به نام خدا

سازمان آموزش وپرورش استان اصفهان

مدیریت آموزش وپرورش شهرستان کاشان

دبیرستان حاج عباس کریم

فیزیک سال یازدهم ریاضی

فصل چهارم(القای الکترومغناطیسی و جریان متناوب)

تهیه کننده:محمد انصاری تبار

فهرست

شارمغناطیسی

خود–القاوری

قانون فارادی

جریان متناوب

قانون لنز

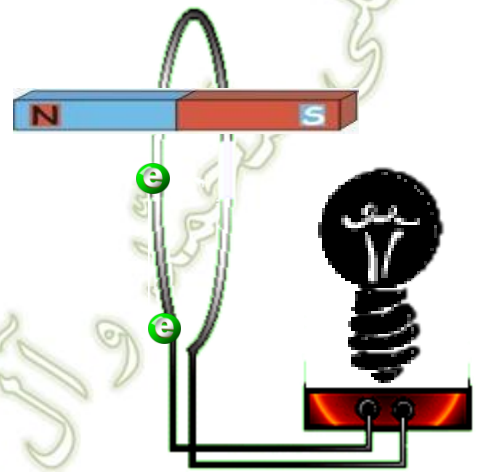
مبدل ها وتوان انتقال

موضوع :شارمغناطیسی

خروج

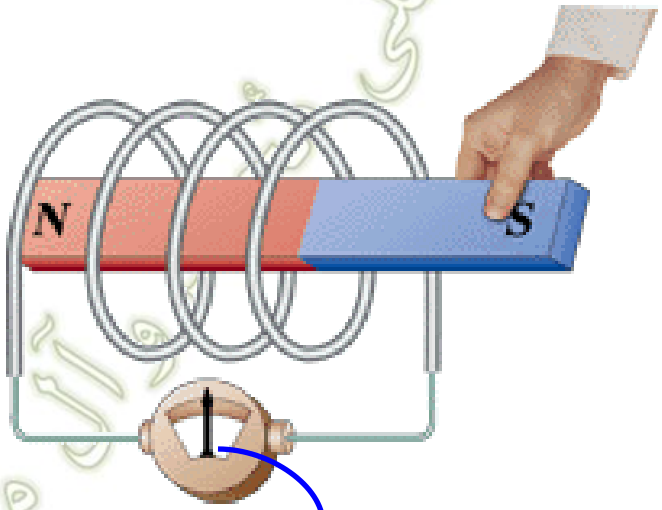
پدیده القای الکترو مغناطیسی :

هرگاه جریان الکتریکی دریک رسانا القا گردد،به این پدیده «القای الکترومغناطیسی» گویند .



جریان القایی :

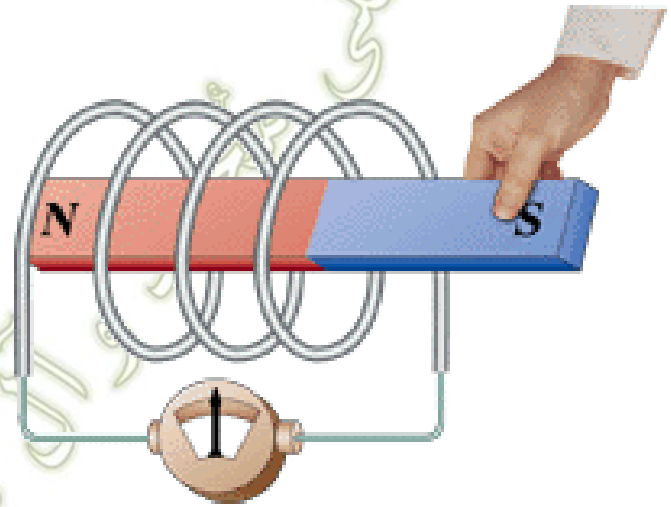
حرکت آهنربا به سمت پیچه (دورونزدیک شدن آهنربا از پیچه)باعث القای جریانی در پیچه می‌گردد، که به آن جریان القایی گویند.



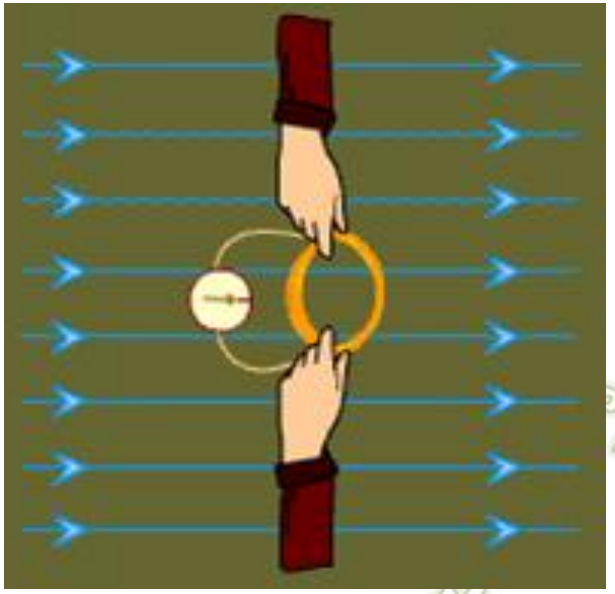
گالوانومتر(آمپرسنج حساس)

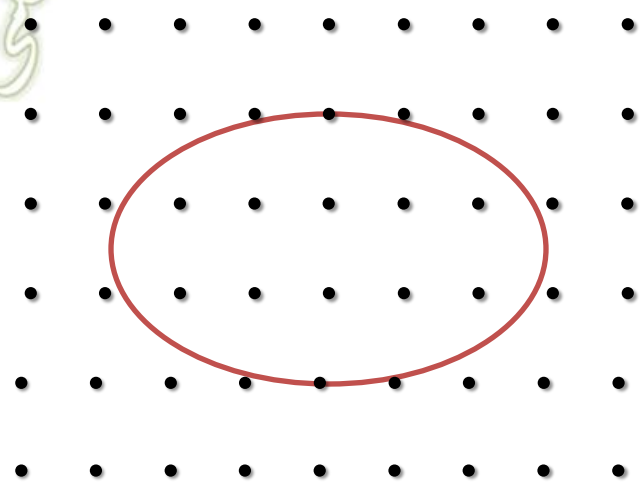
عوامل مؤثر در ایجاد جریان القایی رانام ببرید؟

۱-با دور و نزدیک کردن آهنربا به پیچه،میدان در محل پیچه تغییر کرده و جریان القایی درمدار ایجاد می گردد.

