خرید آنلاین در gajmarket.com

درس‌نامه

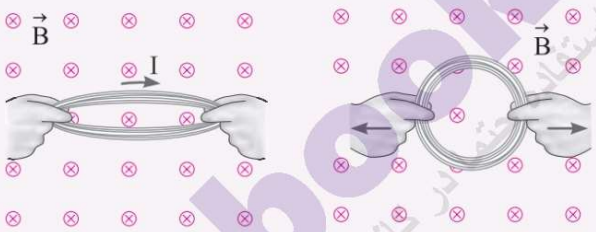
۱. القای نیروی محرکهٔ الکتریکی در یک مدار بسته را پدیدهٔ القای الکترومغناطیسی می‌نامند.

۲. در یک مدار شامل یک پیچه و گالوانومتر، هنگام دور و نزدیک کردن آهنربا به پیچه، عقربهٔ گالوانومتر منحرف می‌شود و عبور جریانی را از مدار نشان می‌دهد؛ درست مانند وقتی که در مدار، باتری وجود دارد. این پدیده را القای الکترومغناطیسی و جریان تولیدشده را جریان الکتریکی القایی می‌نامند.

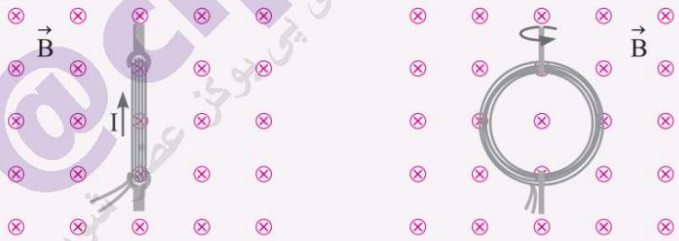
۳. به سه روش می‌توان در مدار بسته (مانند پیچه یا سیملوله) جریان القایی ایجاد کرد:

۱- تغییر اندازهٔ میدان در محل پیچه: با دور و نزدیک کردن آهنربا به پیچه، اندازهٔ میدان مغناطیسی در محل پیچه کم و زیاد می‌شود و جریان در پیچه ایجاد می‌شود.

۲- تغییر مساحت پیچه: با تغییر مساحت پیچه، جریان الکتریکی در پیچه القا می‌شود.



۳- تغییر زاویهٔ بین پیچه و راستای میدان: اگر پیچه را درون میدان مغناطیسی بچرخانیم، در پیچه جریان الکتریکی القا می‌شود.

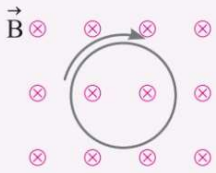


۴. نکات مهم در تولید جریان القایی:

۱- در هر سه روش، تغییرات کمیت مهم است نه مقدار کمیت.

۲- در دینام و ژنراتورها از روش سوم (تغییر زاویه) برای تولید برق استفاده می‌شود.

۳- هر نوع چرخشی باعث تولید جریان نمی‌شود. بلکه حتماً باید زاویهٔ بین خطوط میدان و پیچه تغییر کند. مثلاً چرخش مقابل باعث ایجاد جریان القایی نمی‌شود:



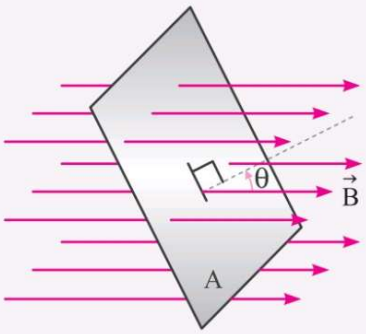
۴- هر چه تعداد دور سیملوله یا پیچه بیشتر باشد، جریان القایی بزرگ‌تر خواهد بود.

۵- هر چه میزان تغییر اندازهٔ میدان مغناطیسی بیشتر باشد (سرعت حرکت آهنربا نسبت به مدار بسته بیشتر باشد)، اندازهٔ جریان القایی نیز بیشتر می‌شود.

@cipbooks

خرید آنلاین در gajmarket.com

۵. عامل اساسی ایجاد جریان القایی، تغییر شار مغناطیسی عبوری از پیچه است. شار مغناطیسی، کمیتی نرده‌ای است و برای میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ که از پیچه‌ای با مساحت معیّن A می‌گذرد به این صورت تعریف می‌شود:



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

در این رابطه θ زاویهٔ بین بردار میدان مغناطیسی و نیم‌خط عمود بر سطح حلقه است (این نیم‌خط را به طور خط‌چین روی شکل نشان داده‌ایم).

یکای SI شار مغناطیسی، وِبر (Wb) است که داریم:

$$1Wb = 1T \times 1m^2 = 10^4 G \times 1m^2$$

۶. دقت کنید که همواره دو جهت برای رسم نیم‌خط عمود بر یک سطح معیّن وجود دارد. علامت شار مغناطیسی عبوری از این سطح نیز به انتخاب این جهت بستگی دارد. در حل یک مسئله، همواره باید یکی از این دو جهت را انتخاب کنیم و تا پایان آن را تغییر ندهیم.

۷. بنابر قانون فاراده، 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؛ یعنی هر چه آهنگ تغییر شار مغناطیسی بیشتر باشد، نیروی محرکهٔ القایی و در نتیجه جریان القایی تولیدشده در مدار بیشتر خواهد بود.

۸. قانون فاراده برای پیچه یا سیملوله‌ای که از N دور مشابه تشکیل شده باشد با رابطهٔ زیر بیان می‌شود:

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

در این رابطه $\bar{\varepsilon}$ نیروی محرکهٔ القایی متوسط برحسب ولت و $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ آهنگ تغییر شار مغناطیسی برحسب وبر بر ثانیه $(\frac{Wb}{s})$ است.

۹. اگر مقاومت پیچه یا سیملوله برابر R باشد، جریان القایی متوسط در آن از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

$$\bar{I} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R}$$

همان‌طور که دیده می‌شود، هر چه مقاومت پیچه یا مداری که در آن شار مغناطیسی تغییر می‌کند، بیشتر باشد، جریان کوچک‌تری در آن القا می‌شود.

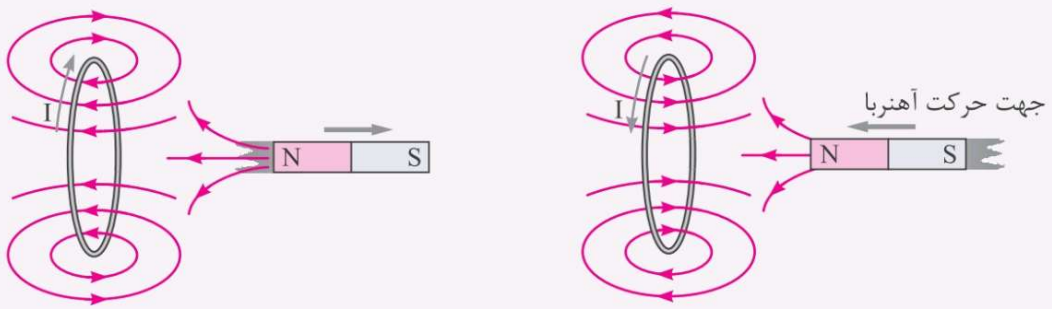
۱۰. قانون لنز بیان می‌دارد که جریان حاصل از نیروی محرکهٔ القایی در یک مدار یا پیچه در جهتی است که آثار مغناطیسی ناشی از آن، با عامل به وجودآورندهٔ جریان القایی، یعنی تغییر شار مغناطیسی، مخالفت می‌کند. علامت منفی در رابطهٔ $\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ نشان‌دهندهٔ همین مخالفت است.

۱۱. الف) وقتی آهنربا به حلقهٔ رسانایی نزدیک می‌شود جریان در جهتی در حلقه القا می‌شود که میدان مغناطیسی ناشی از آن با افزایش شار مغناطیسی حلقه مخالفت کند.

ب) با دور شدن آهنربا از حلقهٔ رسانا، جریان در جهتی در حلقه القا می‌شود که میدان مغناطیسی ناشی از آن با کاهش شار مغناطیسی حلقه مخالفت کند.

@ciphooks
فیلم از انتشارات خانه‌ی کتاب سی آی پی بوکس عضو شوید

gajmarket.com خرید آنلاین در



(ب) (الف)

۱۲. برای تعیین جهت جریان القایی می‌توان از نکات زیر استفاده کرد:

- اگر شار مغناطیسی زیاد شود ⇐ میدان القایی خلاف جهت میدان اصلی ⇐ تعیین جهت جریان القایی با استفاده از قاعدهٔ دست راست

- اگر شار مغناطیسی کم شود ⇐ میدان القایی هم‌جهت با میدان اصلی ⇐ تعیین جهت جریان القایی با استفاده از قاعدهٔ دست راست

۱۳. القاگر (سیم‌پیچ) وسیله‌ای است که از آن برای تولید میدان مغناطیسی دلخواه و همچنین ذخیرهٔ انرژی در این میدان استفاده می‌شود. نماد مداری القاگر به صورت —ᔓᔓᔓ— است.

