه را به دست آورده و نمودار $\varepsilon-t$ را در مدت فوق رسم نمایید.



$$\varepsilon = -\frac{N\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{-1 \times (4-1)}{0.3} = -1.0 \text{ V} \quad (0.5)$$

۲۴۲- جریان متناوب عبوری از یک مقاومت، با معادله‌ی $I = 2 \sin 100\pi t$ تغییر می‌کند. دوره‌ی جریان را حساب کنید و مقدار جریان الکتریکی در لحظه‌ی $t = \frac{1}{300} \text{ s}$ را بدست آورید.

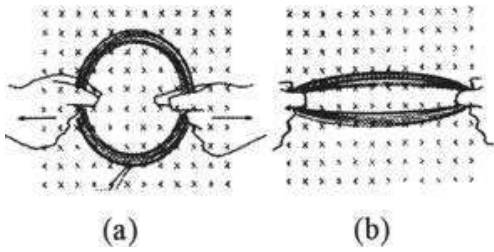
$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 0.02 \text{ s} \quad (0.5)$$

$$I = 2 \sin 100\pi \times \frac{1}{300} = 2 \sin \frac{\pi}{3} = \sqrt{3} \text{ A} \quad (0.5)$$

۲۴۳- عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

ضریب خودالقایی یک سیملوله به مشخصات ساختمانی سیملوله بستگی (دارد- ندارد) و به جریان متغیری که از سیملوله می‌گذرد بستگی (دارد- ندارد).

دارد- ندارد (۰/۵)



پیچه‌ای از چند دور سیم نازک انعطاف‌پذیر تشکیل شده و مطابق شکل (a) در میدان مغناطیسی یکنواخت و درون سو قرار دارد. اگر مطابق شکل (b) پیچه را از دو سمت آن بکشیم و مساحت پیچه کاهش یابد:

۲۴۴- جریان القایی در پیچه در کدام جهت برقرار می‌شود؟

ساعتگرد (۰/۵)

۲۴۵- نام قانونی را که به کار می‌برید، بنویسید.

قانون لنز (۰/۲۵)

۲۴۶- در یک سیم‌لوله به ضریب خودالقایی $\frac{1}{2}H$ ، جریان با آهنگ $\frac{5A}{s}$ تغییر می‌کند، بزرگی نیروی محرکه‌ی القا شده در سیم‌لوله چند ولت است؟

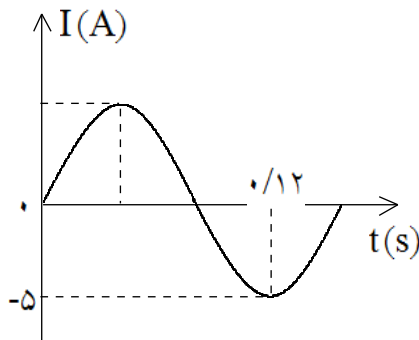
$$|\epsilon_L| = \left| -L \frac{dI}{dt} \right| \quad (۰/۲۵) \quad |\epsilon_L| = |-0.2 \times 5| \quad (۰/۲۵) \quad |\epsilon_L| = 1 \text{ V} \quad (۰/۲۵)$$

۲۴۷- حلقه‌ای دایره‌ای شکل، به مساحت 314 cm^2 ، درون میدان مغناطیسی یکنواخت B به بزرگی 0.4 تسلا قرار دارد. اگر شار مغناطیسی عبوری از حلقه 6.28×10^{-4} وبر باشد، زاویه‌ای که نیم خط عمود بر سطح حلقه با راستای میدان می‌سازد، چند درجه است؟

$$\Phi = BA \cos \alpha \quad (۰/۲۵) \quad 6.28 \times 10^{-4} = 0.4 \times 314 \times 10^{-4} \cos \alpha \quad (۰/۲۵)$$

$$\cos \alpha = \frac{1}{2} \quad (۰/۲۵) \quad \alpha = 60^\circ \quad (۰/۲۵)$$

۲۴۸- نمودار تغییرات جریان متناوبی بر حسب زمان در شکل زیر رسم شده است، معادله‌ی شدت جریان را به دست آورید.



$$\frac{3T}{4} = 0.12 \quad T = 0.16 \quad (۰/۲۵) \quad \omega = \frac{2\pi}{0.16} = \frac{25\pi}{2} \text{ rad/s} \quad (۰/۲۵)$$

$$I = I_m \sin \omega t \quad (۰/۲۵) \quad I = 5 \sin \frac{25\pi}{2} t \quad (۰/۲۵)$$