

با ایران توشه
یک قدم جلوتر
باش!



کنکور

آزمون های آزمایشی

گام به گام

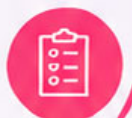
جزوه و نمونه سوال



ایران توشه

توشه ای برای موفقیت

ایران توشه، مرجع دانلود فایل های کمک آموزشی دانش آموزان و کنکوری ها



دانلود رایگان آزمون های آزمایشی
قلمچی، خیلی سبز، گاج و ...



دانلود رایگان گام به گام تمامی دروس



دانلود رایگان نمونه سوالات امتحانی
(نوبت اول و دوم) و امتحانات نهایی



دانلود رایگان جزوه های کمک آموزشی
و شب امتحانی

همه چیز
برای موفقیت
تو!

Google

دانلود گام به گام دوازدهم تجربی ایران توشه

دانلود گام به گام دوازدهم تجربی ایران توشه

کافیست هر فایلی که نیاز دارید
را در گوگل به این صورت جستجو کنید:

فایل مورد نیاز + ایران توشه

مثال:

دانلود گام به گام دوازدهم تجربی ایران توشه



irantooshe.ir



t.me/irantooshe



فیزیک ۲ یازدهم - فصل چهارم

القای الکترومغناطیسی و جریان متناوب

فهرست

۱۵	صفحه ۱۲۸ مسئله — مسئله ۳ (۱-۴ و ۲-۴): بادسج ... ۱۲	۱	صفحه ۱۰۹ پرسش آغاز فصل — چرا کارت را در کارت خوان می کشیم؟ ... ۳
۱۶	صفحه ۱۲۸ مسئله — مسئله های ۴ و ۵ (۱-۴ و ۲-۴) ... ۱۳	۲	صفحه ۱۱۰ آزمایش — آزمایش ۱-۴: بررسی پدیده القای الکترومغناطیسی ... ۳
۱۷	صفحه ۱۲۸ مسئله — مسئله ۶ (۳-۴): قانون لنز ... ۱۴	۳	صفحه ۱۱۳ تمرین — تمرین ۱-۴: شار مغناطیسی ... ۴
۱۸	صفحه ۱۲۸ مسئله — مسئله ۷ (۳-۴): سقوط آهنربا ... ۱۴	۴	صفحه ۱۱۳ پرسش — پرسش ۱-۴: یکای وبر بر ثانیه ... ۵
۱۹	صفحه ۱۲۹ مسئله — مسئله ۸ (۳-۴): جهت جریان القایی ... ۱۵	۵	صفحه ۱۱۵ تمرین — تمرین ۲-۴: نیروی محرکه القایی متوسط ... ۵
۲۰	صفحه ۱۲۹ مسئله — مسئله ۹ (۳-۴): سیمولوله و حلقه ... ۱۶	۶	صفحه ۱۱۶ پرسش — پرسش ۲-۴: تندی سنج دوچرخه ... ۶
۲۱	صفحه ۱۲۹ مسئله — مسئله ۱۰ (۳-۴): رنوستا و حلقه ... ۱۶	۷	صفحه ۱۱۸ پرسش — پرسش ۳-۴: جهت جریان القایی ... ۶
۲۲	صفحه ۱۲۹ مسئله — مسئله های ۱۱ و ۱۲ (۳-۴) ... ۱۷	۸	صفحه ۱۱۹ آزمایش — آزمایش ۲-۴: بررسی اثر خود-القایی ... ۷
۲۳	صفحه ۱۲۹ مسئله — مسئله ۱۳ (۳-۴): میله لغزنده ... ۱۸	۹	صفحه ۱۲۰ تمرین — تمرین ۳-۴: ضریب القاوری سیمولوله ... ۸
۲۴	صفحه ۱۲۹ مسئله — مسئله ۱۴ (۳-۴): بستن و باز کردن کلید ... ۱۹	۱۰	صفحه ۱۲۲ تمرین — تمرین ۴-۴: ضریب القاوری و انرژی ذخیره شده ... ۸
۲۵	صفحه ۱۳۰ مسئله — مسئله ۱۵ (۳-۴): ورود و خروج حلقه از میدان ... ۲۰	۱۱	صفحه ۱۲۵ تمرین — تمرین ۵-۴: معادله جریان متناوب ... ۸
۲۶	صفحه ۱۳۰ مسئله — مسئله ۱۶ (۳-۴): حلقه و آهنربای میله ای ... ۲۱	۱۲	صفحه ۱۲۶ فعالیت — فعالیت ۱-۴: دیود و جریان متناوب ... ۹
۲۷	صفحه ۱۳۰ مسئله — مسئله ۱۷ (۴-۴): افزایش انرژی القاگر ... ۲۲	۱۳	صفحه ۱۲۷ تمرین — تمرین ۶-۴: ولتاژ ثانویه مبدل ... ۱۰
۲۸	صفحه ۱۳۰ مسئله — مسئله ۱۸ (۴-۴): ضریب القاوری و جریان ... ۲۲	۱۴	صفحه ۱۲۸ مسئله — مسئله های ۱ و ۲ (۱-۴ و ۲-۴) ... ۱۱
۲۹	صفحه ۱۳۰ مسئله — مسئله های ۱۹ و ۲۰ (۵-۴) ... ۲۳		

وقتی کارت بانکی درون دستگاه کارت خوان «کشیده» می شود، اطلاعات ذخیره شده در نوار مغناطیسی پشت کارت، به مرکز اطلاعات بانک ارسال می شود. چرا به جای ثابت نگه داشتن کارت در شکاف دستگاه کارت خوان، لازم است آن را بکشیم؟ پاسخ در همین فصل.

در سر خواننده کارت خوان یک پیچه قرار دارد. نوار مغناطیسی پشت کارت از ناحیه هایی با جهت های مغناطیسی متفاوت (نمایانگر صفر و یک) تشکیل شده است. با کشیدن کارت، این ناحیه ها یکی یکی از کنار پیچه می گذرند و شار مغناطیسی عبوری از پیچه تغییر می کند؛ طبق قانون فاراده در پیچه نیروی محرکه القایی و جریان اندکی پدید می آید که اطلاعات را در بردارد. اگر کارت ثابت باشد، شار عبوری از پیچه تغییر نمی کند و جریان القایی ایجاد نمی شود؛ پس باید کارت را بکشیم.

دو سر سیمولوله را به گالوانومتر ببندید.

یکی از قطب های آهنربا را وارد سیمولوله کنید (شکل روبه رو). مشاهدات خود را هنگام انجام این کار، یادداشت کنید.

اکنون آهنربا را از سیمولوله خارج کنید. مشاهدات خود را هنگام انجام این کار، دوباره یادداشت کنید. مراحل بالا را برای قطب دیگر آهنربا تکرار کنید. آزمایش را در حالی انجام دهید که آهنربا ثابت باشد و سیمولوله به آن نزدیک یا از آن دور شود. آیا نتیجه آزمایش تغییری می کند؟ توضیح دهید.

- هنگام وارد کردن یک قطب آهنربا به سیمولوله، عقربه گالوانومتر به یک سو منحرف می شود؛ یعنی در مدار جریان القایی برقرار می شود.
- هنگام خارج کردن آهنربا، عقربه به سوی مخالف منحرف می شود (جهت جریان القایی وارونه است).
- با تکرار آزمایش برای قطب دیگر آهنربا، جهت انحراف ها در هر مرحله برعکس می شود.
- تا وقتی آهنربا درون سیمولوله ساکن است، عقربه روی صفر می ماند؛ هرچه آهنربا را تندتر حرکت دهیم انحراف عقربه بیشتر است.