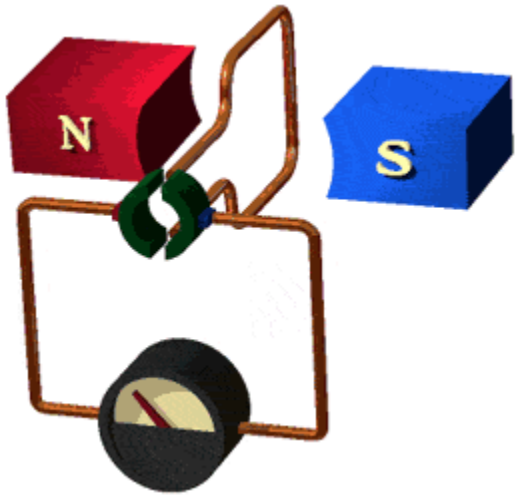


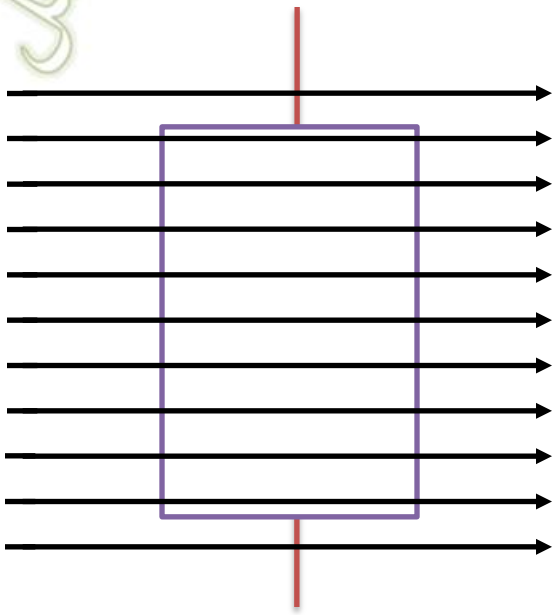
۲-اگر پیچه(انعطاف پذیر)دریک میدان مغناطیسی قراردهیدو ازدو نقطه گرفته و بکشید، بطوری که شکل آن عوض شود،دراثر تغییرشکل،مساحت پیچه تغییر کرده و جریان در مدار بوجود می آید.



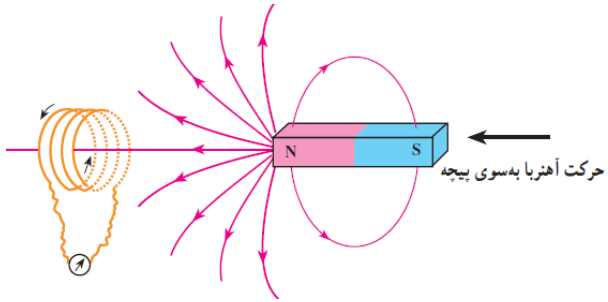


۳-تغییرزاویهٔبین حلقه وراستای میدان مغناطیسی نیزمی تواند عامل برقراری جریان الکتریکی القایی شود.

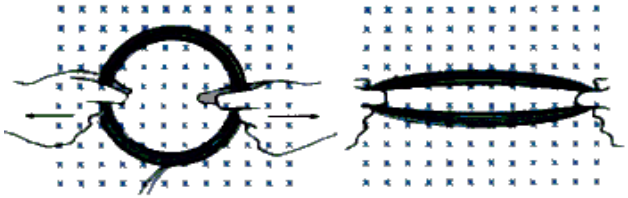




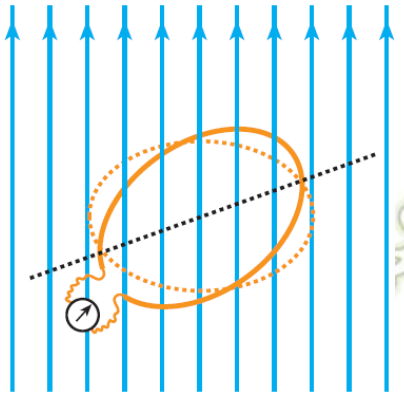
خلاصه:عوامل مؤثر در ایجاد جریان القایی عبارتند از :



۱-تغییردراندازه میدان مغناطیسی،درمحل پیچۀمداربسته



۲- تغییرمساحت مدار بسته در میدان مغناطیسی



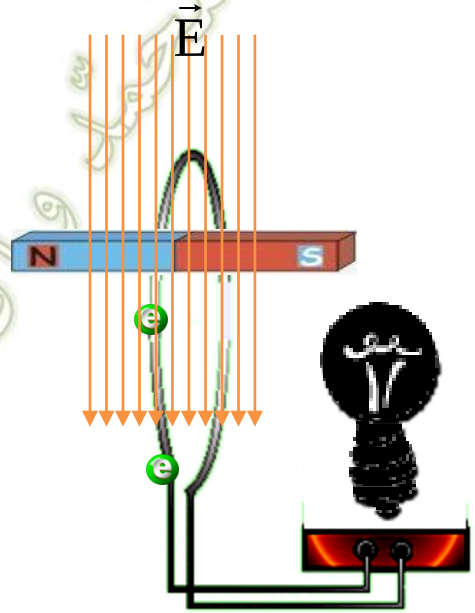
۳- تغییرزاویه بین حلقه و راستای میدان مغناطیسی

