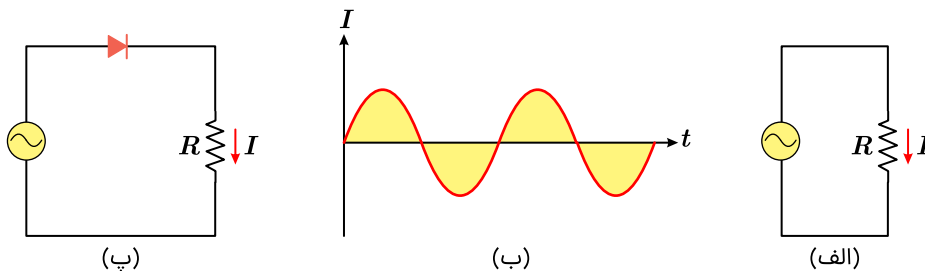
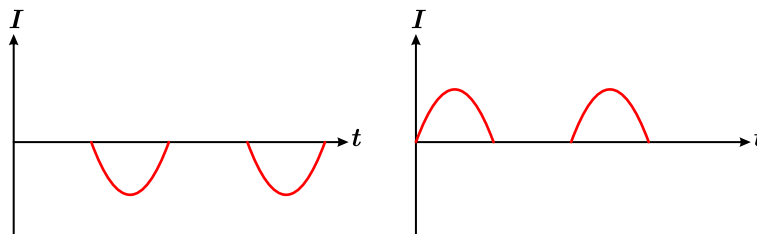




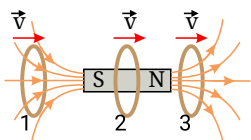
۱ در فصل ۲ دیدیم که دیود جریان را در یک جهت از خود عبور می دهد و در جهت دیگر مانع عبور جریان می شود. به همین دلیل آن را یک سوکننده جریان می نامند. نمودار شکل ب، تغییرات جریان بر حسب زمان را برای مدار شکل الف نشان می دهد. نمودار تغییرات جریان بر حسب زمان را برای مدار شکل پ رسم کنید.



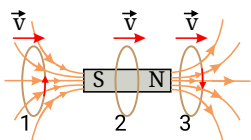
پاسخ: در این حالت دیود، به آن قسمت از جریان متناوب که هم جهت با فلش روی دیود است، اجازه عبور می دهد و به قسمت دیگری از جریان متناوب که هم جهت با فلش نیست، اجازه عبور نمی دهد. بنابراین جریان یا فقط بخش مثبت و یا بخش منفی را عبور می دهد و بخش دیگر را حذف می کند، یعنی:



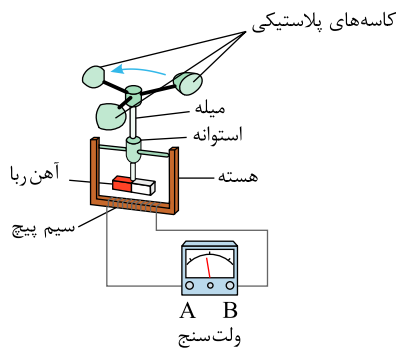
۲ حلقه رسانایی به طرف یک آهنربای میله ای حرکت می کند. شکل زیر، حلقه را در سه وضعیت نسبت به آهنربا نشان می دهد. جهت جریان القایی را در حلقه برای هر وضعیت به طور جداگانه تعیین کنید.



پاسخ: در حالت (۱) جریان القایی در جلوی حلقه روبه بالا است؛ چون با نزدیک کردن حلقه به قطب S آهنربا، میدان مغناطیسی چپ به راست آهنربا در محل حلقه در حال افزایش است و باید با ایجاد میدان القایی راست به چپ، با افزایش شار مخالفت شود. (یا به عبارتی باید قطب S حلقه در سمت راست آن باشد)
در حالت (۲) میدان مغناطیسی از چپ به راست و ثابت است؛ پس شار مغناطیسی تغییر نمی کند و جریان القایی نداریم.
در حالت (۳) جهت جریان القایی در جلوی حلقه روبه پایین است؛ چون میدان مغناطیسی چپ به راست در محل حلقه در حال کاهش است، پس باید با ایجاد میدان مغناطیسی القایی چپ به راست با کاهش شار مخالفت شود. (یا به عبارتی قطب S حلقه باید سمت چپ آن قرار گیرد)



۳) شکل داده شده ساختمان یک بادسنج را نشان می دهد. اگر این بادسنج را روی بام خانه نصب کنیم، به هنگام وزیدن باد میله آن می چرخد و ولتسنج عددی را نشان می دهد.