۱۴. تغییر جریان در یک مدار شامل القاگر، سبب تغییر میدان مغناطیسی القاگر می‌شود و در نتیجه شار مغناطیسی عبوری از آن نیز تغییر می‌کند. این فرایند سبب القای نیروی محرکه‌ای در القاگر می‌شود که بنابر قانون لنز با تغییر جریان عبوری از آن مخالفت می‌کند. این پدیده که می‌تواند در هر القاگری (از قبیل پیچه یا سیملوله) رخ دهد اثر خود-القاوری نامیده می‌شود.

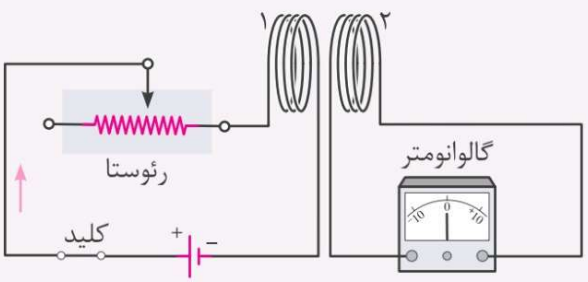
۱۵. ویژگی‌های فیزیکی هر القاگر، توسط ضریب القاوری آن تعیین می‌شود. ضریب القاوری که با نماد L نمایش داده می‌شود به عواملی همچون تعداد دور، طول و سطح مقطع القاگر و جنس هسته‌ای که داخل آن قرار می‌گیرد بستگی دارد.

۱۶. ضریب القاوری سیملوله‌ای آرمانی و بدون هسته با طول ℓ و سطح مقطع A که دارای N دور حلقهٔ نزدیک به هم است از رابطهٔ روبه‌رو به دست می‌آید.

$$L = \mu_{\circ} \frac{AN^{2}}{\ell}$$

یکای SI ضریب القاوری، اهم. ثانیه ($\Omega.s$) است که هانری نامیده و با نماد H نشان داده می‌شود.

۱۷. در مدار شکل مقابل، جریان عبوری از پیچهٔ ۱، میدان مغناطیسی $\vec{B}$ را به وجود می‌آورد. این میدان $\vec{B}$، شار مغناطیسی‌ای را از پیچهٔ ۲ می‌گذراند که در مجاورت آن قرار دارد. با تغییر دادن مقاومت رئوستا و تغییر جریان در پیچهٔ ۱، میدان مغناطیسی پیچهٔ ۱ و در نتیجه شار عبوری از پیچهٔ ۲ نیز تغییر می‌کند.



@cipbooks
قبل از استفاده حتی در امتحانات مدرسه‌ای از پی بوکن عضو شوید

خرید آنلاین در gajmarket.com

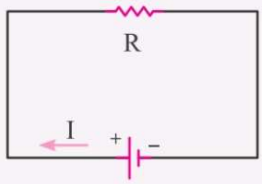
بنابر قانون فاراده، این تغییر شار، نیروی محرکه‌ای را در پیچهٔ ۲ القا می‌کند که به ایجاد جریان القایی در این پیچه می‌انجامد. همچنین تغییر جریان در پیچهٔ ۲، سبب ایجاد نیروی محرکهٔ القایی در پیچهٔ ۱ می‌شود. این فرایند، القای متقابل نامیده می‌شود و به کمک آن می‌توان انرژی را از یک پیچه، به پیچهٔ دیگر منتقل کرد.

۱۸. در برخی از مدارهای الکتریکی، القای متقابل می‌تواند مزاحم باشد. برای هر چه کمتر کردن این اثر ناخواسته، باید سطح حلقه‌های القاگرهای مجاور را به طور عمود بر یکدیگر قرار داد. در این صورت، اثر القای متقابل تا حد امکان کوچک می‌شود.

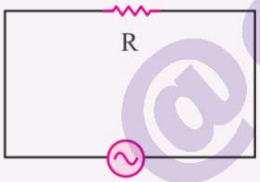
۱۹. وقتی توسط باتری جریانی در القاگر برقرار شود، مولد به القاگر انرژی می‌دهد. بخشی از این انرژی در مقاومت الکتریکی سیم‌های القاگر به صورت گرما تلف و بقیهٔ آن در میدان مغناطیسی القاگر ذخیره می‌شود. مقدار انرژی ذخیره شده در میدان القاگر با ضریب القاوری L از رابطهٔ مقابل به دست می‌آید: $U = \frac{1}{2}LI^2$

۲۰. هنگام عبور جریان از مقاومت، انرژی وارد آن می‌شود، جریان چه پایا باشد و چه تغییر کند، این انرژی در مقاومت به انرژی گرمایی تبدیل می‌شود؛ در حالی که تنها وقتی انرژی وارد یک القاگر آرمانی (با مقاومت صفر) می‌شود که جریان در آن افزایش یابد. این انرژی تلف نمی‌شود؛ بلکه در میدان مغناطیسی القاگر ذخیره شده و هنگام کاهش جریان، آزاد می‌شود. هنگام عبور جریان پایا از یک القاگر آرمانی (سیم‌پیچ بدون مقاومت)، انرژی به آن وارد یا از آن خارج نمی‌شود.

۲۱. جهت جریان در مدار جریان مستقیم معیّن است، در حالی که در مدار جریان متناوب، به دلیل تغییر جهت جریان با گذشت زمان، نمی‌توان جهت معیّنی را برای جریان در نظر گرفت.



مدار سادهٔ جریان مستقیم که در آن جریان با گذشت زمان تغییر نمی‌کند.



مدار سادهٔ جریان متناوب که در آن ولتاژ و جریان با گذشت زمان به طور سینوسی تغییر می‌کنند.

۲۲. رایج‌ترین روش برای تغییر شار مغناطیسی عبوری از یک پیچه و در نتیجه تولید جریان القایی، تغییر زاویهٔ بین بردار میدان مغناطیسی و سطح پیچه است. به همین منظور معمولاً برای تولید جریان القایی، یک پیچه را در میدان مغناطیسی یکنواخت می‌چرخانند. زمان یک دور چرخش کامل پیچه (معادل 2π رادیان) را دوره یا زمان تناوب می‌نامند و آن را با T نشان می‌دهند.

۲۳. اگر پیچه به طور یکنواخت بچرخد، شاری که در لحظهٔ t از پیچه می‌گذرد برابر است با: $\Phi = BA\cos\frac{2\pi}{T}t$

نیروی محرکهٔ القایی در پیچه در لحظهٔ t از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$\varepsilon = \varepsilon_m \sin\frac{2\pi}{T}t$$

در این رابطه ε_m بیشینهٔ مقدار نیروی محرکه القایی در پیچه است.

@cipbooks

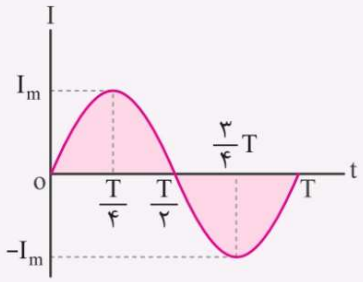
خرید آنلاین در gajmarket.com

۲۴. اگر مقاومت کل مدار پیچه برابر R باشد، با توجه به رابطهٔ $I = \frac{\varepsilon}{R}$ ، جریانی که در پیچه القا می‌شود برابر است با:

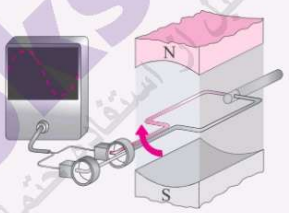
$$I = I_m \sin \frac{2\pi}{T} t$$

در این رابطه I_m بیشینهٔ جریان القاشده در پیچه و برابر $I_m = \frac{\varepsilon_m}{R}$ است.

۲۵. جریان القایی در پیچه، به طور سینوسی تغییر می‌کند و به آن جریان متناوب می‌گویند. نمودار این جریان برحسب زمان، در یک دوره در شکل مقابل رسم شده است:

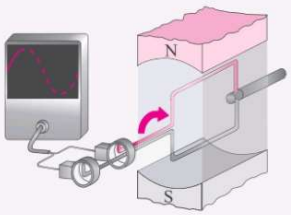


۲۶. نحوهٔ ایجاد جریان متناوب سینوسی در یک دوره به شرح زیر است:



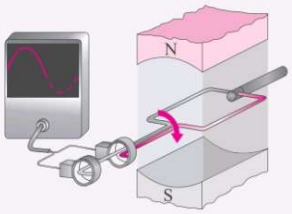
(الف)

در $t = 0$ سطح پیچه بر خطوط میدان مغناطیسی عمود است و جریانی در مدار وجود ندارد.