نتیجه: اگر آهنربا ثابت باشد و سیمولوله به آن نزدیک یا از آن دور شود، نتیجه تغییری نمی‌کند و باز هم عقربه گالوانومتر منحرف می‌شود. دلیل آن این است که آنچه مهم است حرکت نسبی آهنربا و سیمولوله است؛ در هر دو حالت شار مغناطیسی عبوری از سیمولوله تغییر می‌کند و جریان القا می‌شود.

تمرین

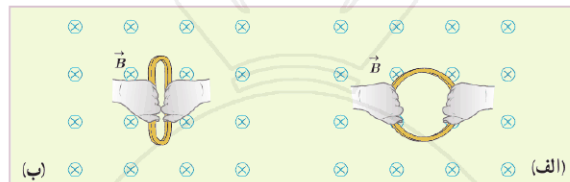
صفحه ۱۱۳

۳

الف) حلقه‌ای به مساحت 25 cm^2 درون میدان مغناطیسی یکنواخت درون سویی به اندازه 0.30 T قرار دارد (شکل الف). شار مغناطیسی عبوری از حلقه را به دست آورید.

ب) اگر مطابق شکل ب و بدون تغییر B ، مساحت سطح حلقه را به 10 cm^2 برسانیم، شار مغناطیسی عبوری از حلقه را در این وضعیت به دست آورید.

پ) اگر این تغییر شار در بازه زمانی $\Delta t = 0.20\text{ s}$ رخ داده باشد، آهنگ تغییر شار $(\Delta\Phi/\Delta t)$ را پیدا کنید.



در شکل الف سطح حلقه بر خطوط میدان عمود است؛ پس نیم خط عمود با میدان زاویه $\theta = 0^\circ$ می‌سازد.

$$A_1 = 25\text{ cm}^2 = 25 \times 10^{-4}\text{ m}^2, B = 0.30\text{ T} \quad \text{الف)}$$

$$\Phi_1 = B A_1 \cos \theta = (0.30\text{ T})(25 \times 10^{-4}\text{ m}^2)(\cos 0^\circ) = 7.5 \times 10^{-5}\text{ Wb}$$

$$\text{ب)} \quad A_2 = 10\text{ cm}^2 = 10 \times 10^{-4}\text{ m}^2 \text{ و میدان تغییر نکرده است:}$$

$$\Phi_2 = B A_2 \cos 0^\circ = (0.30\text{ T})(10 \times 10^{-4}\text{ m}^2) = 3.0 \times 10^{-5}\text{ Wb}$$

پ) تغییر شار و آهنگ تغییر آن:

$$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = 3.0 \times 10^{-5} - 7.5 \times 10^{-5} = -4.5 \times 10^{-5}\text{ Wb}$$

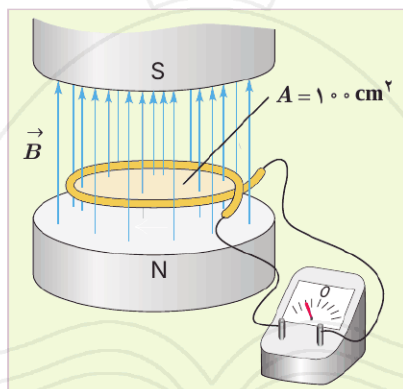
$$\Delta\Phi/\Delta t = (-4.5 \times 10^{-5}\text{ Wb})/(0.20\text{ s}) = -2.25 \times 10^{-4}\text{ Wb/s}$$

علامت منفی نشان می‌دهد شار عبوری از حلقه کاهش یافته است.

کدام یک از یکاهای زیر معادل یکای وبر بر ثانیه (Wb/s) است؟ $V/AV A \Omega$

گزینه ۷ (ولت). طبق قانون فاراده $\epsilon = N \Delta\Phi/\Delta t$ است؛ پس یکای نیروی محرکه القایی همان یکای $\Delta\Phi/\Delta t$ یعنی Wb/s است و یکای ϵ نیز ولت است. بنابراین $Wb/s = V$.

میدان مغناطیسی بین قطب‌های آهنربای شکل روبه‌رو که بر سطح حلقه عمود است با زمان تغییر می‌کند و در مدت ۰/۴۵s از ۰/۲۸T، رو به بالا، به ۰/۱۷T، رو به پایین می‌رسد. در این مدت، الف) نیروی محرکه القایی متوسط در حلقه را به دست آورید. ب) اگر مقاومت حلقه 10Ω باشد، جریان القایی متوسط در حلقه را پیدا کنید.



حلقه یک دور دارد ($N = 1$) و $A = 100 \text{ cm}^2 = 1 \times 10^{-2} \text{ m}^2$ و نیم خط عمود را رو به بالا و هم‌سو با میدان اولیه می‌گیریم ($\theta = 0^\circ$ برای میدان رو به بالا و $\theta = 180^\circ$ برای میدان رو به پایین).

$$\Phi_1 = B_1 A = (+0.28 \text{ T})(1 \times 10^{-2} \text{ m}^2) = 2.8 \times 10^{-3} \text{ Wb}$$

$$\Phi_2 = B_2 A \cos 180^\circ = (-0.17 \text{ T})(1 \times 10^{-2} \text{ m}^2) = -1.7 \times 10^{-3} \text{ Wb}$$

$$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = -4.5 \times 10^{-3} \text{ Wb}$$

الف) طبق رابطه ۲-۴:

$$\epsilon_{av} = -N \Delta\Phi/\Delta t = -(1)(-4.5 \times 10^{-3} \text{ Wb})/(0.45 \text{ s}) = +1.0 \times 10^{-2} \text{ V} = 10 \text{ mV}$$

ب) طبق رابطه ۳-۴:

$$I_{av} = \epsilon_{av}/R = (1.0 \times 10^{-2} \text{ V})/(10 \Omega) = 1.0 \times 10^{-3} \text{ A} = 1 \text{ mA}$$

تندی سنج دوچرخه‌های مسابقه‌ای شامل یک آهنربای کوچک و یک پیچه است. آهنربا به یکی از پره‌های چرخ جلو و پیچه به دو شاخ فرمان متصل است (شکل روبه‌رو). دو سر پیچه با سیم‌های رسانا به نمایشگر تندی سنج (که در واقع نوعی رایانه کوچک است) وصل شده است. به نظر شما تندی سنج دوچرخه چگونه کار می‌کند؟ این موضوع را در گروه خود به گفت‌وگو بگذارید و نتیجه را به کلاس درس ارائه دهید.

با هر دور چرخش چرخ، آهنربایی که روی پره نصب شده یک بار از کنار پیچه ثابت می‌گذرد. نزدیک و دور شدن آهنربا باعث تغییر شار مغناطیسی عبوری از پیچه می‌شود و طبق قانون فاراده در پیچه نیروی محرکه القایی (یک تپ یا پالس جریان) پدید می‌آید. نمایشگر (رایانه کوچک) تعداد پالس‌ها را در مدت معین می‌شمارد؛ این تعداد همان بسامد چرخش چرخ f است.

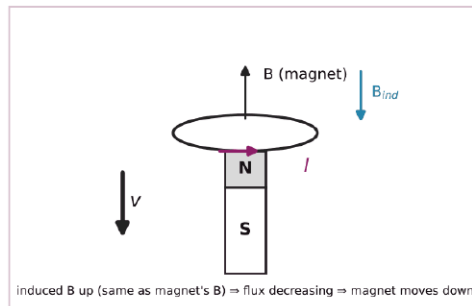
با دانستن شعاع چرخ r ، تندی دوچرخه از رابطه $v = 2\pi r f$ به دست می‌آید و نمایشگر آن را نشان می‌دهد. هرچه چرخ تندتر بچرخد پالس‌ها پشت‌سرهم‌تر می‌شوند و تندی نمایش داده شده بیشتر است.