الف) چرا چرخش میله سبب انحراف عقربه ولتسنج می شود؟

ب) آیا با افزایش تندی باد، عددی که ولتسنج نشان می دهد تغییر می کند؟ چرا؟

پ) برای بهبود و افزایش دقت کار دستگاه دو پیشنهاد ارائه دهید.

پاسخ: الف) هنگامی که باد می وزد و کاسه های پلاستیکی می چرخند، یک آهنربا در مجاورت یک سیملوله که روی هسته آهنی پیچیده شده است شروع به چرخش می کند و شار مغناطیسی عبورکننده از این سیملوله با زمان تغییر می کند و طبق قانون القای الکترومغناطیسی فاراده یعنی $\bar{\epsilon} = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$ ، در سیم پیچ نیروی محرکه القا می شود و عقربه ولتسنج منحرف می شود.
ب) بله. با افزایش تندی باد، سرعت چرخش آهنربا و در نتیجه $\frac{\Delta \phi}{\Delta t}$ افزایش می یابد، پس $\bar{\epsilon}$ زیاد شده و عقربه بیشتر منحرف می شود.
پ) برای بهبود کارایی و دقت دستگاه می توان: (۱) تعداد دورهای سیم پیچ را افزایش داد تا $\bar{\epsilon}$ بزرگ تر شود، (۲) می توان به جای یک آهنربا از دو آهنربا عمود بر هم و یا از یک آهنربای قوی تر استفاده کرد.

۴) جریان متناوبی که بیشینه آن $2A$ و دوره آن $0.02s$ است، از یک رسانای 5Ω اهمی می گذرد.
الف) اولین لحظه ای که در آن جریان بیشینه است چه لحظه ای است؟ در این لحظه نیروی محرکه القایی چقدر است؟

ب) در لحظه $t = \frac{1}{400}s$ ، جریان چقدر است؟

پاسخ: الف)

$$T = 0.02s, I_{\max} = 2A$$

$$I = I_{\max} \sin \frac{2\pi}{T}t$$

$$I = 2 \sin \frac{2\pi}{0.02}t = 2 \sin 100\pi t$$

برای آنکه جریان بیشینه باشد، $\sin 100\pi t$ باید برابر ۱ باشد. پس داریم:

$$\sin 100\pi t = 1 \Rightarrow \sin 100\pi t = \sin \frac{\pi}{2}$$

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

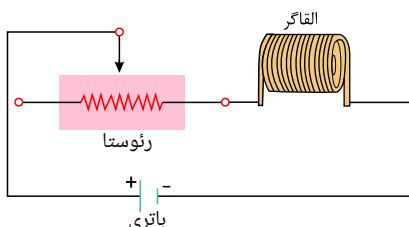
در این لحظه داریم:

$$\epsilon_m = I_m R = 2 \times 5 = 10V$$

ب)

$$I = 2 \sin 100\pi t \xrightarrow{t = \frac{1}{400}} I = 2 \sin 100\pi \times \frac{1}{400} \Rightarrow I = 2 \sin \frac{\pi}{4} = \sqrt{2}A$$

۵) شکل زیر مداری را نشان می دهد؛ شامل یک القاگر (سیملوله)، باتری، رئوستا و آمپرسنج که به طور متوالی به یکدیگر بسته شده اند. اگر بخواهیم بدون تغییر ولتاژ باتری، انرژی ذخیره شده در القاگر را زیاد کنیم چه راهی پیشنهاد می کنید؟



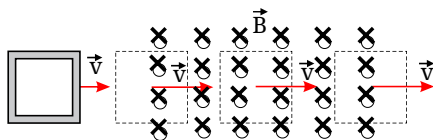
پاسخ: بر اساس رابطه $U = \frac{1}{2}LI^2$ ، انرژی ذخیره شده در القاگر وابسته به جریان عبوری از سیملوله و نیز ضریب القاوری آن است؛ بنابراین با کم کردن مقاومت رئوستا می توان جریان

عبوری از القاگر را افزایش داد و به این ترتیب U زیاد می‌شود. البته می‌توان برای افزایش ضریب القاوری (L) القاگر، یک هسته آهنی وارد آن کرد و به این ترتیب با افزایش L ، انرژی ذخیره شده در آن نیز افزایش خواهد یافت.

۶ حلقه رسانای مربعی شکل، به طول ضلع 10 cm وارد میدان مغناطیسی درون سویی به اندازه 20 mT و سپس از آن خارج می‌شود.