پرسش:

علت ایجادجریان القایی درمدارچیست؟

پاسخ:

دراثرتغییر میدان مغناطیسی،یک میدان الکتریکی القایی درفضا ایجادمی‌شودو ازآنجایی که مداردراین میدان الکتریکی قراردارد بر الکترون های آزادداخل آن نیرو واردمی‌شود و حرکت الکترونها باعث ایجاد نیروی محرکه وجریان القایی، می‌شود.



پرسش:

میزان آب عبوری از کدام حلقه بیشتراست؟

پاسخ:

(حلقه ای که سطح بزرگتر دارد.)

پرسش:

اگرشیرآب را کمی ببندیم میزان آبی که درواحد زمان از حلقه می گذرد چه تغییری می کند؟

پاسخ:

(میزان آب عبوری کم می شود.)

پرسش:

هر گاه حلقه راحول دستهٔ آن بچرخانیم میزان آب عبوری چه تغییری می کند؟

پاسخ:

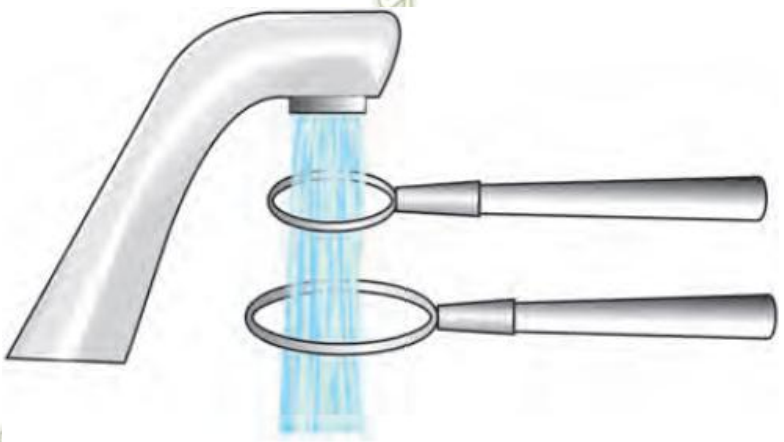
(تا ۹۰درجه میزان آب عبوری کم می شود.)

پرسش:

اگرشیرآب را کم و زیاد کنیم،میزان آب عبوری از دوحلقه رامقایسه کنید؟

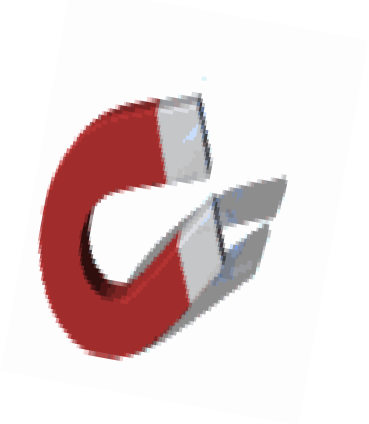
پاسخ:

(هردوحلقه ثابت می ماند.)

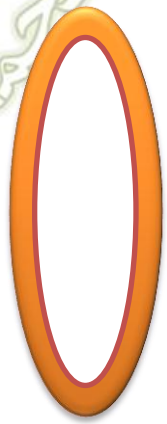


تعریف شار مغناطیسی: Φ (فی)

معرف تعدادخطوط مغناطیسی که به طور عمود از یک سطح بسته می‌گذرند ، شارمغناطیسی گویند.



شارکمیتی نرده‌ای است .