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

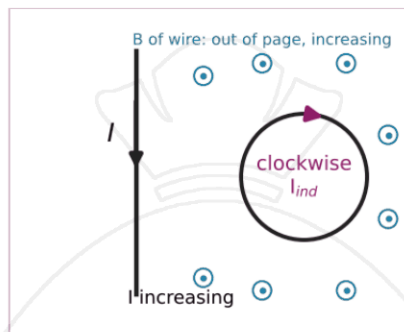
ب) شکل ب سیم بلند و مستقیمی را نشان می‌دهد که جریان عبوری از آن در حال افزایش است. جهت جریان القایی را در حلقهٔ رسانای مجاور سیم تعیین کنید.



الف) از بالا نگاه کنیم، جریان در حلقه پادساعتگرد است (در جلوی حلقه از چپ به راست). با قاعدهٔ دست راست، میدان مغناطیسی القایی درون حلقه رو به بالاست و هم‌جهت با میدان آهنربا (قطب N بالا) است. طبق قانون لنز، جریان القایی با عامل ایجادکننده‌اش مخالفت می‌کند؛ میدان القایی هم‌سو با میدان آهنربا یعنی شار آهنربا در حال کاهش است. پس آهنربا از حلقه دور می‌شود، یعنی رو به پایین حرکت می‌کند.



ب) میدان جریان رو به پایین در سمت راست سیم، برون سو (خارج از صفحه) است و چون جریان افزایش می‌یابد، این شار برون سو در حال افزایش است. طبق قانون لنز، جریان القایی میدانی درون سو ایجاد می‌کند؛ با قاعده دست راست جهت جریان القایی در حلقه ساعتگرد است.



آزمایش

صفحه ۱۱۹

۸

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 می‌کنید؟ دلیل آنچه را مشاهده می‌کنید در گروه خود بگفتگو بگذارید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

با وصل کلید، لامپ نئون روشن نمی‌شود؛ زیرا ولتاژ باتری (۹ ولت) برای روشن کردن آن کافی نیست و جریان از الگوی بدون مقاومت، یعنی سیم پیچ (القاگر)، می‌گذرد.

در لحظه قطع کلید، لامپ نئون برای مدت بسیار کوتاهی روشن می‌شود (جرقه می‌زند). دلیل: با قطع کلید، جریان القاگر به سرعت کاهش می‌یابد، شار مغناطیسی عبوری از القاگر تغییر می‌کند و به دلیل پدیده خودالقایی، نیروی محرکه القایی بزرگی (چند ده تا چند صد ولت) در القاگر ایجاد می‌شود. این نیروی محرکه طبق قانون لنز، با کاهش جریان مخالفت می‌کند و جریان را برای لحظه‌ای از طریق لامپ برقرار نگه می‌دارد؛ ولتاژ بالای آن لامپ نئون را روشن می‌کند.

۱- تعداد حلقه‌های سیمولوله‌ای بدون هسته، به طول 28 cm و سطح 10 cm^2 چه تعداد باشد تا ضریب القاوری آن $1/0\text{ H}$ شود؟

۲- دو سیمولوله بدون هسته با سطح مقطع و تعداد دور یکسان را در نظر بگیرید. اگر طول یکی از سیمولوله‌ها دو برابر دیگری باشد، ضریب القاوری‌اش چند برابر دیگری است؟

(۱) از رابطه $L = \mu_0 A N^2 / \ell$ ، داریم $N^2 = L \ell / (\mu_0 A)$ ،

$$N^2 = (1/0\text{ H})(0/28\text{ m}) / [(4\pi \times 10^{-7}\text{ T}\cdot\text{m/A})(10 \times 10^{-4}\text{ m}^2)] \approx 2/23 \times 10^8$$

$$N \approx 1/5 \times 10^4 \approx 15000 \text{ حلقه}$$

(۲) چون μ_0 ، A و N یکسان‌اند، L با ℓ نسبت وارونه دارد ($L \propto 1/\ell$). سیمولوله‌ای که طولش دو برابر است:

$$L_2/L_1 = \ell_1/\ell_2 = 1/2$$

یعنی ضریب القاوری سیمولوله بلندتر نصف ضریب القاوری سیمولوله دیگر است.

سیمولوله آرمانی بدون هسته‌ای به طول 22 cm و با حلقه‌هایی به مساحت $0/44\text{ cm}^2$ ، شامل $N=2000$ حلقه نزدیک به هم است و جریان $1/78\text{ A}$ از آن می‌گذرد. ضریب القاوری و انرژی ذخیره شده در سیمولوله را حساب کنید.

$$L = \mu_0 A N^2 / \ell = (4\pi \times 10^{-7}\text{ T}\cdot\text{m/A})(0/44 \times 10^{-4}\text{ m}^2)(2000)^2 / (0/22\text{ m}) \approx 1/0 \times 10^{-3}\text{ H} = 1/0\text{ mH}$$

$$U = \frac{1}{2} L I^2 = \frac{1}{2} (1/0 \times 10^{-3}\text{ H})(1/78\text{ A})^2 \approx 1/6 \times 10^{-3}\text{ J} = 1/6\text{ mJ}$$

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 $t_1 = 2/0\text{ ms}$ و $t_2 = 8/0\text{ ms}$ چقدر است؟ ب) دوره تناوب جریان را به دست آورید و نمودار جریان - زمان را در یک دوره کامل رسم کنید.

$$\text{الف) } t_1 = 2/0\text{ ms} = 2/0 \times 10^{-3}\text{ s}$$

$$i_1 = (4/0 \times 10^{-3}\text{ A}) \sin(250\pi \times 2/0 \times 10^{-3}) = (4/0 \times 10^{-3}) \sin(\pi/2) = 4/0 \times 10^{-3}\text{ A} = 4/0\text{ mA}$$

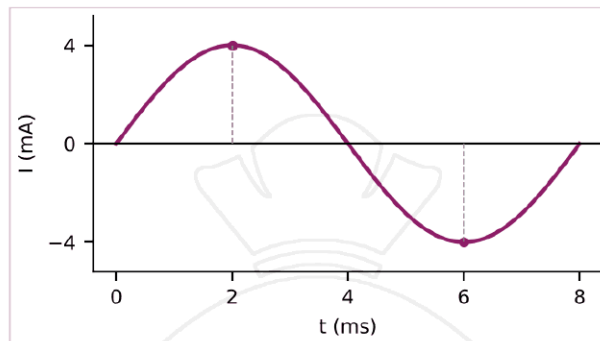
$$t_2 = 8 \text{ ms} = 8 \times 10^{-3} \text{ s}$$

$$I_2 = (4 \times 10^{-3} \text{ A}) \sin(250\pi \times 8 \times 10^{-3}) = (4 \times 10^{-3}) \sin(2\pi) = 0$$

ب) با مقایسه $I = I_m \sin(2\pi t/T)$ با معادله داده شده: $2\pi/T = 250\pi$

$$T = 2/250 = 8 \times 10^{-3} \text{ s} = 8 \text{ ms}$$

بیشینه جریان ۴/۰ mA است. جریان در $t = 0$ صفر، در $t = 2 \text{ ms}$ بیشینه مثبت، در $t = 4 \text{ ms}$ صفر، در $t = 6 \text{ ms}$ بیشینه منفی و در $t = 8 \text{ ms}$ دوباره صفر است:

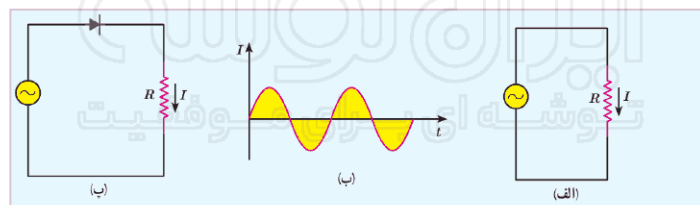


فعالیت

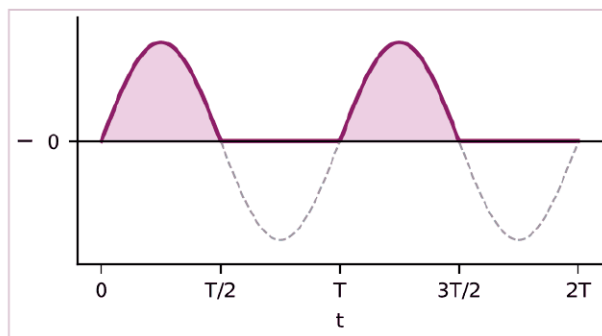
صفحه ۱۲۶

۱۲

در فصل ۲ دیدیم که دیود جریان را در یک جهت از خود عبور می‌دهد و در جهت دیگر عبور جریان می‌شود. به همین دلیل آن را یکسوکننده جریان می‌نامند. نمودار شکل ب، تغییرات جریان برحسب زمان را برای مدار شکل الف نشان می‌دهد. پس از گفتگو در گروه خود، نمودار تغییرات جریان برحسب زمان را برای مدار شکل پ رسم کنید.



دیود تنها در یک جهت جریان را عبور می‌دهد؛ در نیم‌دوره مثبت جریان از مدار می‌گذرد و در نیم‌دوره منفی جریان صفر است. بنابراین نمودار جریان فقط نیم‌موج‌های مثبت سینوسی را دارد و در نیم‌دوره‌های دیگر روی محور زمان است (یکسوسازی نیم‌موج؛ نمودار خط چین نیم‌موج حذف شده را نشان می‌دهد).

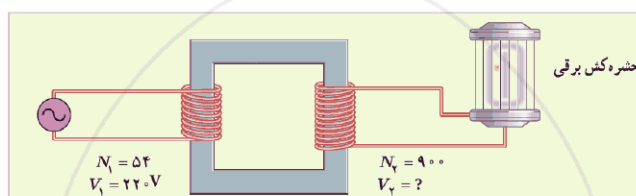


تمرین

صفحه ۱۲۷

۱۳

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، مبدل چه ولتاژی را برای کار کردن دستگاه حشره‌کش تأمین می‌کند؟



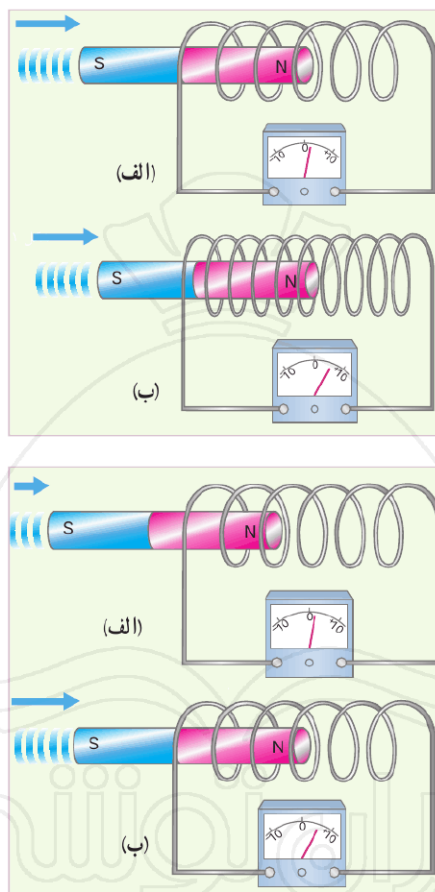
با فرض آرمانی بودن مبدل و $V_1 = 220 \text{ V}$ طبق رابطه ۸-۴:

$$V_2/V_1 = N_2/N_1 \Rightarrow V_2 = (220 \text{ V})(900/54) \approx 3.7 \times 10^3 \text{ V}$$

یعنی مبدل حدود ۳۶۷۰ ولت برای حشره‌کش تأمین می‌کند.

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

- مسئله ۱- دو سیمولوله با حلقه‌هایی 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 سیمولوله‌ها حرکت می‌کنند.)
- مسئله ۲- دو سیمولوله 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 سیمولوله حرکت می‌کنند.)



پاسخ مسئله ۱

آهنرباها یکسان‌اند و با تندی یکسان حرکت می‌کنند؛ پس آهنگ تغییر شار عبوری از هر حلقه $(\Delta\Phi/\Delta t)$ در دو سیمولوله یکی است. طبق قانون فاراده $\mathcal{E} = -N \Delta\Phi/\Delta t$ ، نیروی محرکه القایی با تعداد دور N متناسب است. در شکل ب تعداد دور بیشتر است؛ بنابراین نیروی محرکه القایی بزرگ‌تر و انحراف عقربه ولت‌سنج بیشتر است (در شکل الف انحراف کمتر است). دریافت: هرچه تعداد دور سیمولوله بیشتر باشد، نیروی محرکه القایی بیشتری ایجاد می‌شود.

پاسخ مسئله ۲

سیمولوله‌ها و آهنرباها مشابه‌اند، پس $\Delta\Phi$ در هر دو حالت یکسان است ولی در شکل ب آهنربا تندتر حرکت می‌کند و بازه زمانی Δt کوتاه‌تر است. در نتیجه آهنگ تغییر شار $\Delta\Phi/\Delta t$ و به دنبال آن نیروی محرکه القایی $\mathcal{E} = -N \Delta\Phi/\Delta t$ در شکل ب بزرگ‌تر است و عقربه انحراف بیشتری دارد. دریافت: هرچه آهنربا تندتر به سیمولوله نزدیک شود (شار سریع‌تر تغییر کند)، نیروی محرکه القایی و جریان القایی بیشتر است.

این فایل توسط سایت ایران توشه تهیه شده است.

irantooshe.ir

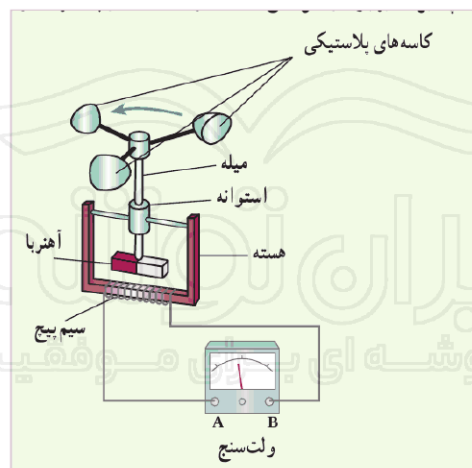


مسئله

صفحه ۱۲۸

۱۵

شکل داده شده ساختمان یک بادسنج را نشان می‌دهد. اگر این بادسنج را روی بام خانه نصب کنیم، به هنگام وزیدن باد میله آن می‌چرخد و ولت‌سنج عددی را نشان می‌دهد. الف) چرا چرخش میله سبب انحراف عقربه ولت‌سنج می‌شود؟ ب) آیا با افزایش تندی باد، عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد تغییر می‌کند؟ چرا؟ پ) برای بهبود و افزایش دقت کار دستگاه دو پیشنهاد ارائه دهید.