الف) در کدام مرحله شار عبوری از حلقه بیشینه است؟ مقدار شار گذرنده از حلقه در این حالت چقدر است؟

ب) در کدام وضعیت(ها) شار گذرنده از حلقه تغییر می‌کند؟ جهت جریان القایی را در حلقه تعیین کنید.



پاسخ: الف) در مرحله دوم بیشتر است. مرحله اول ورود حلقه به میدان و مرحله سوم خروج حلقه از میدان است. ولی در مرحله دوم تمام حلقه در میدان قرار می‌گیرد و شار عبوری از آن ثابت و ماکزیمم است.

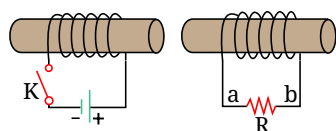
$$\phi = BA \cos \theta$$

$$\phi_r = \phi_{\max} = BA = (20 \times 10^{-3}) \times (10 \times 10^{-2})^2 = 2 \times 10^{-4} \text{ Wb}$$

ب) در مرحله اول و سوم، شار عبوری از حلقه تغییر می‌کند؛ زیرا با ورود حلقه به میدان یا خروج از آن، مساحتی از حلقه که داخل میدان قرار می‌گیرد تغییر می‌کند.

مرحله سوم	مرحله اول
مرحله سوم: با خروج حلقه از میدان، شار مغناطیسی در حال کاهش است؛ پس با جریان القایی ساعتگرد میدان مغناطیسی درون سو ایجاد می‌شود تا با کاهش شار مغناطیسی مخالفت کند.	مرحله اول: با ورود حلقه به میدان، شار مغناطیسی در حال افزایش است؛ پس با جریان القایی پادساعتگرد میدان مغناطیسی برون سو ایجاد می‌شود تا با کاهش شار مغناطیسی مخالفت کند.

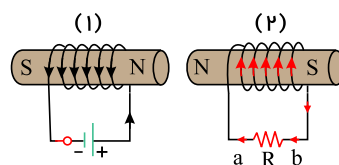
۷ در مدار نشان داده شده در شکل زیر، جهت جریان القایی را در مقاومت R در هر یک از دو حالت زیر با ذکر دلیل پیدا کنید:



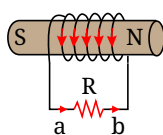
الف) در لحظه بستن کلید K ، ب) در لحظه باز کردن کلید K .

پاسخ:

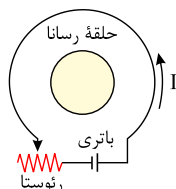
الف) در لحظه بستن کلید K ، جریان در سیملوله (۱) افزایش می‌یابد؛ بنابراین میدان مغناطیسی آن در محل سیملوله (۲) زیاد می‌شود و شار عبوری از سیملوله (۲) نیز زیاد می‌شود. پس طبق قانون لنز باید میدان القایی در سیملوله (۲) در خلاف جهت میدان مغناطیسی سیملوله (۱) باشد. تا با افزایش شار مخالفت کند. یعنی جریان در مقاومت R از b به a است.



ب) هنگامی که کلید باز می‌شود، جریان در سیملوله (۱) کاهش می‌یابد؛ بنابراین میدان مغناطیسی و شار عبوری در محل سیملوله (۲) کم می‌شود و طبق قانون لنز، باید میدان القایی در سیملوله (۲) هم جهت با میدان مغناطیسی سیملوله (۱) باشد، تا با کاهش شار مخالفت کند. در نتیجه جریان القایی در مقاومت R از a به b است.

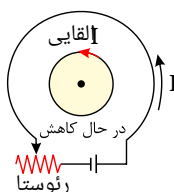


۸ اگر در مدار شکل زیر مقاومت رئوستا افزایش یابد، جهت جریان القایی در حلقه رسانای داخلی در چه جهتی ایجاد می‌شود؟

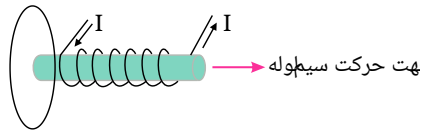


پاسخ: طبق قانون دست راست، جهت میدان مغناطیسی ناشی از عبور جریان از حلقه بیرونی (مدار الکتریکی) در داخل آن به صورت برون سو است. مقاومت رئوستا افزایش و جریان الکتریکی کاهش می‌یابد؛ بنابراین این میدان برون سو در حال کاهش است.