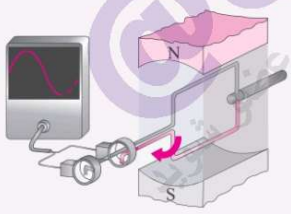
(ب)

پیچه یک چهارم دور می‌چرخد تا در این وضعیت قرار گیرد. در حین این چرخش، شار عبوری از پیچه تغییر می‌کند و جریان از صفر به مقدار بیشینهٔ مثبت می‌رسد (ربع اول چرخش).



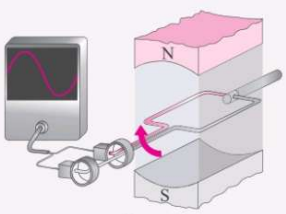
(پ)

پیچه به چرخیدن ادامه می‌دهد تا در این وضعیت قرار گیرد. در نتیجه جریان از مقدار بیشینهٔ مثبت به صفر می‌رسد (ربع دوم چرخش).



(ت)

پس از آن پیچه از وضعیت قبل به این وضعیت می‌رسد. در حین این چرخش، جریان از صفر به مقدار بیشینهٔ منفی می‌رسد (ربع سوم چرخش).



(ث)

سرانجام پیچه یک ربع دور دیگر می‌چرخد و به این ترتیب یک چرخهٔ کامل را طی می‌کند و به این وضعیت می‌رسد. در نتیجه جریان از مقدار بیشینهٔ منفی به صفر می‌رسد. این حرکت به طور متناوب (پی‌درپی) توسط پیچه ادامه می‌یابد و جریان متناوب تولید می‌شود.

@ciphooks

خرید آنلاین در gajmarket.com

۲۷. در نیروگاه‌های تولید برق در ایران، بسامد برق تولیدشده ۵۰ هرتز (۵۰Hz) است. این کمیت نشان می‌دهد آهنربای الکتریکی در هر ثانیه، ۵۰ دور به طور کامل درون پیچه می‌چرخد. یکای SI بسامد s^{-1} یا Hz (هرتز) است.

۲۸. یکی از مزیت‌های مهم توزیع توان الکتریکی ac بر dc آن است که افزایش و کاهش ولتاژ ac، بسیار آسان‌تر از dc است.

۲۹. برای انتقال توان الکتریکی در فاصله‌های دور، تا جایی که امکان دارد باید از ولتاژهای بالا و جریان‌های کم استفاده کنیم. این کار اتلاف توان را در خط‌های انتقال کاهش می‌دهد. همچنین با توجه به کاهش جریان می‌توان از سیم‌های نازک‌تری استفاده و در مصرف مواد اولیهٔ ساخت سیم صرفه‌جویی کرد.

۳۰. برای یک مبدل آرمانی که مقاومت پیچه‌های آن ناچیز است، این رابطه برقرار است: $\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1}$

در این رابطه N_1 تعداد دور سیم‌پیچ اولیه، N_2 تعداد دور سیم‌پیچ ثانویه، V_1 ولتاژ سیم‌پیچ اولیه (ورودی) و V_2 ولتاژ سیم‌پیچ ثانویه (خروجی) است.

آزمایش (۴-۱)

صفحهٔ ۱۱۰ کتاب درسی

هدف: بررسی پدیدهٔ القای الکترومغناطیسی

وسیله‌های موردنیاز: گالوانومتر، آهنربای میله‌ای، سیملوله یا پیچه و سیم رابط

شرح آزمایش:

- **دو سر سیملوله را به گالوانومتر ببندید.**
- **یکی از قطب‌های آهنربا را وارد سیملوله کنید (شکل روبه‌رو، صفحهٔ ۱۱۰ کتاب درسی). مشاهدات خود را هنگام انجام این کار، یادداشت کنید.**

فرض می‌کنیم که قطب N آهنربا را وارد سیملوله می‌کنیم، آنگاه عقربهٔ گالوانومتر منحرف می‌شود و عبور جریان را نشان می‌دهد.

- **اکنون آهنربا را از سیملوله خارج کنید. مشاهدات خود را هنگام انجام این کار، دوباره یادداشت کنید.**

با دور کردن آهنربا از سیملوله نیز عقربهٔ گالوانومتر منحرف می‌شود، این بار جهت حرکت عقربهٔ گالوانومتر برعکس مرحلهٔ قبل است.

- **مراحل بالا را برای قطب دیگر آهنربا تکرار کنید.**

جهت حرکت عقربهٔ گالوانومتر در هر مرحله برعکس قطب دیگر است، یعنی جهت جریان هنگام نزدیک کردن قطب S به سیملوله مشابه دور کردن قطب N است.

- **آزمایش را در حالی انجام دهید که آهنربا ثابت باشد و سیملوله به آن نزدیک یا از آن دور شود. آیا نتیجهٔ آزمایش تغییری می‌کند؟ توضیح دهید.**

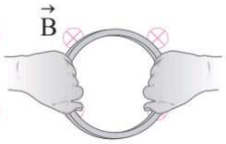
هنگامی که آهنربا ثابت و سیملوله نسبت به آن دور یا نزدیک شود، نتایج مشابه قبل تکرار می‌شود و عقربهٔ گالوانومتر منحرف می‌شود.

@cipbooks
قبل از استفاده شما از کتاب سی آی پی بوک عضو شوید

خرید آنلاین در gajmarket.com

تمرین(۴-۱) صفحهٔ ۱۱۳ کتاب‌درسی

الف) حلقه‌ای به مساحت $۲۵cm^۲$ درون میدان مغناطیسی یکنواخت درون‌سویی به اندازهٔ $۰/۰۳T$ قرار دارد (شکل الف). شار مغناطیسی عبوری از حلقه را به دست آورید.



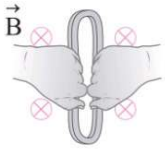
(الف)

$$A_۱ = ۲۵cm^۲ = ۲۵\times۱۰^{-۴}m^۲ \ , \ B = ۰/۰۳T$$

در شکل حلقه به صورت قائم (عمودی) نگه داشته شده است؛ بنابراین نیم‌خط عمود بر سطح حلقه، هم‌جهت با $\vec{B}$ و $\theta = ۰^\circ$ است.

$$\Phi_۱ = BA_۱\cos\theta = ۰/۰۳\times۲۵\times۱۰^{-۴}\times۱ = ۷/۵\times۱۰^{-۵}Wb$$

ب) اگر مطابق شکل ب و بدون تغییر $\vec{B}$، مساحت سطح حلقه را به $۱۰cm^۲$ برسانیم، شار مغناطیسی عبوری از حلقه را در این وضعیت به دست آورید.



(ب)

$$A_۲ = ۱۰cm^۲ = ۱۰\times۱۰^{-۴}m^۲$$

$$\Phi_۲ = BA_۲\cos\theta = ۰/۰۳\times۱۰\times۱۰^{-۴}\times۱ = ۳\times۱۰^{-۵}Wb$$

پ) اگر این تغییر شار در بازهٔ زمانی $\Delta t = ۰/۲s$ رخ داده باشد، آهنگ تغییر شار $(\Delta\Phi/\Delta t)$ را پیدا کنید.

$$\Delta\Phi = \Phi_۲ - \Phi_۱ = (۳\times۱۰^{-۵}) - (۷/۵\times۱۰^{-۵}) = -۴/۵\times۱۰^{-۵}Wb \ , \ \Delta = ۰/۲s$$

$$\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{-۴/۵\times۱۰^{-۵}}{۰/۲} = -۲/۲۵\times۱۰^{-۴}\frac{Wb}{s}$$

پرسش(۴-۱) صفحهٔ ۱۱۳ کتاب‌درسی

کدام‌یک از یکاهای زیر معادل یکای وبر بر ثانیه (Wb/s) است؟

☐ V/A ☑ V ☐ A ☐ Ω

مطابق با تعریف:

$$۱V = ۱\frac{W}{A} = ۱\frac{\frac{J}{s}}{\frac{C}{s}} = ۱\frac{J}{C} \quad (۱)$$

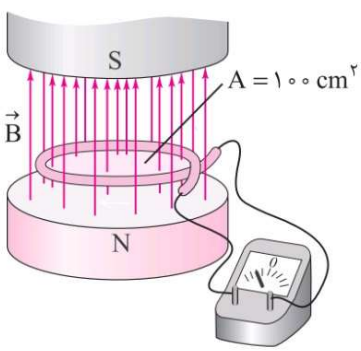
$$۱T = ۱\frac{N}{A.m} \xrightarrow{\text{صورت و مخرج را در m.s ضرب می‌کنیم.}} ۱\frac{N.m.s}{A.m.m.s} \xrightarrow[۱C=۱A.s]{۱J=۱N.m} ۱\frac{J.s}{C.m^۲} \xrightarrow{\text{رابطهٔ (۱)}} ۱\frac{V.s}{m^۲} \quad (۲)$$

$$۱Wb = ۱T\times۱m^۲ \xrightarrow{\text{رابطهٔ (۲)}} ۱\frac{V.s}{m^۲}\times m^۲ = ۱V.s$$