الف) با چرخش میله، آهنربای متصل به آن نیز می‌چرخد و هنگام عبور از کنار پیچه ثابت، شار مغناطیسی عبوری از پیچه به‌طور متناوب تغییر می‌کند. طبق قانون فاراده در پیچه نیروی محرکه القایی پدید می‌آید و عقربه ولت‌سنج منحرف می‌شود.

ب) بله. با افزایش تندی باد، میله و آهنربا تندتر می‌چرخند؛ شار مغناطیسی سریع‌تر تغییر می‌کند ($\Delta\Phi/\Delta t$ بزرگ‌تر) و نیروی محرکه القایی بیشتر می‌شود؛ بنابراین عدد ولت‌سنج بزرگ‌تر می‌شود (و می‌توان آن را برحسب تندی باد مدرج کرد).

(پ) ۱) افزایش تعداد دور پیچه (چون $N \propto \varepsilon$)؛ ۲) استفاده از آهنربای قوی‌تر یا چند آهنربا و نزدیک‌تر کردن آن به پیچه (یا قرار دادن هسته آهنی نرم درون پیچه) تا تغییر شار بیشتر شود؛ ۳) کاهش اصطکاک محور برای چرخش آزادانه‌تر؛ ۴) مدرج کردن ولت‌سنج با یک وسیله استاندارد. (دو مورد از اینها کافی است.)

مسئله

صفحه ۱۲۸

۱۶

مسئله ۴- سطح حلقه‌های پیچه‌ای که دارای ۱۰۰۰ حلقه است، عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی که اندازه آن 0.040 T و جهت آن از راست به چپ است، قرار دارد. میدان مغناطیسی در مدت 0.10 s تغییر می‌کند و به 0.040 T در خلاف جهت اولیه می‌رسد. اگر سطح هر حلقه پیچه 50 cm^2 باشد، اندازه نیروی محرکه القایی متوسط در پیچه را حساب کنید.

مسئله ۵- مساحت هر حلقه پیچه‌ای 30 cm^2 و پیچه متشکل از ۱۰۰۰ حلقه است. در ابتدا سطح پیچه‌ها بر میدان مغناطیسی زمین عمود است. اگر در مدت 0.020 s پیچه بچرخد و سطح حلقه‌ها موازی میدان مغناطیسی زمین شود، نیروی محرکه متوسط القایی در آن چقدر است؟ اندازه میدان زمین را 50 G در نظر بگیرید.

پاسخ مسئله ۴

$$N = 1000, A = 50\text{ cm}^2 = 5.0 \times 10^{-3}\text{ m}^2, \theta = 0^\circ.$$

$$\Phi_1 = B_1 A = (0.040\text{ T})(5.0 \times 10^{-3}\text{ m}^2) = 2.0 \times 10^{-4}\text{ Wb}, \Phi_2 = -2.0 \times 10^{-4}\text{ Wb}$$

$$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = -4.0 \times 10^{-4}\text{ Wb}$$

$$\varepsilon_{\text{av}} = -N \Delta\Phi / \Delta t = -(1000)(-4.0 \times 10^{-4}\text{ Wb}) / (0.10\text{ s}) = 40\text{ V}$$

اندازه نیروی محرکه القایی متوسط ۴۰ ولت است.

پاسخ مسئله ۵

$$B = 50\text{ G} = 5.0 \times 10^{-4}\text{ T} = 5.0 \times 10^{-5}\text{ T}, A = 30\text{ cm}^2 = 3.0 \times 10^{-3}\text{ m}^2, N = 1000$$

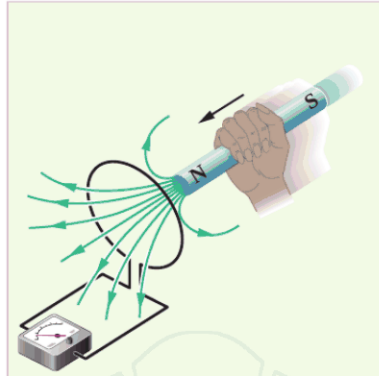
در ابتدا سطح پیچه بر میدان عمود است ($\theta = 0^\circ$) و در پایان موازی میدان است ($\theta = 90^\circ$):

$$\Phi_1 = BA \cos 0^\circ = (5.0 \times 10^{-5})(3.0 \times 10^{-3}) = 1.5 \times 10^{-7}\text{ Wb}, \Phi_2 = BA \cos 90^\circ = 0$$

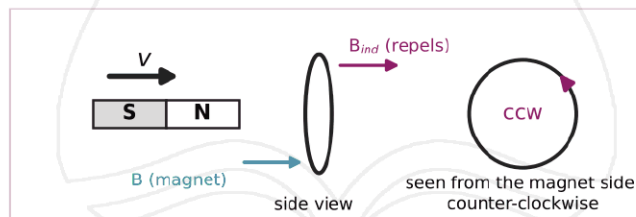
$$\Delta\Phi = -1.5 \times 10^{-7}\text{ Wb}$$

$$\varepsilon_{\text{av}} = -N \Delta\Phi / \Delta t = -(1000)(-1.5 \times 10^{-7}\text{ Wb}) / (0.020\text{ s}) = 7.5 \times 10^{-3}\text{ V} = 7.5\text{ mV}$$

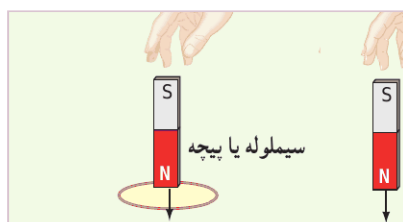
قطب N یک آهنربا را مطابق شکل روبه‌رو به یک حلقهٔ رسانا نزدیک می‌کنیم. جهت جریان القایی را در حلقه مشخص کنید.



با نزدیک شدن قطب N، شار مغناطیسی عبوری از حلقه (در جهت میدان آهنربا، یعنی از آهنربا به سمت حلقه) افزایش می‌یابد. طبق قانون لنز، میدان القایی باید با این افزایش مخالفت کند، یعنی در خلاف جهت میدان آهنربا باشد؛ پس وجهی از حلقه که رو به آهنرباست مانند قطب N عمل می‌کند. با قاعدهٔ دست راست، جریان القایی از دید ناظری که از سمت آهنربا به حلقه نگاه می‌کند، پادساعتگرد است.



دو آهنربای میله‌ای مشابه را مطابق شکل، به‌طور قائم از ارتفاع معینی نزدیک سطح زمین رها می‌کنیم به‌طوری‌که یکی از آنها از حلقهٔ رسانایی عبور می‌کند. اگر سطح 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.)



آهنربایی که از حلقه می‌گذرد، شار عبوری از حلقه را تغییر می‌دهد و در حلقه جریان القایی پدید می‌آید. طبق قانون لنز، این جریان با حرکت آهنربا (که عامل تغییر شار است) مخالفت می‌کند، یعنی به آهنربا نیرویی رو به بالا وارد می‌کند. بخشی از انرژی جنبشی آهنربا به انرژی الکتریکی و سپس گرما در حلقه تبدیل می‌شود؛ پس این آهنربا با تندی کمتری به زمین می‌رسد.

آهنربای دیگر سقوط آزاد دارد و با تندی بیشتر به زمین می‌رسد. در نتیجه فرورفتگی آهنربایی که از حلقه عبور نکرده، در زمین بیشتر از فرورفتگی آهنربای عبورکننده از حلقه است.