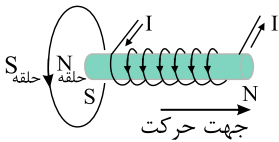
طبق قانون لنز، جهت جریان القایی در حلقه داخلی باید پادساعتگرد باشد، تا میدان مغناطیسی برون سویی ایجاد کند که با کاهش شار مغناطیسی عبوری از آن مخالفت کرده باشد.



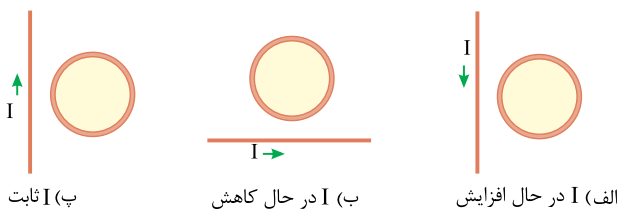
۹ شکل زیر، سیملوله حامل جریانی را نشان می‌دهد که در حال دور شدن از یک حلقهٔ رساناست. جهت جریان القایی را در حلقه با ذکر دلیل تعیین کنید.



پاسخ: جهت جریان در سیملوله به شکلی است که در سمت چپ آن، قطب S ایجاد می‌شود و این قطب S در حال دور شدن از حلقه است؛ بنابراین طبق قانون لنز جریان القایی حلقه باید به گونه‌ای باشد که سمت راست حلقه قطب N ایجاد شود، تا مانع از دور شدن قطب S سیملوله گردد پس جریان در بخش جلویی حلقه روبه پایین خواهد بود.

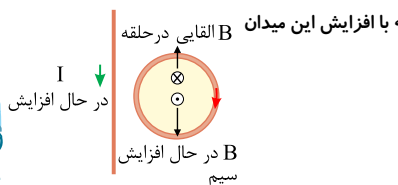


۱۰ جهت جریان القایی را در هریک از حلقه‌های رسانای نشان داده شده در شکل‌های زیر تعیین کنید.

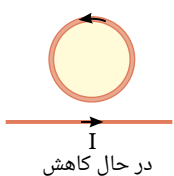


پاسخ:

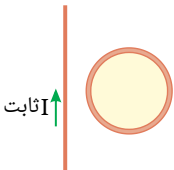
الف) در این شکل میدان مغناطیسی ناشی از سیم در محل حلقه برون‌سو و در حال افزایش است، پس جهت جریان القایی باید طوری باشد که با افزایش این میدان برون‌سو مخالفت کند. یعنی باید میدان درون‌سو درون حلقه ایجاد کند؛ پس جریان حلقه باید ساعتگرد باشد.



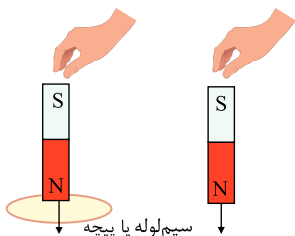
ب) میدان ناشی از سیم در محل حلقه برون‌سو و در حال کاهش است. پس باید جریان حلقه پادساعتگرد باشد و میدان القایی برون‌سو ایجاد کند که با کاهش شار مخالفت کرده باشد.



پ) چون جریان ثابت است، میدانی که در محل حلقه ایجاد می‌کند، تغییر نمی‌کند؛ در نتیجه شار عبوری از حلقه تغییر نمی‌کند و جریانی در آن القا نمی‌شود.

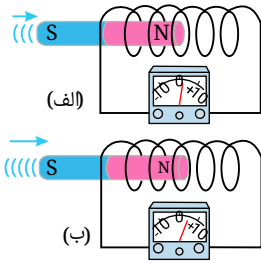


۱۱ دو آهنربای میله‌ای مشابه را مطابق شکل، به طور قائم از ارتفاع معینی نزدیک سطح زمین رها می‌کنیم، به طوری که یکی از آنها از حلقهٔ رسانایی عبور می‌کند. اگر زمین در محل برخورد آهنرباها نرم باشد، مقدار فرورفتگی آهنرباها را در زمین با یکدیگر مقایسه کنید. (تأثیر میدان مغناطیسی زمین روی آهنرباها را نادیده بگیرید.)