اکنون برای به دست آوردن معادل $\frac{Wb}{s}$ داریم:

$$۱\frac{Wb}{s} = ۱\frac{V.s}{s} = ۱V$$

تمرین(۴-۲) صفحهٔ ۱۱۵ کتاب‌درسی



میدان مغناطیسی بین قطب‌های آهنربای الکتریکی 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 محرکهٔ القایی متوسط در حلقه را به دست آورید. هنگامی که میدان مغناطیسی بر سطح حلقه عمود است، زاویهٔ بین بردار میدان و نیم‌خط عمود بر سطح حلقه برابر با صفر یا ۱۸۰ درجه است. در این سؤال نیم‌خط عمود بر سطح حلقه را به سمت بالا در نظر می‌گیریم؛

@cipbooks قبل از استفاده حتما در کتابخانه‌ی آی پی بوکز عضو شوید

gajmarket.com خرید آنلاین در

بنابراین $\theta_1 = 0^\circ$ است. همچنین هنگامی که جهت $\vec{B}$ وارونه می‌شود، زاویهٔ بین بردار میدان و نیم‌خط عمود بر سطح حلقه 180° تغییر می‌کند؛ بنابراین $\theta_2 = 180^\circ$ خواهد بود.

$$\Delta t = 0/45s\ ,\ B_1 = 0/28T\ ,\ \theta_1 = 0^\circ\ ,\ B_2 = 0/17T\ ,\ \theta_2 = 180^\circ\ ,\ A = 100\times10^{-4}m^2$$

$$\Phi_1 = B_1 A\cos\theta_1 = (0/28)(100\times10^{-4})(1) = 28\times10^{-4}T$$

$$\Phi_2 = B_2 A\cos\theta_2 = (0/17)(100\times10^{-4})(-1) = -17\times10^{-4}T$$

$$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = (-17\times10^{-4}) - (28\times10^{-4}) = -45\times10^{-4}T$$

$$\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \xrightarrow{\text{چون یک حلقه داریم، N=1 است.}} \bar{\varepsilon} = -1\times\frac{-45\times10^{-4}}{0/45} = 0/01V$$

ب) اگر مقاومت حلقه 10Ω باشد، جریان القایی متوسط در حلقه را پیدا کنید.

$$\bar{I} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} = \frac{0/01}{10} = 0/001A = 1mA$$

پرسش(۴-۲) صفحهٔ ۱۱۶ کتاب‌درسی

تندی‌سنج 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 تندی‌سنج (که در واقع نوعی رایانهٔ کوچک است) وصل شده است. به نظر شما تندی‌سنج دوچرخه چگونه کار می‌کند؟ این موضوع را در گروه خود به گفت‌وگو بگذارید و نتیجه را به کلاس درس ارائه دهید.

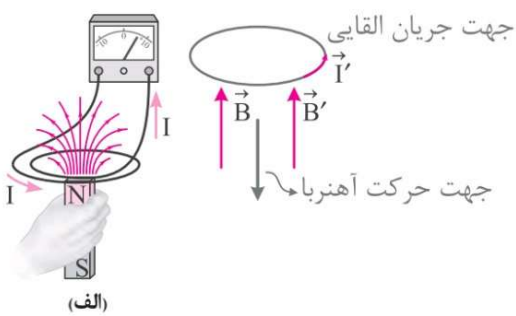


بر اثر حرکت دوچرخه و چرخش چرخ آن فاصلهٔ آهنربا با پیچه و در نتیجه شار مغناطیسی عبوری از پیچه تغییر می‌کند. طبق قانون القای الکترومغناطیسی فاراده، نیروی محرکه‌ای در دو سر سیم‌پیچ القا می‌شود که سبب ایجاد جریان القایی در مدار بسته می‌شود. هر چه سرعت تغییر شار مغناطیسی افزایش یابد، نیروی محرکه و به دنبال آن جریان الکتریکی القایی بیشتر می‌شود. این جریان به رایانهٔ تندی‌سنج دوچرخه فرستاده می‌شود و تندی‌سنج بر اساس شدت جریان ورودی، تندی دوچرخه را مشخص می‌کند.

پرسش(۴-۳) صفحهٔ ۱۱۸ کتاب‌درسی

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.

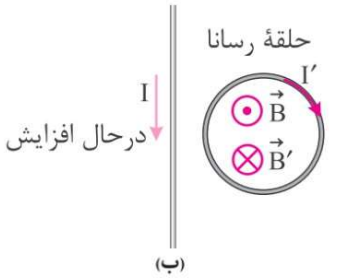
طبق قاعدهٔ دست راست، جهت میدان مغناطیسی حاصل از جریان القایی به سمت بالا و هم‌جهت با میدان مغناطیسی آهنرباست؛ بنابراین با توجه به قانون لنز می‌توان نتیجه گرفت که شار مغناطیسی عبوری از حلقه در حال کاهش بوده و آهنربا در حال دور شدن از حلقه و حرکت به سمت پایین بوده است.



(الف)

@cnbooks
قبل از استفاده کتاب را کامل بخوانید

خرید آنلاین در gajmarket.com



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.

ابتدا میدان مغناطیسی $(\vec{B})$ ناشی از سیم حامل جریان (I) را درون حلقهٔ رسانا می‌یابیم (با استفاده از قانون دست راست). این میدان برون‌سو است. با توجه به اینکه جریان در حال افزایش است، شار مغناطیسی عبوری از حلقه افزایش می‌یابد و طبق قانون لنز میدان مغناطیسی ناشی از جریان القایی باید با افزایش شار مغناطیسی مخالفت کند؛ بنابراین میدان مغناطیسی ناشی از جریان القایی $(\vec{B}')$ باید درون‌سو باشد. با توجه به قاعدهٔ دست راست، جهت جریان القایی (I') باید ساعتگرد باشد تا میدان مغناطیسی القایی درون‌سو $(\vec{B}')$ را تولید کند.

آزمایش(۴-۲) صفحهٔ ۱۱۹ کتاب‌درسی

هدف: بررسی اثر خود-القاوری

وسیله‌های 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 (صفحهٔ ۱۱۹ کتاب درسی) ببندید.**
- **کلید را وصل کنید. آیا لامپ روشن است؟ اینک کلید را قطع کنید. در لحظهٔ قطع کردن کلید چه چیزی مشاهده می‌کنید؟ دلیل آنچه را مشاهده می‌کنید در گروه خود به گفت‌وگو بگذارید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.**

توجه: می‌توانید مطابق شکل ب (صفحهٔ ۱۱۹ کتاب درسی)، به جای القاگر از القاگر لامپ‌های مهتابی (که به اشتباه ترانس نامیده می‌شود) نیز استفاده کنید.

در صورتی که مقاومت الکتریکی القاگر صفر نباشد، با اتصال کلید، نیروی محرکهٔ خودالقایی خلاف جهت جریان اصلی ایجاد می‌شود (قانون لنز) و باعث می‌شود در لحظهٔ اول، جریان زیادی از لامپ عبور کند و نور آن زیاد شود و با کم شدن نیروی محرکهٔ خودالقایی، نور لامپ عادی می‌شود.

با قطع کردن کلید (کاهش جریان)، نیروی محرکهٔ خودالقایی هم‌جهت با جریان اصلی ایجاد می‌شود و همهٔ جریان القایی فقط از لامپ عبور می‌کند، زیرا باتری از مدار اصلی خارج شده است؛ بنابراین به طور لحظه‌ای لامپ پرنور و سپس خاموش می‌شود. اما اگر مقاومت الکتریکی القاگر را صفر فرض کنیم، با اتصال کلید، لامپ مشابه قسمت قبل پرنور می‌شود ولی با از بین رفتن نیروی محرکهٔ خودالقایی به دلیل صفر بودن مقاومت الکتریکی القاگر، لامپ توسط القاگر اتصال کوتاه و خاموش می‌شود. با قطع کردن کلید مانند قسمت قبل لامپ یک لحظه پرنور و سپس خاموش می‌شود.