مسئله

صفحه ۱۲۹

۱۹

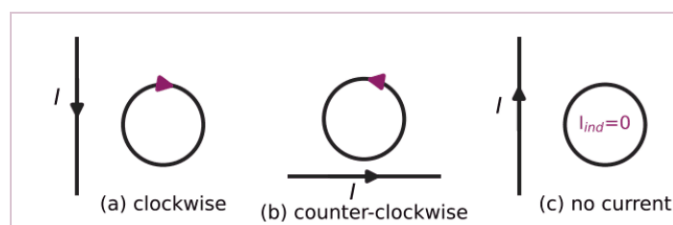
جهت جریان القایی را در هریک از حلقه‌های رسانای نشان داده شده در شکل‌های زیر تعیین کنید.



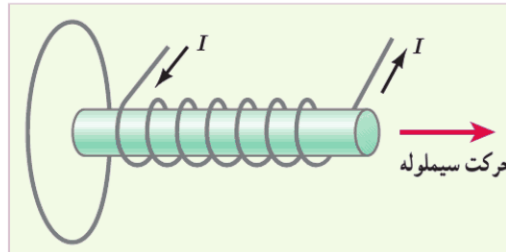
الف) جریان سیم رو به پایین است؛ میدان آن در سمت راست سیم برون‌سو است و چون جریان افزایش می‌یابد، این شار برون‌سو زیاد می‌شود. جریان القایی میدان درون‌سو می‌سازد، پس جریان در حلقه ساعتگرد است.

ب) جریان سیم به راست است؛ میدان آن در بالای سیم (محل حلقه) برون‌سو است و چون جریان کاهش می‌یابد، شار برون‌سو کم می‌شود. جریان القایی میدان برون‌سو می‌سازد، پس جریان در حلقه پادساعتگرد است.

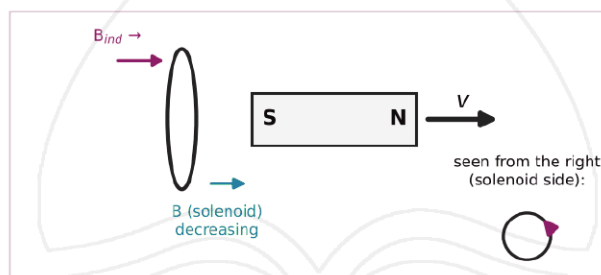
پ) جریان سیم ثابت است؛ شار عبوری از حلقه تغییر نمی‌کند و جریان القایی در حلقه صفر است.



شکل زیر سیمولوله 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.

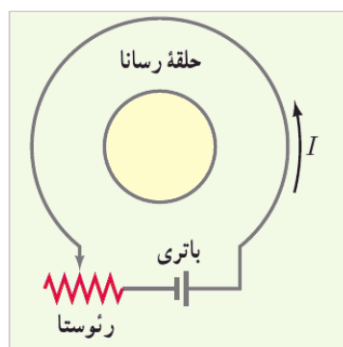


با توجه به جهت پیچش و جریان سیمولوله (قاعدهٔ دست راست)، انتهای سمت راست سیمولوله قطب N و انتهای سمت چپ (نزدیک حلقه) قطب S است؛ پس میدان سیمولوله در محل حلقه به سمت راست (به سوی سیمولوله) است. با دور شدن سیمولوله، شار رو به راست عبوری از حلقه کاهش می‌یابد. طبق قانون لنز، جریان القایی میدانی هم‌جهت با آن (رو به راست) می‌سازد تا با کاهش شار مخالفت کند. بنابراین جریان القایی از دید ناظری که از سمت سیمولوله (از راست) به حلقه نگاه می‌کند، پادساعتگرد است.

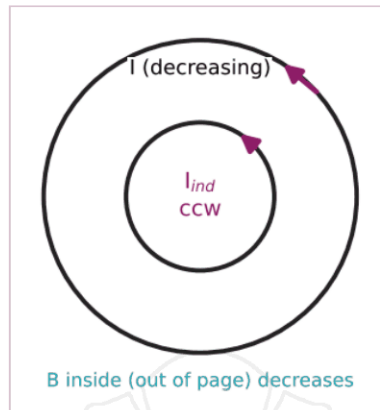


این جواب ممکن است دقیق نباشد.

اگر در مدار شکل زیر مقاومت رنوستا افزایش یابد، جریان القایی در حلقهٔ رسانای داخلی در چه جهتی ایجاد می‌شود؟



جریان مدار بزرگ پادساعتگرد است؛ پس میدان آن درون حلقه برون سو است. با افزایش مقاومت رُوستا، جریان مدار و در نتیجه شار برون سو کاهش می‌یابد. طبق قانون لنز، جریان القایی میدان برون سو (هم‌جهت با میدان اولیه) می‌سازد تا با کاهش شار مخالفت کند؛ پس جریان القایی در حلقه داخلی پادساعتگرد است.



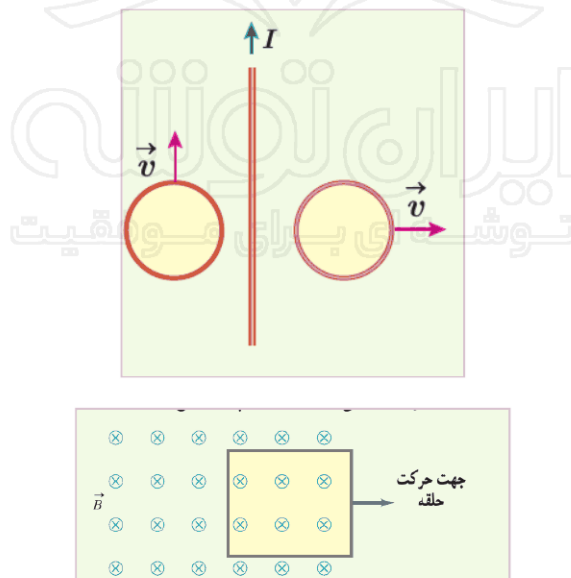
مسئله

صفحه ۱۲۹

۲۲

مسئله ۱۱- دو حلقهٔ رسانا در نزدیکی یک سیم دراز حامل جریان ثابت I قرار دارند؛ این دو حلقه با تندی یکسان، ولی در جهت‌های متفاوت مطابق شکل زیر حرکت می‌کنند. جهت جریان القایی را در هر حلقه با ذکر دلیل تعیین کنید.

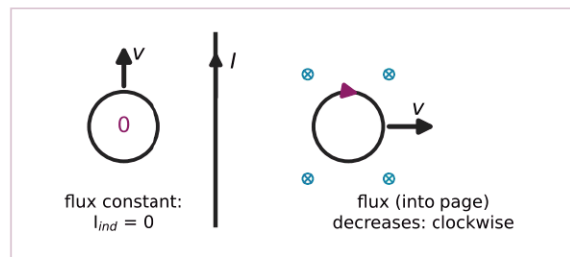
مسئله ۱۲- حلقهٔ رسانای مستطیل شکلی را مطابق شکل زیر به طرف راست می‌کشیم و از میدان مغناطیسی درون سویی خارج می‌کنیم. جهت جریان القایی در حلقه در چه جهتی است؟



پاسخ مسئله ۱۱

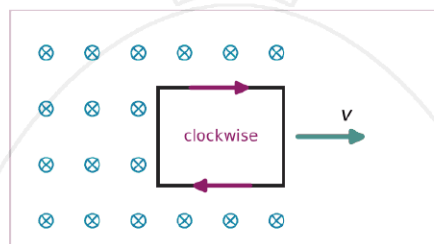
حلقه سمت چپ: حلقه موازی سیم (در راستای میدان‌های هم‌اندازه) حرکت می‌کند و فاصله‌اش از سیم ثابت می‌ماند؛ پس میدان و شار عبوری از آن تغییر نمی‌کند و جریان القایی صفر است.