پاسخ: هنگام ورود آهنربا به حلقه، شار مغناطیسی داخل حلقه افزایش می‌یابد و میدان مغناطیسی القایی در خلاف جهت میدان اصلی آهنربا تولید می‌شود تا با افزایش شار مخالفت کند؛ بنابراین نیرویی روبه بالا به آهنربا وارد می‌شود. در هنگام خروج آهنربا از حلقه نیز شار مغناطیسی در حلقه کاهش می‌یابد و میدان مغناطیسی القایی هم‌جهت با میدان اصلی آهنربا در حلقه ایجاد می‌شود تا با کاهش شار مخالفت کند؛ بنابراین در این حالت نیز نیرویی روبه بالا به آهنربا وارد می‌شود و نسبت به حالتی که آهنربا از حلقه عبور نمی‌کند، این آهنربا با سرعت کمتری به زمین می‌خورد و فرورفتگی کمتری در سطح زمین ایجاد می‌شود.

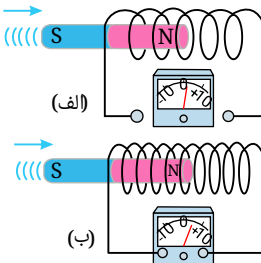
۱۲ دو سیملوله مشابه را مطابق شکل‌های زیر به ولت‌سنج حساسی وصل کرده‌ایم. دریافت خود را از شکل‌های زیر بنویسید. (آهنرباها مشابه‌اند ولی با تندی متفاوتی به طرف سیملوله حرکت می‌کنند.)



پاسخ: طبق قانون القای الکترومغناطیسی فاراده $(\bar{\epsilon} = -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t})$ ، نیروی محرکه القایی، متناسب با تعداد دور سیم‌پیچ و نیز متناسب با آهنگ تغییرات شار و یا به عبارتی سرعت جلو و عقب رفتن آهنربا است.

در این شکل‌ها تعداد دورهای سیملوله‌ها برابر است، ولی چون تندی حرکت آهنربا در شکل (ب) بیشتر است، $\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ در حالت (ب) از $\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ در حالت (الف) بیشتر است؛ پس $\bar{\epsilon}_{(ب)} > \bar{\epsilon}_{(الف)}$ می‌باشد.

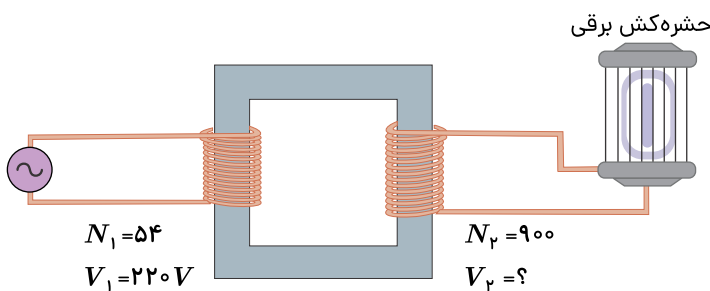
۱۳ دو سیملوله با حلقه‌های با مساحت یکسان ولی با تعداد دور متفاوت را مطابق شکل‌های زیر به ولت‌سنج حساسی وصل کرده‌ایم. دریافت خود را از این شکل‌ها بنویسید. (آهنرباها مشابه‌اند و با تندی یکسانی به طرف سیملوله‌ها حرکت می‌کنند.)



پاسخ: بر اساس قانون القای الکترومغناطیسی فاراده، یعنی رابطه $\bar{\epsilon} = -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ ، نیروی محرکه القایی هم به N (تعداد دورهای سیم‌پیچ) و هم به آهنگ تغییر شار $(\frac{\Delta\phi}{\Delta t})$ یا به عبارتی سرعت جلو و عقب بردن آهنربا وابسته است.

در شکل (الف) تعداد دورهای سیملوله کمتر از شکل (ب) است و با وجود آنکه $\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ و یا به عبارتی سرعت حرکت آهنربا یکسان است، $\bar{\epsilon}_{(ب)} < \bar{\epsilon}_{(الف)}$ است؛ چون $N_{(ب)} < N_{(الف)}$ است.

۱۴ برخی از وسیله‌های برقی، مانند حشره‌کش برقی، برای کار کردن نیاز به ولتاژهای بالا از مرتبه چند هزار ولت دارند. شکل زیر تبدیلی را نشان می‌دهد که ولتاژ لازم را برای کار یک دستگاه حشره‌کش برقی فراهم می‌کند. اگر تعداد دور اولیه مبدل $N_1 = 54$ و تعداد دور ثانویه $N_2 = 900$ باشد، چه ولتاژی را برای کار کردن دستگاه حشره‌کش تأمین می‌کند؟



پاسخ:

$$N_1 = 54, V_1 = 220V, N_2 = 900, V_2 = ?$$

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow \frac{900}{54} = \frac{V_2}{220} \Rightarrow V_2 = \frac{220 \times 900}{54} \Rightarrow V_2 \simeq 3660V$$

۱۵ معادله جریان زمان یک مولد جریان متناوب برحسب یکاهای SI به صورت $I = (4.0 \times 10^{-3}) \sin 250\pi t$ است.