تمرین(۴-۳) صفحهٔ ۱۲۰ کتاب‌درسی

۱ تعداد حلقه‌های سیملوله‌ای بدون هسته، به طول $۲/۸\text{cm}$ و سطح $۱۰\text{cm}^۲$ چه تعداد باشد تا ضریب القاوری آن ۱H شود؟

$$\ell = ۲/۸\text{cm} = ۲/۸\times۱۰^{-۲}\text{m}\ ,\ A = ۱۰\text{cm}^۲ = ۱۰\times۱۰^{-۴}\text{m}^۲\ ,\ L = ۱\text{H}\ ,\ \mu_۰ = ۴\pi\times۱۰^{-۷}\frac{\text{T.m}}{\text{A}}\ ,\ N = ?$$

$$L = \mu_۰\frac{AN^۲}{\ell} \Rightarrow ۱ = ۴\pi\times۱۰^{-۷}\times\frac{۱۰\times۱۰^{-۴}N^۲}{۲/۸\times۱۰^{-۲}} \Rightarrow N \simeq ۴۷۲۱\ \text{دور}$$

خرید آنلاین در gajmarket.com

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

اگر طول سیملولهٔ اول را دو برابر طول سیملولهٔ دوم فرض کنیم:

روش اول: $L=\mu_{\circ}\frac{AN^{۲}}{\ell}\Rightarrow\frac{L_{۱}}{L_{۲}}=\frac{\mu_{\circ}\frac{A_{۱}N_{۱}^{۲}}{\ell_{۱}}}{\mu_{\circ}\frac{A_{۲}N_{۲}^{۲}}{\ell_{۲}}}\xrightarrow[\ell_{۱}=۲\ell_{۲}]{N_{۱}=N_{۲}\ ,\ A_{۱}=A_{۲}}\frac{L_{۱}}{L_{۲}}=\frac{\ell_{۲}}{\ell_{۱}}=\frac{۱}{۲}\Rightarrow L_{۱}=\frac{۱}{۲}L_{۲}$

روش دوم: $L\propto\frac{۱}{\ell}\Rightarrow\frac{L_{۱}}{L_{۲}}=(\frac{\ell_{۲}}{\ell_{۱}})=\frac{۱}{۲}\Rightarrow L_{۱}=\frac{۱}{۲}L_{۲}$

تمرین(۴-۴) صفحهٔ ۱۲۲ کتاب‌درسی

سیملولهٔ آرمانی بدون هسته‌ای به طول ۲۲cm و با حلقه‌هایی به مساحت $۰/۴۴cm^{۲}$، شامل $N=۲۰۰۰$ حلقهٔ نزدیک به هم است و جریان ۱/۷A از آن می‌گذرد. ضریب القاوری و انرژی ذخیره شده در سیملوله را حساب کنید.

$\ell=۲۲cm=۲۲\times۱۰^{-۲}m\ ,\ A=۰/۴۴cm^{۲}=۴۴\times۱۰^{-۶}m^{۲}\ ,\ N=۲۰۰۰\ ,\ I=۱/۷A\ ,\ \mu_{\circ}=۴\pi\times۱۰^{-۷}\frac{T.m}{A}$

$L=?\ ,\ U=?$

$L=\mu_{\circ}\frac{AN^{۲}}{\ell}=۴\pi\times۱۰^{-۷}\times\frac{۴۴\times۱۰^{-۶}\times(۲۰۰۰)^{۲}}{۲۲\times۱۰^{-۲}}=۳۲\pi\times۱۰^{-۵}H$

$U=\frac{۱}{۲}LI^{۲}=\frac{۱}{۲}(۳۲\pi\times۱۰^{-۵})(۱/۷)^{۲}\simeq۱/۴۵\times۱۰^{-۳}J$

تمرین(۴-۵) صفحهٔ ۱۲۵ کتاب‌درسی

معادلهٔ جریان-زمان یک مولد جریان متناوب برحسب یکاهای SI به صورت $I=(۴/۰\times۱۰^{-۳})\sin۲۵۰\pi t$ است.

الف) جریان در دو لحظهٔ $t_{۱}=۲/۰ms$ و $t_{۲}=۸/۰ms$ چقدر است؟

$t_{۱}=۲\times۱۰^{-۳}s\Rightarrow I_{۱}=(۴\times۱۰^{-۳})\sin۲۵۰\pi(۲\times۱۰^{-۳})=۴\times۱۰^{-۳}\sin\frac{\pi}{۲}=۴\times۱۰^{-۳}A$

$t_{۲}=۸\times۱۰^{-۳}s\Rightarrow I_{۲}=(۴\times۱۰^{-۳})\sin۲۵۰\pi(۸\times۱۰^{-۳})=(۴\times۱۰^{-۳})\sin۲\pi=۰$

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

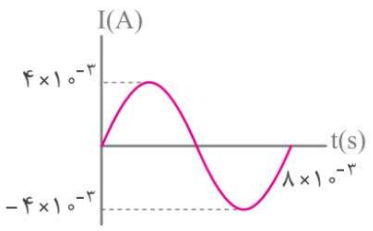
برای به دست آوردن دورهٔ تناوب جریان، باید معادلهٔ داده شده را با معادلهٔ اصلی جریان-زمان مقایسه کنیم تا بتوانیم پارامترهای لازم را تشخیص دهیم:

معادلهٔ اصلی: $I=I_{m}\sin\frac{۲\pi}{T}t$

معادلهٔ داده‌شده: $I=(۴\times۱۰^{-۳})\sin۲۵۰\pi t$

$\Rightarrow\frac{۲\pi}{T}t=۲۵۰\pi t\Rightarrow T=\frac{۲}{۲۵۰}=۸\times۱۰^{-۳}s\ ,\ I_{m}=۴\times۱۰^{-۳}A$

می‌دانیم نمودار معادلهٔ جریان متناوب یک نمودار سینوسی است. دورهٔ تناوب این جریان $۸\times۱۰^{-۳}s$ و بیشینهٔ جریان $I_{m}=۴\times۱۰^{-۳}A$ است.

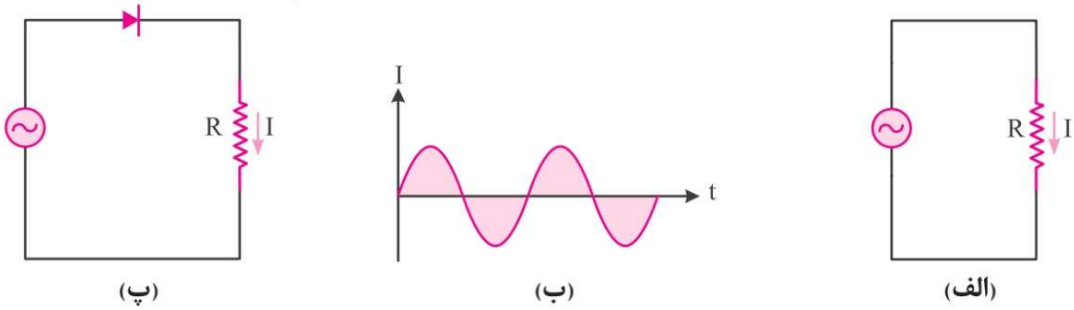


@ipbooks
نقل از استفاده حتما در کانال سی ای‌های پیش عمو شوید

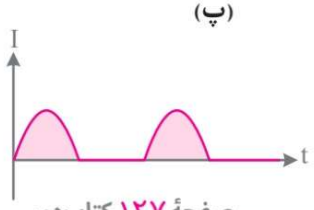
خرید آنلاین در gajmarket.com

فعالیت (۴-۱) ..... صفحهٔ ۱۲۶ کتاب‌درسی

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

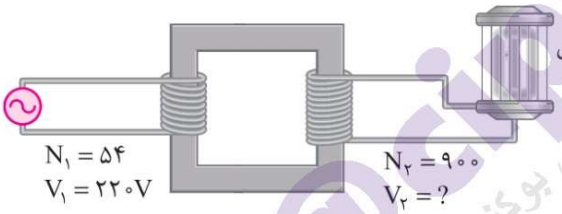


وجود دیود سبب می‌شود فقط قسمت‌های مثبت سیگنال از مدار عبور کند.



تمرین (۴-۶) ..... صفحهٔ ۱۲۷ کتاب‌درسی

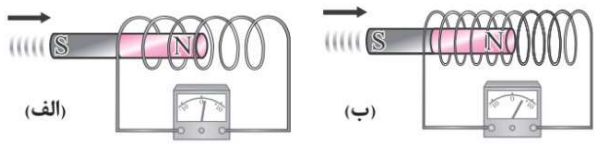
برخی از وسیله‌های برقی، مانند حشره‌کش برقی، برای کار کردن نیاز به ولتاژهای بالا از مرتبهٔ چند هزار ولت دارند. شکل زیر مبدلی را نشان می‌دهد که ولتاژ لازم را برای کار یک دستگاه حشره‌کش برقی فراهم می‌کند. اگر تعداد دور اولیهٔ مبدل $N_1 = ۵۴$ و تعداد دور ثانویه $N_2 = ۹۰۰$ باشد، مبدل چه ولتاژی را برای کار کردن دستگاه حشره‌کش تأمین می‌کند؟



$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1} \Rightarrow \frac{V_2}{۲۲۰} = \frac{۹۰۰}{۵۴} \Rightarrow V_2 = \frac{۹۰۰ \times ۲۲۰}{۵۴} \simeq ۳۶۶۷V$$

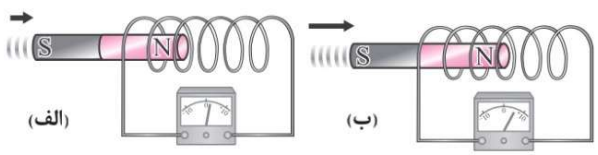
پرسش‌ها و مسئله‌های فصل (۴) ..... صفحهٔ ۱۲۸ تا ۱۳۰ کتاب‌درسی

۱ 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.)