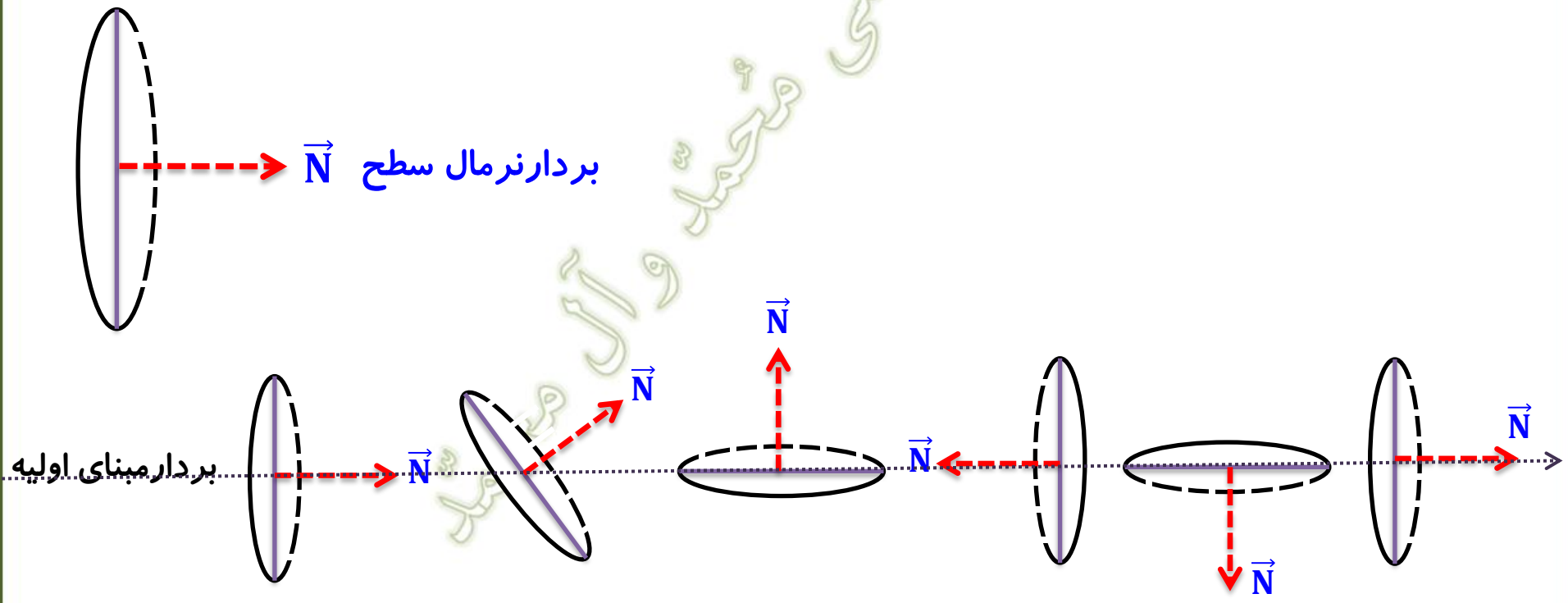
$\vec{B}$

اللهم صل علی محمد و آل محمد

بردار سطح:

برای نمایش یک سطح،نیم خطی برسطح پیچه عمودمی کنیم.جهت این نیم خط همان جهت بردار سطح خواهد بود.

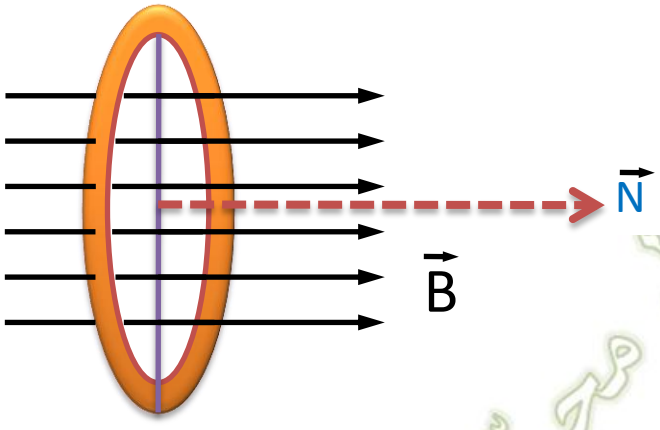
اگر یک سطح بچرخد، نیم خط عمود بر سطح Nنیز با همان اندازه می چرخد.



فرمول شار مغناطیسی که از یک سطح تخت می‌گذرد :

$$\Phi = B.A.\cos\theta$$

- شارمغناطیسی
  - برحسب وبر wb
- میدان مغناطیسی
  - برحسب تسلا
- مساحت پیچه
  - بر حسب متر مربع
- θ زاویه بین نیم خط عمود بر سطح پیچه و راستای میدان
  - بر حسب درجه

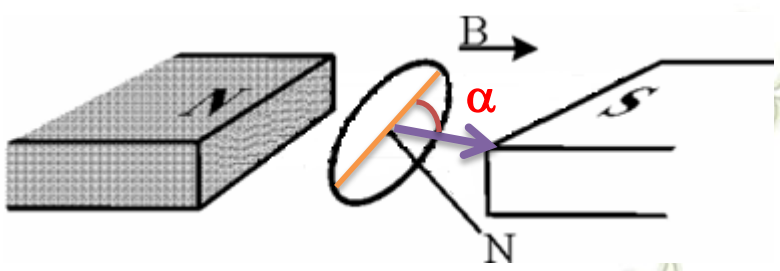


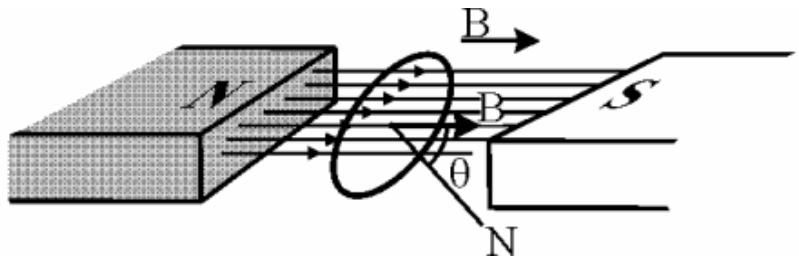
بردارN را برهر طرف سطح حلقه عمودکنیم ،اهمیت ندارد.البته با تعویض جهت N ،علامت Φتغییر خواهد کرد،ولی اندازه آن تغییر نمی کند.

نکته:

درمسائل شار،اگرزاویه بین سطح قاب با سوی مثبت میدان مغناطیسی(α)را داده باشند آنگاه:زاویه بین نیم خط عمود برسطح و سوی مثبت میدان مغناطیسی یعنی θ ازرابطه ی زیرپیدا می شود