حلقه سمت راست: میدان جریان رو به بالا در سمت راست سیم درون سو است. حلقه از سیم دور می شود، میدان ضعیف تر می شود و شار درون سو کاهش می یابد. طبق قانون لنز، جریان القایی میدان درون سو می سازد؛ پس جریان در این حلقه ساعتگرد است.



پاسخ مسئله ۱۲

هنگام خروج حلقه از میدان، شار درون سوی عبوری از آن کاهش می یابد. طبق قانون لنز جریان القایی میدانی درون سو (هم جهت با میدان اولیه) ایجاد می کند تا با کاهش شار مخالفت کند؛ بنابراین جهت جریان القایی در حلقه ساعتگرد است.

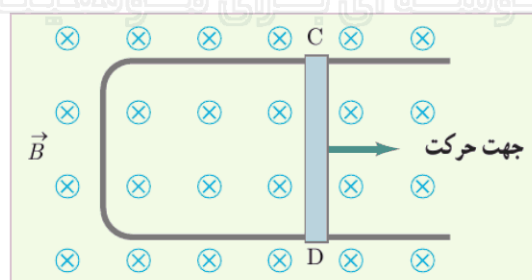


مسئله

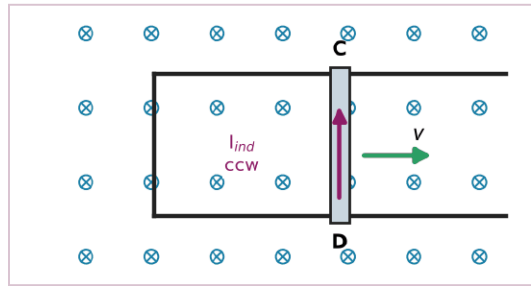
صفحه ۱۲۹

۲۳

شکل زیر رسانای U شکلی را درون میدان مغناطیسی یکنواخت B که عمود بر صفحه شکل و رو به داخل صفحه است نشان می دهد. وقتی میله فلزی CD به طرف راست حرکت کند، جهت جریان القایی در مدار در چه جهتی است؟



با حرکت میله به راست، مساحت مدار و در نتیجه شار درون سوی عبوری از آن افزایش می یابد. طبق قانون لنز، جریان القایی میدانی برون سو درون مدار ایجاد می کند تا با افزایش شار مخالفت کند؛ پس جریان در مدار پادساعتگرد است و در میله CD از D به سمت C برقرار می شود (با نیروی $v \times B$ روی بارهای مثبت میله نیز سازگار است).

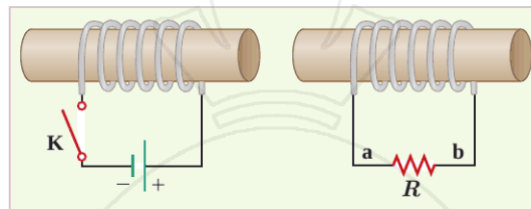


مسئله

صفحه ۱۲۹

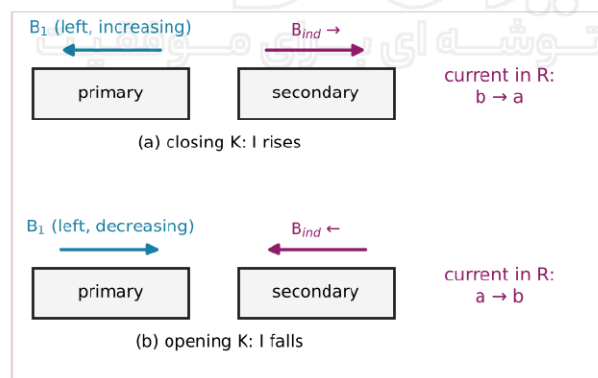
۲۴

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 .



با توجه به قطب‌های باتری و جهت پیچش، جریان سیمولوله سمت چپ (اولیه) در جلوی پیچه رو به بالاست و میدان آن در هسته به سمت چپ است. (پیچه‌ها هم جهت پیچیده شده‌اند). الف) در لحظه بستن کلید جریان از صفر زیاد می‌شود؛ میدان رو به چپ در هسته و شار عبوری از سیمولوله دوم افزایش می‌یابد. طبق قانون لنز در سیمولوله دوم میدان القایی رو به راست پدید می‌آید و جریان القایی در مقاومت R از b به a است.

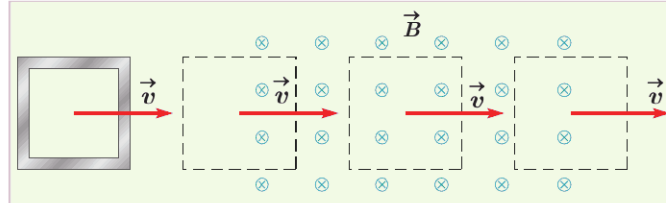
ب) در لحظه باز کردن کلید جریان به صفر می‌رسد؛ شار رو به چپ کم می‌شود و جریان القایی میدانی رو به چپ (هم‌سو با میدان قبلی) می‌سازد؛ پس جهت جریان در R وارونه، یعنی از a به b است.



این جواب ممکن است دقیق نباشد.

حلقهٔ رسانای مربعی شکل، به طول ضلع ۱۰cm وارد میدان مغناطیسی درون‌سویی به اندازهٔ ۲۰mT 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.



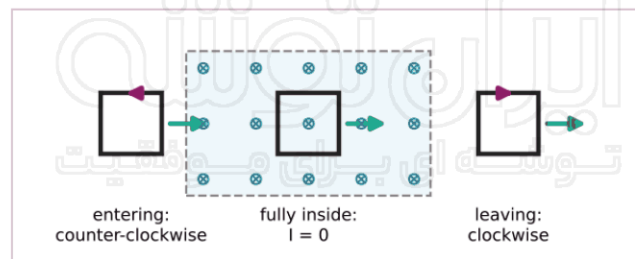
الف) شار وقتی بیشینه است که حلقه کاملاً درون میدان باشد ($\theta = 0^\circ$):

$$A = (0.10\text{ m})^2 = 1.0 \times 10^{-2}\text{ m}^2, \quad B = 20\text{ mT} = 2.0 \times 10^{-3}\text{ T}$$

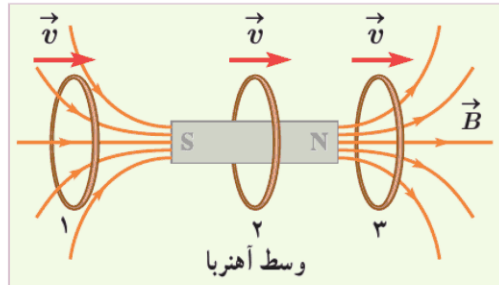
$$\Phi_{\text{max}} = BA = (2.0 \times 10^{-3}\text{ T})(1.0 \times 10^{-2}\text{ m}^2) = 2.0 \times 10^{-4}\text{ Wb}$$

ب) شار فقط هنگام ورود حلقه به میدان (افزایش) و هنگام خروج از آن (کاهش) تغییر می‌کند؛ وقتی حلقه کاملاً داخل میدان (یا بیرون از آن) است، شار ثابت و جریان القایی صفر است.