با توجه به شکل‌ها، هرچه تعداد دورهای سیملوله بیشتر باشد (شکل ب)، نیروی محرکهٔ بزرگ‌تری در پیچه القا می‌شود. به همین علت ولت‌سنج عدد بزرگ‌تری را نشان می‌دهد.

۲ دو سیملولهٔ 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.)



هر چه تندی حرکت آهنربا نسبت به مدار بسته بیشتر باشد، آهنگ تغییر شار مغناطیسی عبوری از حلقه‌های مدار بیشتر شده و در نتیجه نیروی محرکه و جریان القایی بزرگ‌تری در پیچه القا می‌شود. به همین علت ولت‌سنج عدد بزرگ‌تری را نشان می‌دهد.

@ziipbooks قبل از استفاده حتما از اصالت پوکز عضو شوید

خرید آنلاین در gajmarket.com

۳ شکل داده‌شده (صفحهٔ ۱۲۸ کتاب درسی) ساختمان یک بادسنج را نشان می‌دهد. اگر این بادسنج را روی بام خانه نصب کنیم، به هنگام وزیدن باد میلهٔ آن می‌چرخد و ولت‌سنج عددی را نشان می‌دهد.

الف) چرا چرخش میله سبب انحراف عقربهٔ ولت‌سنج می‌شود؟

چرخش میله سبب چرخش آهنربا و در نتیجه تغییر شار عبوری از سیم‌پیچ و ایجاد نیروی محرکهٔ القایی در آن می‌شود و این نیروی محرکهٔ القایی سبب انحراف عقربهٔ ولت‌سنج می‌شود.

ب) آیا با افزایش تندی باد، عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد تغییر می‌کند؟ چرا؟

بله، افزایش تندی باد سبب چرخش سریع‌تر آهنربا و افزایش آهنگ تغییرات شار می‌شود. در نتیجه نیروی محرکهٔ بزرگ‌تری در سیم‌پیچ القاشده و ولت‌سنج عدد بزرگ‌تری را نشان می‌دهد.

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

۱- استفاده از آهنربای قوی‌تر ۲- افزایش تعداد دورهای سیم‌پیچ

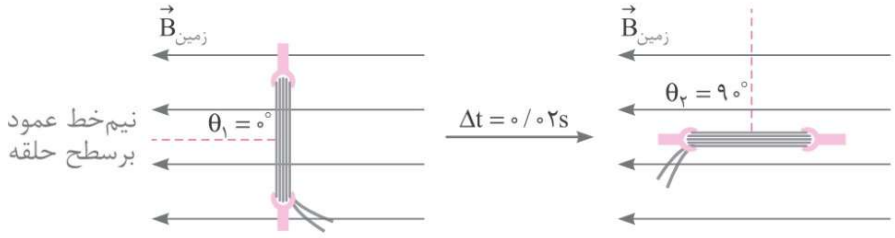
۴ سطح حلقه‌های پیچه‌ای که دارای ۱۰۰۰ حلقه است، عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی که اندازهٔ آن $0/040\,T$ و جهت آن از راست به چپ است، قرار دارد. میدان مغناطیسی در مدت $0/010\,s$ تغییر می‌کند و به $0/040\,T$ در خلاف جهت اولیه می‌رسد. اگر سطح هر حلقهٔ پیچه $50\,cm^2$ باشد، اندازهٔ نیروی محرکهٔ القایی متوسط در پیچه را حساب کنید.

هنگامی که میدان در خلاف جهت اولیه قرار می‌گیرد، زاویهٔ بین بردار میدان مغناطیسی و نیم‌خط عمود بر سطح حلقه از صفر به ۱۸۰ درجه تغییر می‌کند.

$$N=1000\,,\ B=0/04\,T\,,\ \Delta t=0/01\,s\,,\ A=50\,cm^2=50\times10^{-4}\,m^2\,,\ \theta_1=0^\circ\,,\ \theta_2=180^\circ\,,\ \overline{\varepsilon}=?$$

$$|\overline{\varepsilon}|=\left|-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right|=\left|-N\frac{BA(\cos\theta_2-\cos\theta_1)}{\Delta t}\right|=\left|-1000\times\frac{0/04\times50\times10^{-4}\times(-1-1)}{0/01}\right|=40\,V$$

۵ مساحت هر حلقهٔ 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 محرکهٔ متوسط القایی در آن چقدر است؟ اندازهٔ میدان زمین را $0/50\,G$ در نظر بگیرید.



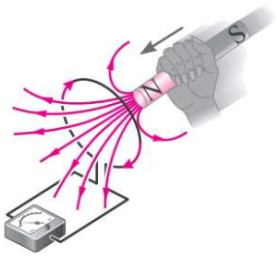
$$A=30\,cm^2=30\times10^{-4}\,m^2\,,\ N=1000\,,\ \Delta t=0/02\,s\,,\ B=0/5\,G=0/5\times10^{-4}\,T\,,\ \overline{\varepsilon}=?$$

$$\overline{\varepsilon}=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=-N\frac{AB(\cos\theta_2-\cos\theta_1)}{\Delta t}=-N\frac{AB(\cos90^\circ-\cos0^\circ)}{\Delta t}=-1000\times\frac{(30\times10^{-4})(0/5\times10^{-4})(0-1)}{0/02}$$

$$=7/5\times10^{-3}\,V$$

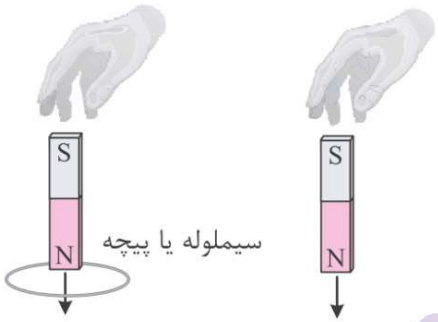
خرید آنلاین در gajmarket.com

۶ 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 آهنربا به حلقه، شدت میدان مغناطیسی درون حلقه زیاد می‌شود (به علت کاهش فاصلهٔ آهنربا تا حلقه)؛ بنابراین شار مغناطیسی عبوری از حلقه زیاد می‌شود. طبق قانون لنز جهت میدان القایی باید در خلاف جهت میدان مغناطیسی آهنربا به وجود آید تا با تغییر (افزایش) شار مغناطیسی مخالفت کند (سمت راست حلقه قطب N می‌شود تا با نزدیک شدن آهنربا مخالفت کند). به این ترتیب با کمک قاعدهٔ دست راست جهت جریان مطابق شکل خواهد بود.

۷ 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 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.)



با حرکت آهنربا شار مغناطیسی عبوری از حلقه تغییر می‌کند و طبق قانون لنز، آثار مغناطیسی جریان القایی با تغییر شار مغناطیسی مخالفت می‌کند؛ بنابراین هنگام نزدیک شدن آهنربا به حلقه، جریان در حلقه به صورتی القا می‌شود که قسمت بالایی حلقه قطب N و قسمت پایینی آن قطب S می‌شود و نیرویی دافعه بین حلقه و آهنربا به وجود می‌آید. همچنین هنگام خروج آهنربا از پیچه، قسمت پایینی حلقه قطب N می‌شود و نیرویی از جنس جاذبه بین آهنربا و حلقه به وجود می‌آید. به همین دلیل در کل مسیر نیرویی مغناطیسی رو به بالا به آهنربا وارد می‌شود و در نتیجه آهنربا با شتاب کمتر از شتاب جاذبه ($a < g$) سقوط می‌کند؛ بنابراین سرعت برخورد آهنربا به زمین کاهش می‌یابد و کمتر در زمین فرو می‌رود.

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



الف) I در حال افزایش　　ب) I در حال کاهش　　پ) I ثابت

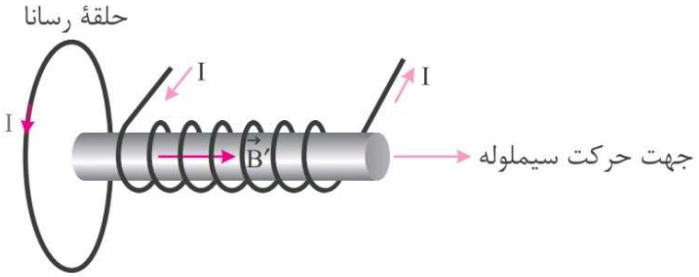
نکته

اگر جریان در حال افزایش باشد، جریان القایی در خلاف جهت جریان اصلی است و اگر جریان در حال کاهش باشد، جریان القایی هم‌جهت با جریان اصلی است.