$$\theta = |۹۰ - \alpha|$$

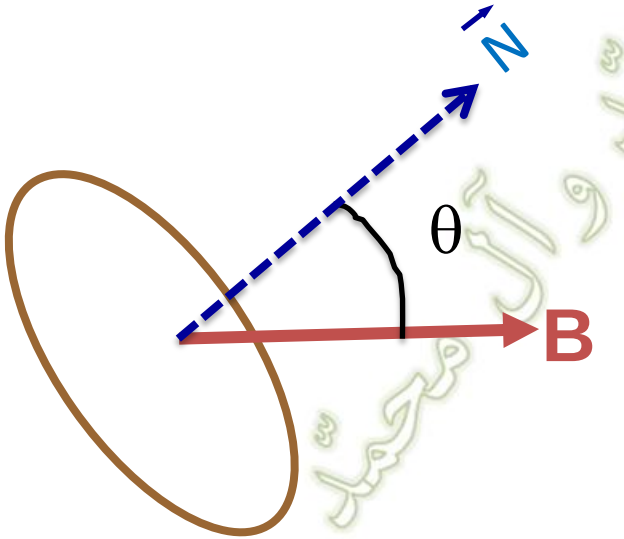


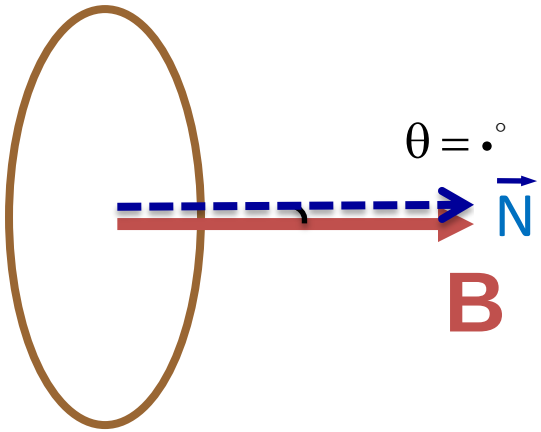


تغییر شار مغناطیسی عبوری از یک حلقه

همواره دو جهت برای رسم نیم خط عمود بر یک سطح معین وجود دارد. علامت شار مغناطیسی عبوری از این سطح نیز به انتخاب این جهت بستگی دارد. در حلّ یک مسئله، همواره باید یک جهت را انتخاب کنیم و تا پایان آن را تغییر ندهیم،بنابراین ممکن است شار مثبت ، منفی یا صفر شود.

$$\Delta\Phi = \Phi_{۲} - \Phi_{۱} \quad \Rightarrow \quad \Delta\Phi = AB(\cos\theta_{۲} - \cos\theta_{۱})$$

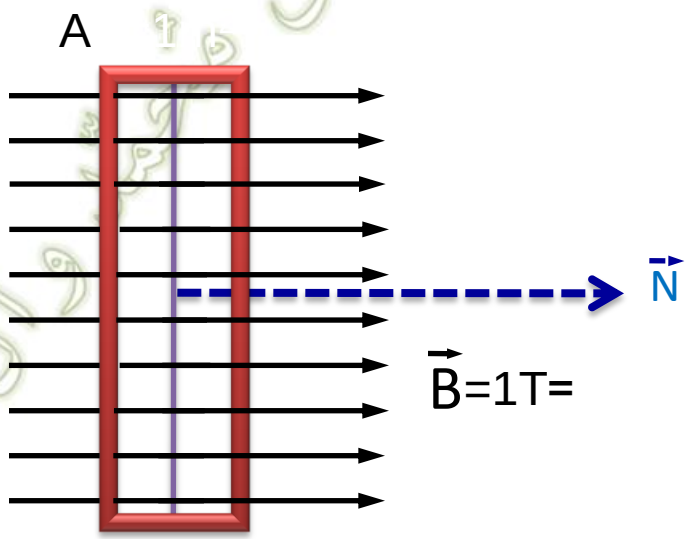




یکای شار مغناطیسی:

اگرقابی به مساحت $1m^2$ عمودبرمیدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی $1T$ قرار گیرد، شار مغناطیسی گذرنده ازآن برابر یک وبر(1 wb) خواهد شد .

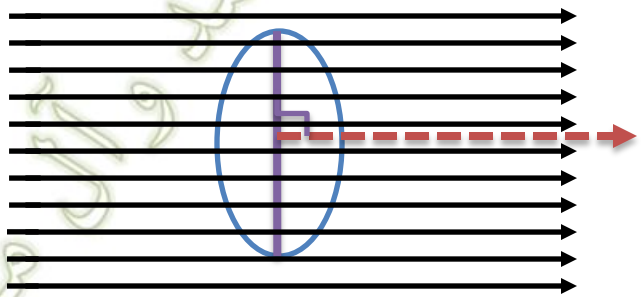
$$\Phi = BA\cos\theta \rightarrow 1Wb = 1T.1m^2.\cos 0$$



نکته:

هرگاه سطح قاب عمود برمیدان مغناطیسی باشد،آنگاه $\alpha=۹۰^{\circ}$بوده یعنی ؛ شار عبوری از قاب ماکزیمم می‌شود.

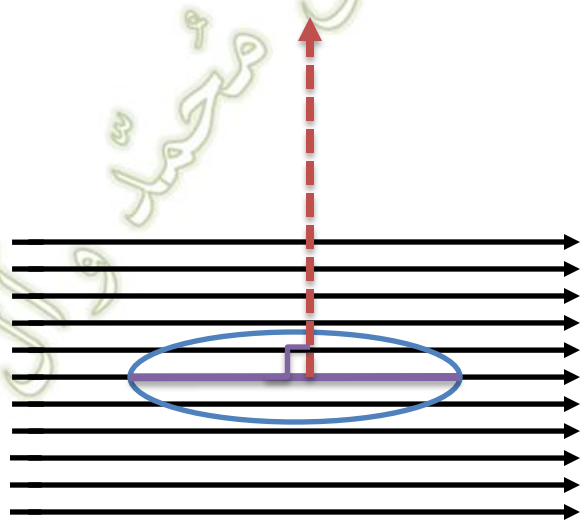
$$\begin{cases}\theta=|۹۰-\alpha| \\ \theta=|۹۰-۹۰|=۰ \longrightarrow \Phi_{MAX}=BA \\ \cos ۰=۱\end{cases}$$



نکته:

هرگاه سطح قاب موازی میدان مغناطیسی باشد، آنگاه $\alpha = 0$ بوده یعنی؛ شار عبوری از قاب صفر می‌شود.

$$\begin{cases} \theta = |۹۰ - \alpha| \\ \theta = |۹۰ - ۰| = ۹۰^\circ \\ \cos ۹۰^\circ = ۰ \end{cases} \longrightarrow \Phi_{min} = 0$$



تغییر شار مغناطیسی :

هنگامی رخ می دهد که میدان مغناطیسی یا مساحت سطح ویا زاویهٔنیم خط عمود برسطح رسانا با میدان ، تغییر کند.