(الف) جریان در دو لحظه $t_1 = 2.0ms$ و $t_2 = 8.0ms$ چقدر است؟

(ب) دوره تناوب جریان را به دست آورید و نمودار جریان - زمان را در یک دوره کامل رسم کنید.

پاسخ: (الف)

$$t_1 = 2ms = 2 \times 10^{-3}s \Rightarrow I = 4 \times 10^{-3} \sin(250\pi \times 2 \times 10^{-3}) =$$

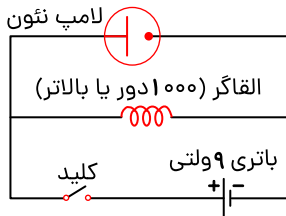
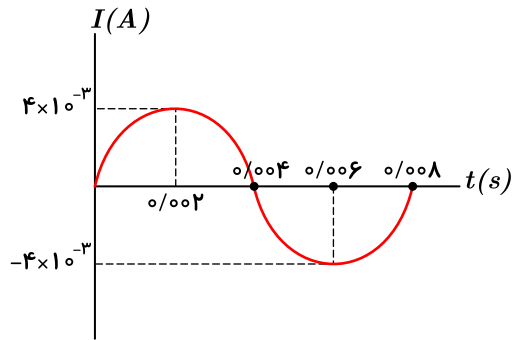
$$(4 \times 10^{-3}) \sin\left(\frac{\pi}{2}\right) = 4 \times 10^{-3} A$$

$$t_2 = 8ms = 8 \times 10^{-3}s \Rightarrow I = 4 \times 10^{-3} \sin(250\pi \times 8 \times 10^{-3}) =$$

$$(4 \times 10^{-3}) \sin\pi = 0$$

(ب) نمودار جریان متناوب، یک نمودار سینوسی است.

$$\frac{2\pi}{T} = 250\pi \Rightarrow T = \frac{2\pi}{250\pi} = 0.008$$



۱۶ هدف: بررسی اثر خود - القاوری

وسایلهای مورد نیاز: لامپ نئون (لامپ فازمتری)، القاگر (۱۰۰۰ دور یا بالاتر)، باتری قلمی (۲ عدد) یا باتری

۹ ولتی، سیم رابط، کلید

شرح آزمایش:

• مداری مطابق شکل الف ببندید.

• کلید را وصل کنید. آیا لامپ روشن است؟ اینک کلید را قطع کنید. در لحظه قطع کردن کلید چه چیزی مشاهده می کنید؟ دلیل آنچه را مشاهده می کنید توضیح دهید.

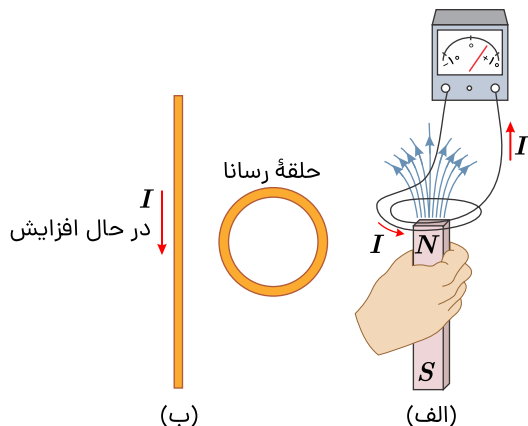


پاسخ: • بله، با بستن کلید لامپ روشن می شود، فاصله زمانی کوتاهی بین قطع کلید و خاموش شدن لامپ دیده می شود.