@cipbooks

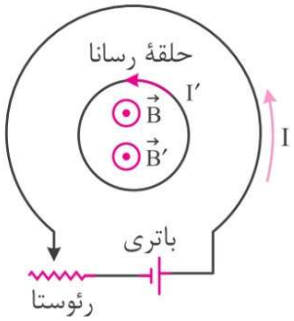
خرید آنلاین در gajmarket.com

۹ شکل زیر سیملولهٔ 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.



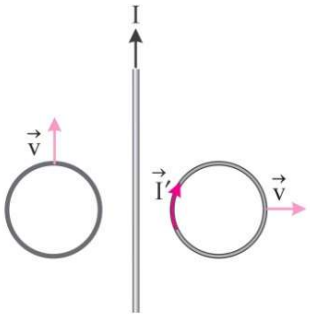
مطابق با جهت جریان و قاعدهٔ دست راست، خطوط میدان مغناطیسی ناشی از سیملوله به طرف راست است. هنگامی که سیملوله را از حلقه دور می‌کنیم، شار مغناطیسی عبوری از حلقه کاهش می‌یابد؛ بنابراین طبق قانون لنز میدان مغناطیسی ناشی از جریان القایی هم‌جهت با میدان اصلی و به سمت راست است. اکنون مطابق با قاعدهٔ دست راست، جهت جریان در جلوی حلقه رو به پایین می‌شود.

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



میدان مغناطیسی ($\vec{B}$) ناشی از جریان I در حلقهٔ رسانای داخلی، برون‌سو است. با افزایش مقاومت رئوستا، جریان I کاهش می‌یابد؛ بنابراین میدان $\vec{B}$ ضعیف‌شده و شار مغناطیسی عبوری از حلقه کاهش می‌یابد. طبق قانون لنز میدان ناشی از جریان القایی ($\vec{B}'$) نیز برون‌سو می‌شود تا با تغییر شار مغناطیسی مخالفت کند. مطابق با قاعدهٔ دست راست جریان در حلقه پادساعتگرد (هم‌جهت با جریان حلقهٔ خارجی) است.

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.



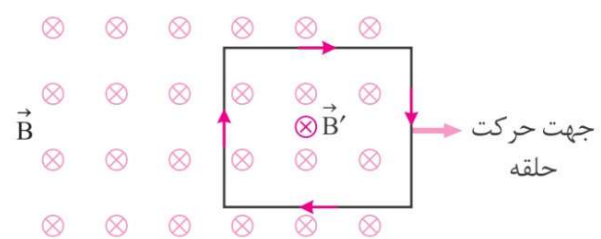
حلقهٔ سمت چپ به موازات سیم در حال حرکت است؛ بنابراین شار مغناطیسی عبوری از حلقه تغییر نمی‌کند و جریانی در آن القا نمی‌شود.

حلقهٔ سمت راست در حال دور شدن از سیم است؛ بنابراین شار مغناطیسی عبوری از آن کاهش می‌یابد، پس در آن جریان القا می‌شود.

میدان مغناطیسی ناشی از سیم در درون حلقه درون‌سو است؛ بنابراین:

میدان مغناطیسی القایی نیز درون‌سو است، زیرا باید با کاهش شار مخالفت کند، در نتیجه جهت جریان القایی با توجه به قاعدهٔ دست راست ساعتگرد خواهد بود.

۱۲ حلقهٔ رسانای مستطیل‌شکلی را مطابق شکل زیر به طرف راست می‌کشیم و از میدان مغناطیسی درون‌سویی خارج می‌کنیم. جهت جریان القایی در حلقه در چه جهتی است؟

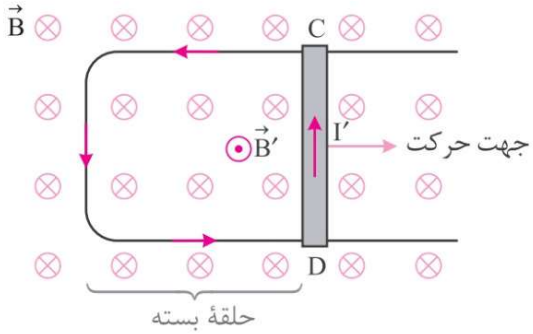


با خروج حلقه از میدان، شار عبوری از حلقه کاهش می‌یابد؛ بنابراین جریانی ساعتگرد در آن القا می‌شود تا بتواند با تولید یک میدان مغناطیسی درون‌سو با کاهش شار مخالفت کند.

@ir books

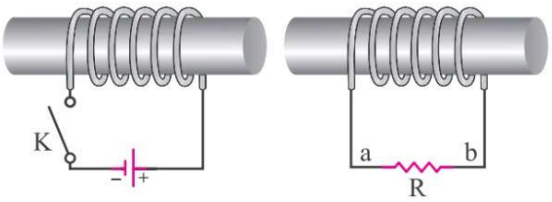
خرید آنلاین در gajmarket.com

۱۳ شکل زیر رسانای U‌شکلی را درون میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ که عمود بر صفحهٔ شکل و رو به داخل صفحه است نشان می‌دهد. وقتی میلهٔ فلزی CD به طرف راست حرکت کند، جهت جریان القایی در مدار در چه جهتی است؟



با حرکت میله به سمت راست، شار ورودی به حلقهٔ بسته‌افزایش می‌یابد. طبق قانون لنز جهت جریان القایی I' باید به گونه‌ای باشد که با تغییر شار مخالفت کند، یعنی بتواند میدانی برون‌سو درون حلقهٔ بسته ایجاد کند. با توجه به قاعدهٔ دست راست، جهت جریان القایی از D به سمت C است.

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



جهت جریان از پایانهٔ مثبت باتری به پایانهٔ منفی آن است. طبق قاعدهٔ دست راست، جهت میدان مغناطیسی داخل سیملوله از سمت چپ به سمت راست است.

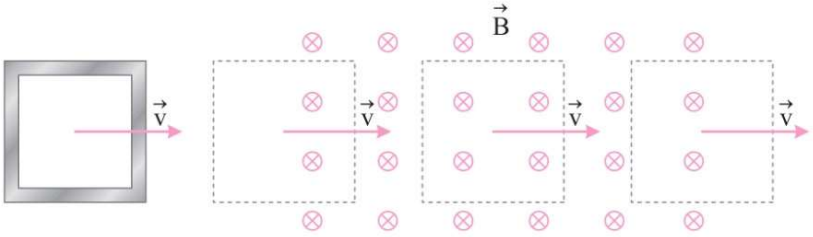
الف) در لحظهٔ بستن کلید K،

در لحظهٔ بستن کلید، شار عبوری از سیملولهٔ سمت راست افزایش می‌یابد؛ بنابراین جهت میدان مغناطیسی ناشی از جریان القایی به سمت چپ می‌شود. طبق قاعدهٔ دست راست، جریان در قسمت جلوی حلقه‌های سیملوله به طرف بالا است، یعنی در مقاومت R از b به سمت a است.

ب) در لحظهٔ باز کردن کلید K.

در لحظهٔ قطع کلید دقیقاً عکس اتفاق قسمت قبل رخ می‌دهد، یعنی با کاهش شار عبوری از سیملوله، میدان مغناطیسی القایی در سیملولهٔ راست به سمت راست می‌شود و جریان از a به سمت b در مقاومت الکتریکی برقرار می‌شود.

۱۵ حلقهٔ رسانای مربعی‌شکل، 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؟

$\theta = 0^\circ\ ,\ a = 10\text{cm} = 0/1\text{m}\ ,\ B = 20\text{mT} = 20\times10^{-3}\text{T}\ ,\ \Phi_{max} = ?$

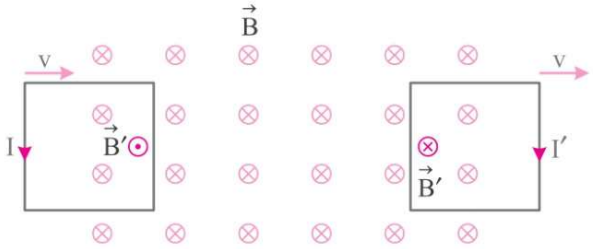
هنگامی که حلقه به طور کامل درون میدان مغناطیسی قرار می‌گیرد، بیشترین شار عبوری از حلقه را خواهیم داشت.

$$\Phi_{max} = BA\cos\theta = (20\times10^{-3})(0/1)^2(\cos0^\circ) = 2\times10^{-4}\text{Wb}$$

@cipbooks قبل از استفاده حتماً در کانال سی آی پی بورس عضو شوید

خرید آنلاین در gajmarket.com

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



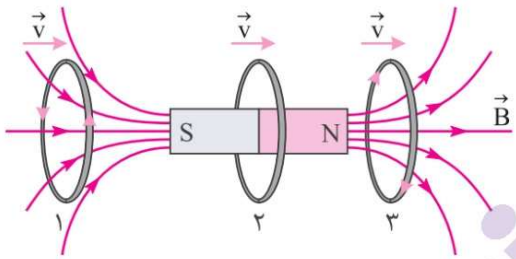
در هنگام ورود حلقه به میدان مغناطیسی و در هنگام خروج از آن شار مغناطیسی عبوری از حلقه تغییر می‌کند.