- هنگام ورود: شار درون سو افزایش می‌یابد؛ جریان القایی میدان برون‌سو می‌سازد، پس پادساعتگرد است.
- هنگام خروج: شار درون سو کاهش می‌یابد؛ جریان القایی میدان درون‌سو می‌سازد، پس ساعتگرد است.

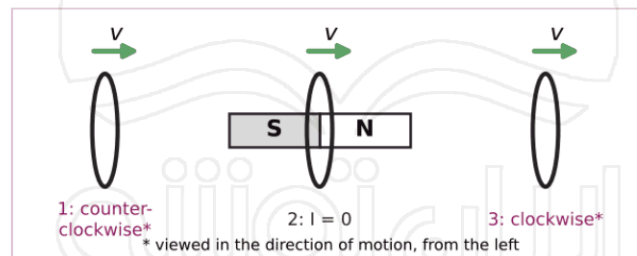


حلقهٔ رسانایی به طرف یک آهنربای میله‌ای حرکت می‌کند. شکل زیر، حلقه را در سه وضعیت نسبت به آهنربا نشان می‌دهد. جهت جریان القایی را در حلقه برای هر وضعیت به طور جداگانه تعیین کنید.



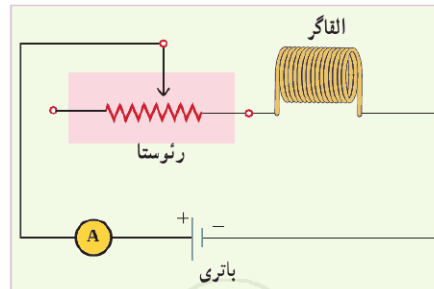
میدان آهنربا در راستای محور (در بیرون آهنربا و درون آن) به سمت راست، از S به N، است.

- وضعیت ۱: حلقه به آهنربا نزدیک می‌شود و شار رو به راست افزایش می‌یابد؛ جریان القایی میدانی رو به چپ می‌سازد. از دید ناظری که در جهت حرکت (از چپ) نگاه می‌کند، جریان پادساعتگرد است.
- وضعیت ۲: حلقه در وسط آهنربا است و شار عبوری از آن در این وضعیت بیشینه است؛ آهنگ تغییر شار در این لحظه صفر است، پس جریان القایی صفر است.
- وضعیت ۳: حلقه از آهنربا دور می‌شود و شار رو به راست کاهش می‌یابد؛ جریان القایی میدانی رو به راست می‌سازد، پس از دید همان ناظر ساعتگرد است.



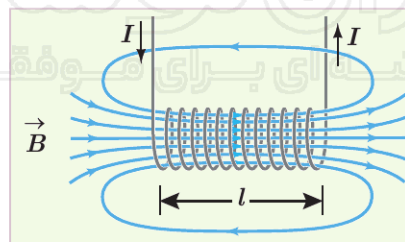
توشه ای برای موفقیت

شکل زیر مداری را نشان می‌دهد؛ شامل یک القاگر (سیمولوله)، باتری، رئوستا و آمپرسنج که به‌طور متوالی به یکدیگر بسته شده‌اند. اگر بخواهیم بدون تغییر ولتاژ باتری، انرژی ذخیره شده در القاگر را زیاد کنیم چه راهی پیشنهاد می‌کنید؟



انرژی ذخیره شده $U = \frac{1}{2} L I^2$ است. بدون تغییر ولتاژ باتری می‌توان جریان را افزایش داد؛ با حرکت دادن لغزنده رئوستا مقاومت آن را کم می‌کنیم؛ جریان $I = V/(R+r)$ زیاد می‌شود و انرژی ذخیره شده با مجذور جریان افزایش می‌یابد. راه دیگر افزایش ضریب القاوری L است ($L = \mu_0 A N^2 / \ell$)، مثلاً با افزایش تعداد دور سیمولوله، کم کردن طول آن یا قرار دادن هسته آهنی (فرومغناطیسی) درون سیمولوله.

مساحت هر حلقه و طول سیمولوله شکل زیر به ترتیب 20 cm^2 و 80 cm است. اگر این سیمولوله از ۱۰۰۰ حلقه نزدیک به هم تشکیل شده باشد،
الف) ضریب القاوری آن را پیدا کنید.
ب) چه جریانی از سیمولوله بگذرد تا در میدان مغناطیسی آن 0.40 mJ انرژی ذخیره شود؟



الف) $A = 20 \text{ cm}^2 = 2.0 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ ، $\ell = 80 \text{ cm} = 0.80 \text{ m}$ ، $N = 1000$

$$L = \mu_0 A N^2 / \ell = (4\pi \times 10^{-7}) (2.0 \times 10^{-3}) (1000)^2 / 0.80 \approx 3.1 \times 10^{-3} \text{ H} = 3.1 \text{ mH}$$

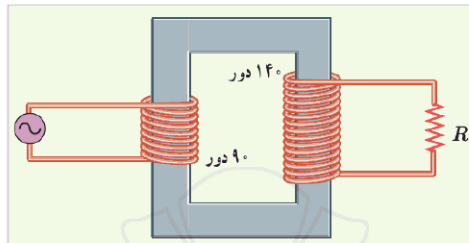
ب) $U = 0.40 \text{ mJ} = 4.0 \times 10^{-4} \text{ J}$

$$U = \frac{1}{2} L I^2 \Rightarrow I = \sqrt{(2U/L)} = \sqrt{(2 \times 4.0 \times 10^{-4} / 3.1 \times 10^{-3})} \approx 0.50 \text{ A}$$

مسئله ۱۹- جریان متناوبی که بیشینه آن $2/0\text{ A}$ و دوره آن $0/020\text{ s}$ است، از یک رسانای $5/0\ \Omega$ می‌گذرد. الف) اولین لحظه‌ای که در آن جریان بیشینه است چه لحظه‌ای است؟ در این لحظه نیروی محرکه القایی چقدر است؟

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

مسئله ۲۰- در مبدل آرمانی شکل زیر، اگر ولتاژ دوسر مقاومت R برابر $7/0\text{ V}$ باشد، ولتاژ مولد چقدر است؟



پاسخ مسئله ۱۹

الف) جریان متناوب سینوسی $i = I_m \sin(2\pi t/T)$ از صفر شروع می‌شود و برای اولین بار در ربع دوره بیشینه می‌شود:

$$t = T/4 = 0/020 / 4 = 5/0 \times 10^{-3}\text{ s} = 5/0\text{ ms}$$

در این لحظه $\mathcal{E} = IR$

$$\mathcal{E} = (2/0\text{ A})(5/0\ \Omega) = 1/0\text{ V} \quad (\mathcal{E}_m = I_m R = 1/0\text{ V} \text{ بیشینه نیروی محرکه})$$

$$\text{ب) } t = 1/400\text{ s} = 2/5 \times 10^{-3}\text{ s}$$

$$i = I_m \sin(2\pi t/T) = (2/0\text{ A}) \sin(2\pi \times 2/5 \times 10^{-3} / 0/020) = (2/0\text{ A}) \sin(\pi/4) \approx 1/4\text{ A}$$

پاسخ مسئله ۲۰

اولیه (متصل به مولد) $N_1 = 90$ دور و ثانویه (متصل به R) $N_2 = 140$ دور و $V_2 = 7/0\text{ V}$ است. طبق رابطه ۸-۴:

$$V_2/V_1 = N_2/N_1 \Rightarrow V_1 = V_2 N_1/N_2 = (7/0\text{ V})(90/140) = 4/5\text{ V}$$

ولتاژ مولد $4/5$ ولت است.

این فایل توسط سایت ایران توشه تهیه شده است.

irantooshe.ir