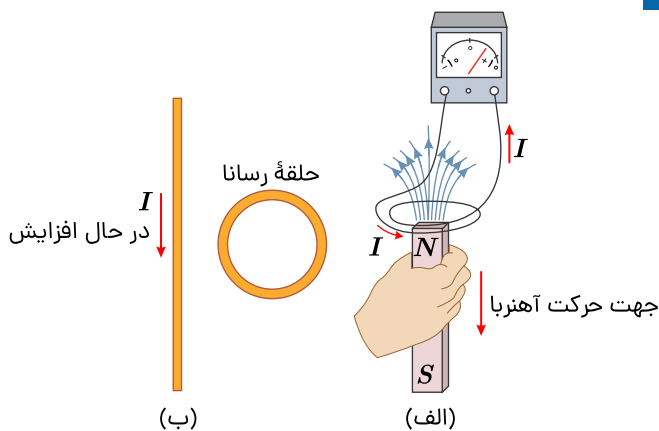
علت این پدیده اثر خود - القاویری القاگر است. در زمان قطع کلید، جریان مدار کاهش می یابد. بنابراین طبق قانون لنز، القاگر جریانی هم جهت با جریان مدار ایجاد کرده تا مانع از کاهش آن شود، در اینجا القاگر همانند یک مولد عمل می کند که برای مدت زمان کوتاهی لامپ را روشن نگه می دارد. یادتان باشد که القاگرها، توانایی ذخیره انرژی الکتریکی را دارند.

۱۷ الف) با توجه به جهت جریان القایی در مدار شکل الف، توضیح دهید که آیا آهنربا رو به بالا حرکت می کند یا رو به پایین.

ب) شکل ب سیم بلند و مستقیمی را نشان می دهد که جریان عبوری از آن در حال افزایش است. جهت جریان القایی را در حلقه رسانای مجاور سیم تعیین کنید.

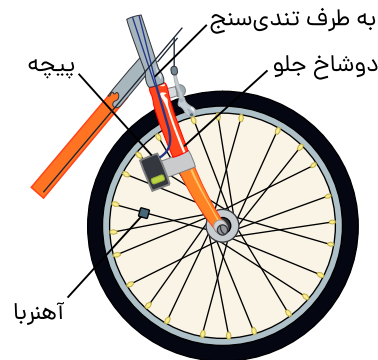


پاسخ: الف) با توجه به جهت جریان القایی، میدان مغناطیسی ناشی از جریان القایی، هم جهت با میدان مغناطیسی آهنربا است، بنابراین، طبق قانون لنز آهنربا از حلقه دور شده و رو به پایین حرکت می کند.



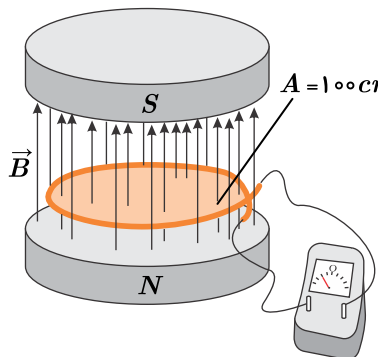
(ب) با افزایش جریان در سیم، میدان مغناطیسی برون‌سوی سیم در حلقه افزایش می‌یابد، بنابراین جریان القایی در حلقه، به گونه‌ای خواهد بود که میدان مغناطیسی ناشی از آن در خلاف جهت میدان عبوری از حلقه باشد (یعنی درون‌سو). برای شکل‌گیری چنین میدانی در حلقه، جریان القایی باید ساعتگرد باشد.

۱۸ تندی‌سنج دوچرخه‌های مسابقه‌ای شامل یک آهنربای کوچک و یک پیچه است. آهنربا به یکی از سیم به طرف تندی‌سنج دوشاخ جلو و پیچه به دو شاخ فرمان متصل است (شکل روبه‌رو). دو سر پیچه با سیم‌های رسانا به نمایشگر تندی‌سنج (که در واقع نوعی رایانهٔ کوچک است) وصل شده است. به نظر شما تندی‌سنج دوچرخه چگونه کار می‌کند؟



پاسخ: در حین چرخش چرخ، فاصلهٔ آهنربا از پیچه، تغییر می‌کند، بنابراین میدان مغناطیسی و در نتیجه شار مغناطیسی عبوری از پیچه تغییر و جریان القایی در آن ایجاد می‌شود. هر قدر تندی چرخ بیشتر باشد، جریان القایی بزرگ‌تر است. تندی‌سنج با پردازش این جریان القایی، تندی حرکت دوچرخه را برآورد می‌کند.

۱۹ میدان مغناطیسی بین قطب‌های آهنربای الکتریکی شکل روبه‌رو که بر سطح حلقه عمود است با



زمان تغییر می‌کند و در مدت $0,45\text{ s}$ از $0,28\text{ T}$ رو به بالا، به $0,17\text{ T}$ رو به پایین می‌رسد، در این $A = 100\text{ cm}^2$ ، مدت

(الف) نیروی محرکهٔ القایی متوسط در حلقه را به دست آورید.