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

B تغییر کند ⟶ $\Delta\Phi = A\cos\theta(\Delta B)$

A تغییر کند ⟶ $\Delta\Phi = B\cos\theta(\Delta A)$

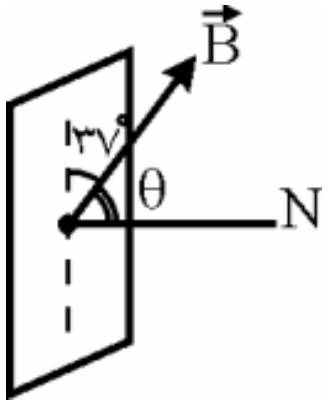
θ تغییر کند ⟶ $\Delta\Phi = BA(\Delta\cos\theta)$

تمرین:

صفحه‌ای مربع شکل به ضلع $20\,cm$ در یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی $3\mu T$ قرار دارد؛ به‌طوری که خط‌های میدان با سطح صفحه زاویهٔ 37° می‌سازند. شار مغناطیسی گذرنده از صفحه چند وبر است؟ $\cos 53 = 0/6$

پاسخ:

$$\Phi = 7/2\times10^{-8}\,Wb$$



$$a = 20\,cm = 0/2\,m \rightarrow A = a^2 \rightarrow A = 4\times10^{-2}\,m^2$$

$$\alpha = 37^\circ \rightarrow \theta = |90-\alpha| \rightarrow \theta = |90-37| = 53^\circ$$

$$B = 3\mu T = 3\times10^{-6}\,T$$

$$\Phi = ?$$

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

$$\Phi = 3\times10^{-6}\times4\times10^{-2}\times0/6$$

$$\Phi = 7/2\times10^{-8}\,Wb$$

تمرین ۴-۱

الف)حلقه ای به مساحت $۲۵cm^۲$درون میدان مغناطیسی یکنواخت درون سویی به اندازهٔ $۰/۰۳T$ قراردارد(شکل الف)شارمغناطیسی عبوری از حلقه را به دست آورید.ب)اگر مطابق شکل ب وبدون تغییر $\vec{B}$،مساحت سطح حلقه رابه $۱۰cm^۲$برسانیم، شار مغناطیسی عبوری ازحلقه رادراین وضعیت به دست آورید.پ)اگراین تغییرشاردربازهٔزمانی$\Delta t = ./۲s$ رخ داده باشد، آهنگ تغییر شار $(\Delta\Phi/\Delta t)$ را پیدا کنید.

پاسخ:

$A_۱ = ۲۵\times۱۰^{-۴}\,m^۲$

$B = ./۰۳T \quad \Phi = BA\cos\theta$

$\theta = ۰^\circ$

الف

$\Phi_۱ = ? \rightarrow \Phi_۱ = ./۰۳\times۲۵\times۱۰^{-۴}\times\cos۰^\circ \rightarrow \Phi_۱ = ۷/۵\times۱۰^{-۵}Wb$

$A_۲ = ۱۰\times۱۰^{-۴}\,m^۲$

ب

$\Phi_۲ = ? \rightarrow \Phi_۲ = ./۰۳\times۱۰\times۱۰^{-۴}\times\cos۰^\circ \rightarrow \Phi_۲ = ۳\times۱۰^{-۵}Wb$

$\Delta t = ./۲s$

پ

$\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = ? \rightarrow \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{۳\times۱۰^{-۵} - ۷/۵\times۱۰^{-۵}}{./۲} \rightarrow \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -۲۲/۵\times۱۰^{-۵}\ \frac{Wb}{s}$

پرسش۴-۱

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

V/A □ V □ A □ Ω □

پاسخ:

ولت V

اللهم صل علی محمد و آل محمد

تمرین:

سیم پیچی دارای ۲۰۰حلقه می‌باشد. اگرسطح حلقه‌ها $500cm^2$ بوده و سطح حلقه‌های سیم پیچ عمودبرمیدان مغناطیسی به شدت۰/۴ تسلا باشد،شارعبوری ازسیم پیچ چیست؟

پاسخ:

$$\Phi = ۴Wb$$

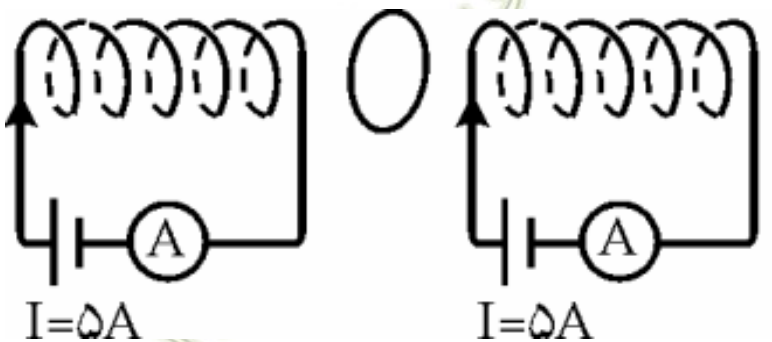
اللهم صل علی محمد و آل محمد

تمرین:

مطابق شکل زیر،حلقه‌ای به مساحت $50\,cm^2$ دریک میدان مغناطیسی یکنواخت، عمود بر خط‌های میدان قراردارد.اگرطول هریک ازسیملوله‌ها$20\,cm$و تعداد دور هریک ۲۰۰ دورباشدهردو سیملوله هم‌محور و به یکدیگرنزدیک باشند،شار گذرنده از حلقه را به دست آورید

پاسخ :

$\Phi = ۶/۲۸\times۱۰^{-۵}\,Wb$



پاسخ:

چون میدان‌های مغناطیسی حاصل از هر دو سیملوله هم‌سو است، داریم :

$$A = ۵۰cm^۲ = ۵۰\times ۱۰^{-۴}$$

$$\alpha = ۹۰^\circ \longrightarrow \theta = ۹۰ - ۹۰ = ۰$$

$$l = ۲۰cm = ./۲m$$

$$N = ۲۰۰$$

$$\Phi = ?$$

$$B = ?$$

$$B = \mu_. \frac{N}{l} I$$

$$B_T = B_۱ + B_۲ = ۲B_۱$$

$$B_T = ۲\mu_. \frac{N}{l} I = ۲\times ۴\pi \times ۱۰^{-۷} \times \frac{۲۰۰}{./۲} \times ۵$$

$$B_T = ۱/۲۵\times ۱۰^{-۲} T$$

$$\Phi = B_T A \cos ۰^\circ$$

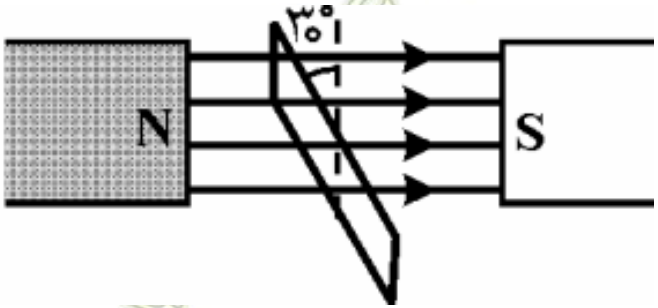
$$\Phi = ۵۰\times ۱۰^{-۴} \times ۱/۲۵\times ۱۰^{-۲} \times ۱$$

$$\Phi = ۶/۲۸\times ۱۰^{-۵} Wb$$

تمرین:

یک قاب به مساحت $۲۰cm^۲$ درمیدان مغناطیسی یکنواخت $۲T$ /. مطابق شکل واقع است . قاب را به اندازهٔ ۹۰° می‌چرخانیم(به‌طور ساعتگرد)،تغییرشارگذرنده ازآن را به‌دست آورید.

پاسخ :



$$\Delta\Phi = -۱/۴ \times ۱۰^{-۴}\,Wb$$

پاسخ:

همان‌طور که در شکل‌های الف و ب مشاهده می‌کنید $\theta_1 = ۳۰^\circ$ و $\theta_2 = ۶۰^\circ$ ؛ بنابراین داریم:

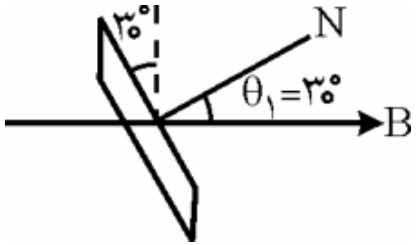
$A = ۲۰\,cm^۲ = ۲۰\times ۱۰^{-۴}\,m^۲$

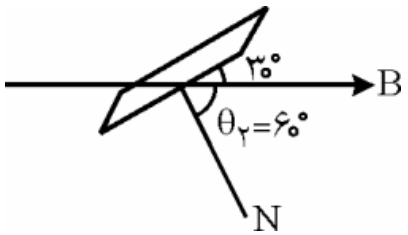
$B = ./۲T$

$\theta_1 = ۳۰^\circ$

$\theta_2 = ۶۰^\circ$

$\Delta\Phi = ?$





$\Phi_1 = AB\cos\theta_1$

$\Phi_2 = AB\cos\theta_2$

$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$

$\Delta\Phi = AB(\cos\theta_2 - \cos\theta_1)$

$\Delta\Phi = ۲۰\times ۱۰^{-۴} \times ./۲ \times (\cos ۶۰^\circ - \cos ۳۰^\circ)$

$\Delta\Phi = ۲۰\times ۱۰^{-۴} \times ./۲ \times (./۵ - ./۸۵)$

$\Delta\Phi = -۱/۴ \times ۱۰^{-۴}\,Wb$

تمرین:

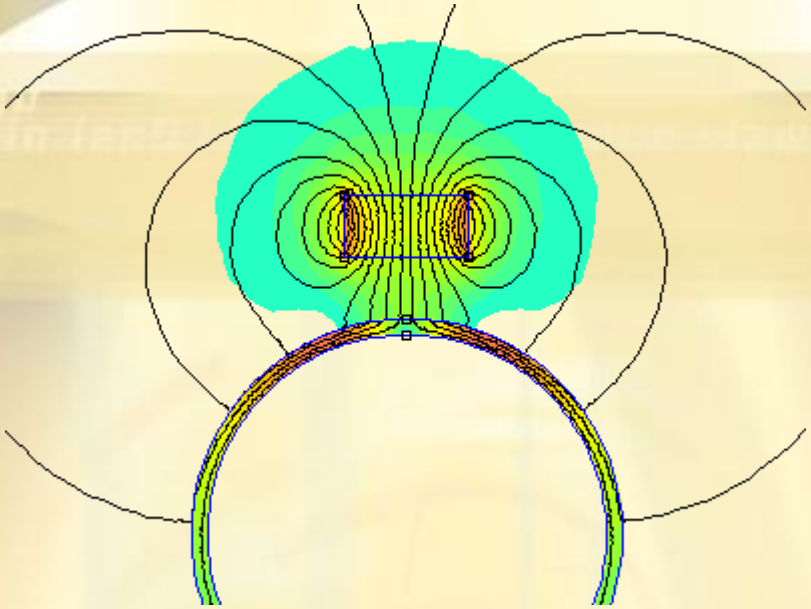
سیم پیچی با مساحت $400cm^2$ دریک میدان مغناطیسی به شدت ۰/ ۴ تسلا قرار دارد شار مغناطیسی را در این سیم پیچ در هر یک از حالت های زیر حساب کنید:

الف-سیم پیچ عمود بر میدان قرار داشته باشد.