هنگام ورود حلقه به میدان مغناطیسی، شار مغناطیسی عبوری از آن افزایش می‌یابد؛ بنابراین میدان مغناطیسی ناشی از جریان القایی خلاف میدان مغناطیسی اصلی می‌شود و طبق قاعدهٔ دست راست، جریان القایی پادساعتگرد است.

هنگامی که حلقه داخل میدان مغناطیسی حرکت می‌کند، شار مغناطیسی تغییر نمی‌کند؛ بنابراین جریانی القا نمی‌شود.

هنگام خروج حلقه از میدان مغناطیسی، شار مغناطیسی عبوری از آن کاهش می‌یابد؛ بنابراین میدان مغناطیسی ناشی از جریان القایی با میدان مغناطیسی اصلی هم‌جهت می‌شود و طبق قاعدهٔ دست راست، جریان القایی ساعتگرد است.

۱۶ 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.



وضعیت ۱: حلقه در حال نزدیک شدن به آهنرباست؛ بنابراین شار مغناطیسی در حال افزایش است. طبق قانون لنز میدان مغناطیسی ناشی از جریان القایی به گونه‌ای است که با افزایش شار مخالفت کند؛ بنابراین جهت میدان مغناطیسی القایی داخل حلقه به سمت چپ خواهد بود و با توجه به قاعدهٔ دست راست جهت جریان القایی در قسمت جلوی حلقه به سمت بالاست.

وضعیت ۲: در هنگام عبور حلقه از روی آهنربا تغییر شاری صورت نمی‌گیرد؛ بنابراین جریانی القا نمی‌شود.

وضعیت ۳: حلقه در حال دور شدن از آهنرباست؛ بنابراین شار ورودی به حلقه در حال کاهش است. طبق قانون لنز میدان ناشی از جریان القایی در حلقه به گونه‌ای است که با کاهش شار مخالفت کند؛ بنابراین جهت میدان مغناطیسی القایی داخل حلقه به سمت راست خواهد بود و با توجه به قاعدهٔ دست راست، جهت جریان القایی در جلوی حلقه به سمت پایین خواهد بود.

۱۷ شکل زیر (صفحهٔ ۱۳۰ کتاب درسی) مداری را نشان می‌دهد؛ شامل یک القاگر (سیملوله)، باتری، رئوستا و آمپرسنج که به‌طور متوالی به یکدیگر بسته شده‌اند. اگر بخواهیم بدون تغییر ولتاژ باتری، انرژی ذخیره‌شده در القاگر را زیاد کنیم چه راهی پیشنهاد می‌کنید؟

طبق رابطهٔ $U = \frac{1}{2}LI^2$ ، باید جریان یا ضریب القاوری را افزایش دهیم. برای افزایش جریان باید مقاومت رئوستا را کاهش دهیم تا جریان ورودی افزایش یابد. برای افزایش ضریب القاوری می‌توان از روش‌های زیر استفاده کرد:

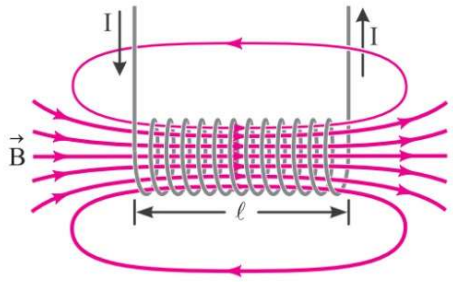
۱- افزایش تعداد دور سیملوله در واحد طول ۲- کاهش طول سیملوله ۳- افزایش سطح مقطع سیملوله

@cipbooks

gajmarket.com خرید آنلاین در

۱۸) مساحت هر حلقه و طول سیملولهٔ شکل زیر به ترتیب $۲۰cm^۲$ و $۸۰cm$ است. اگر این سیملوله از ۱۰۰۰ حلقهٔ نزدیک به هم تشکیل شده باشد،

الف) ضریب القاوری آن را پیدا کنید.



$$A = ۲۰cm^۲ = ۲۰\times۱۰^{-۴}\,m^۲ \;,\; \ell = ۸۰cm = ۰/۸m$$

$$N = ۱۰۰۰ \;,\; \mu_۰ = ۴\pi\times۱۰^{-۷}\,\frac{T.m}{A} \;,\; L = ?$$

$$L = \mu_۰\frac{AN^۲}{\ell} = ۴\pi\times۱۰^{-۷}\times\frac{(۲۰\times۱۰^{-۴})(۱۰۰۰)^۲}{۰/۸} = \pi\times۱۰^{-۳}H$$

ب) چه جریانی از سیملوله بگذرد تا در میدان مغناطیسی آن $۰/۴۰mJ$ انرژی ذخیره شود؟

$$U = ۴\times۱۰^{-۴}J \;,\; I = ?$$

$$U = \frac{۱}{۲}LI^۲ \Rightarrow I^۲ = \frac{۲U}{L} \Rightarrow I = \sqrt{\frac{۲(۴\times۱۰^{-۴})}{\pi\times۱۰^{-۳}}} \simeq ۰/۵A$$

۱۹) جریان متناوبی که بیشینهٔ آن $۲/۰A$ و دورهٔ آن $۰/۰۲۰s$ است، از یک رسانای ۵ اهمی می‌گذرد.

الف) اولین لحظه‌ای که در آن جریان بیشینه است چه لحظه‌ای است؟ در این لحظه نیروی محرکهٔ القایی چقدر است؟

$$I_m = ۲A \;,\; T = ۰/۰۲s$$

$$I = I_m\sin(\frac{۲\pi}{T}t) = ۲\sin(\frac{۲\pi}{۰/۰۲}t) = ۲\sin(۱۰۰\pi t)$$

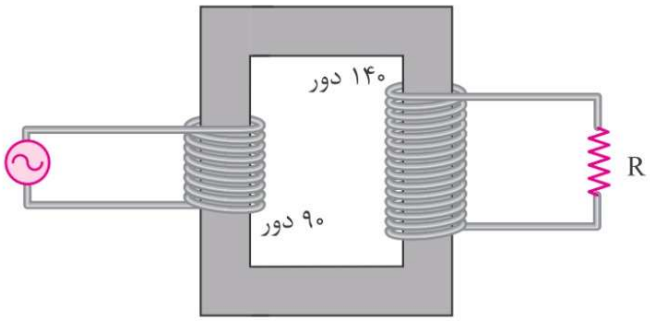
$$I = I_m = ۲ \Rightarrow ۲\sin(۱۰۰\pi t) = ۲ \Rightarrow \sin(۱۰۰\pi t) = ۱ = \sin(\frac{\pi}{۲}) \Rightarrow ۱۰۰\pi t = \frac{\pi}{۲} \Rightarrow t = ۰/۰۰۵s = ۵ms$$

$$\varepsilon = RI \Rightarrow \varepsilon_m = RI_m = ۵\times۲ = ۱۰V$$

ب) در لحظهٔ $t = \frac{۱}{۴۰۰}s$ ، جریان چقدر است؟

$$t = \frac{۱}{۴۰۰}s \Rightarrow I = ۲\sin(۱۰۰\pi\times\frac{۱}{۴۰۰}) = ۲\sin\frac{\pi}{۴} = \sqrt{۲}A$$

۲۰) در مبدل آرمانی شکل زیر، اگر بیشینهٔ ولتاژ دو سر مقاومت R برابر $۷/۰V$ باشد، بیشینهٔ ولتاژ مولد چقدر است؟



$$N_۱ = ۹۰ \;,\; N_۲ = ۱۴۰ \;,\; V_۲ = ۷V \;,\; V_۱ = ?$$

$$\frac{V_۲}{V_۱} = \frac{N_۲}{N_۱} \Rightarrow \frac{۷}{V_۱} = \frac{۱۴۰}{۹۰} \Rightarrow V_۱ = ۴/۵V$$

@cipbooks
قبل از استفاده حتما در کتابال سی آی پی بوکز عضو شوید