(ب) اگر مقاومت حلقه $1\ \Omega$ باشد، جریان القایی متوسط در حلقه را پیدا کنید.

پاسخ: (الف)

$$A = 100\text{ cm}^2 = 100 \times 10^{-4}\text{ m}^2 = 10^{-2}\text{ m}^2$$

$$\Delta t = 0,45\text{ s}, B_1 = 0,28\text{ T}, B_2 = -0,17\text{ T}, \bar{\varepsilon} = ?$$

$$\Delta\Phi = A(\Delta B) \cos\theta = 10^{-2} \times (-0,17 - 0,28) \times \cos 0^\circ = -45 \times 10^{-4}\text{ Wb}$$

$$\bar{\varepsilon} = \left| -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| = \left| -1 \times \frac{(-45 \times 10^{-4})}{45 \times 10^{-2}} \right| \Rightarrow \bar{\varepsilon} = 0,01\text{ V}$$

(ب)

$$\bar{I} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} = \frac{0,01}{10} \Rightarrow \bar{I} = 0,001\text{ A}$$

۲۰ کدام یک از یکاهای زیر معادل یکای وبر بر ثانیه $\left(\frac{\text{Wb}}{\text{s}}\right)$ است؟

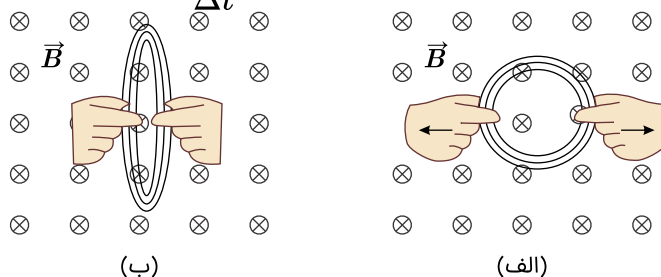
$\frac{\text{V}}{\text{A}}$ ☐ V ☐ A ☐ Ω ☐

پاسخ: در رابطه $\varepsilon_{av} = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ ، یکای ε_{av} ولت (V)، یکای $\Delta\Phi$ وبر (Wb) و یکای Δt ثانیه (s) است. بنابراین وبر بر ثانیه $\left(\frac{\text{Wb}}{\text{s}}\right)$ برابر با یکای ولت (V) است.

۲۱ الف) حلقه‌ای به مساحت ۲۵cm^2 درون میدان مغناطیسی یکنواخت درون سویی به اندازه ۰.۳T قرار دارد (شکل الف). شار مغناطیسی عبوری از حلقه را به دست آورید.

ب) اگر مطابق شکل ب و بدون تغییر $\vec{B}$ ، مساحت سطح حلقه را به ۱۰cm^2 برسانیم، شار مغناطیسی عبوری از حلقه را در این وضعیت به دست آورید.

پ) اگر این تغییر شار در بازه زمانی $\Delta t = ۰.۲\text{s}$ رخ داده باشد، آهنگ تغییر شار $(\frac{\Delta\Phi}{\Delta t})$ را پیدا کنید.



پاسخ: الف)

$$A_1 = ۲۵\text{cm}^2 = ۲۵ \times ۱۰^{-۴}\text{m}^2, B = ۰.۳\text{T} = ۳ \times ۱۰^{-۲}\text{T}, \theta = ۰^\circ, \Phi = ?$$

$$\Phi_1 = BA_1 \cos \theta = ۲۵ \times ۱۰^{-۴} \times ۳ \times ۱۰^{-۲} \times \cancel{\cos ۰^\circ} = ۷۵ \times ۱۰^{-۶}\text{Wb}$$

ب)

$$A_2 = ۱۰\text{cm}^2 = ۱۰ \times ۱۰^{-۴}\text{m}^2, B = ۳ \times ۱۰^{-۲}\text{T}, \theta = ۰^\circ, \Phi = ?$$

$$\Phi_2 = BA_2 \cos \theta = ۱۰ \times ۱۰^{-۴} \times ۳ \times ۱۰^{-۲} \times \cancel{\cos ۰^\circ} = ۳۰ \times ۱۰^{-۶}\text{Wb}$$

پ)

$$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = ۳۰ \times ۱۰^{-۶} - ۷۵ \times ۱۰^{-۶} = -۴۵ \times ۱۰^{-۶}\text{Wb}$$

$$\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{-۴۵ \times ۱۰^{-۶}}{۰.۲} = -۲.۲۵ \times ۱۰^{-۴} \frac{\text{Wb}}{\text{s}}$$