ب - زاویه سیم پیچ با خطوط میدان ۳۰ درجه باشد.

پ-سیم پیچ موازی با خطوط میدان باشد.

اللهم صل علی محمد و آل محمد



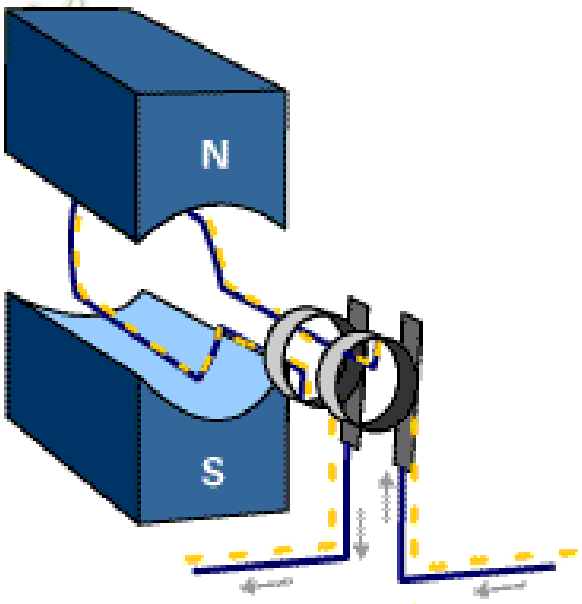
موضوع :قانون فارادی

خروج

قانون فارادی :

هرگاه شارمغناطیسی‌ای که از مدار بسته‌ای می‌گذرد تغییرکند، نیروی محرکه‌ای درآن القا می‌شودکه بزرگی نیروی محرکه القایی با آهنگ تغییر شار مغناطیسی متناسب است.

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



نکته:

علامت منفی دررابطه به خاطررعایت قانون لنز می‌باشد.(بعداً توضیح داده خواهد شد)

نکته:

هنگامی که آهنگ تغییر شارمغناطیسی ثابت بماند،نیروی محرکه القایی متوسط $\bar{\varepsilon}$ برابر نیروی محرکه ای لحظه ای بوده و با نمادε نمایش می دهیم

مقدار شدت جریان القاء شده از رابطه زیر بدست می‌آید :

جریان القایی متوسط:

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

نکته:

هرچه آهنگ تغییر شار مغناطیسی بیشتر باشد، نیروی محرکهٔ القایی و در نتیجه جریان القایی تولید شده در مدار بیشتر خواهد بود

آهنگ تغییراتی که باعث ایجاد جریان القایی :

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

B تغییر کند ⟵ $\Delta\Phi = A\cos\theta(\Delta B)$ ⟵ $\bar{\varepsilon} = -NA\frac{\Delta B}{\Delta t}\cos\theta$ ⟵ آهنگ تغییرات میدان

A تغییر کند ⟵ $\Delta\Phi = B\cos\theta(\Delta A)$ ⟵ $\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta A}{\Delta t}B\cos\theta$ ⟵ آهنگ تغییرات سطح

θ تغییر کند ⟵ $\Delta\Phi = BA(\Delta\cos\theta)$ ⟵ $\bar{\varepsilon} = \frac{-NAB(\cos\theta_2 - \cos\theta_1)}{\Delta t}$

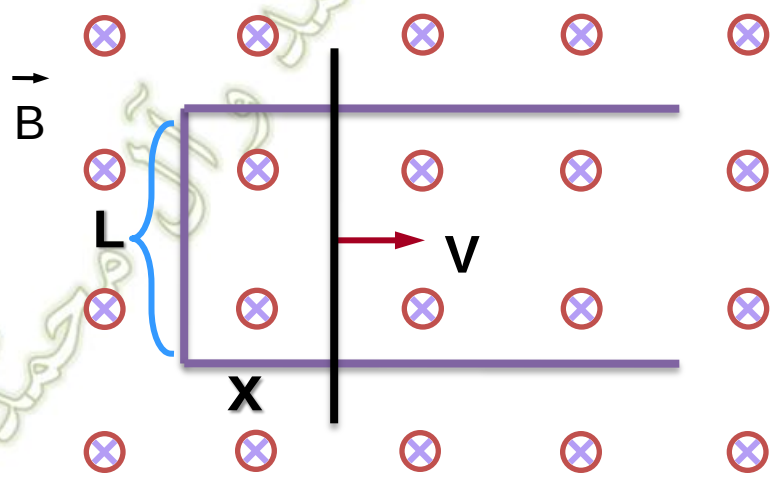
محاسبهٔ نیروی محرکهٔ القایی در رسانای متحرک در میدان مغناطیسی

$$\left.\begin{array}{l}\Phi = B \cdot A\cos\theta \\ A = L.x \\ \cos 0 = 1\end{array}\right\} \Phi = BLx$$

$$\left.\begin{array}{l}\varepsilon = -\dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t} \\ \varepsilon = -BL\dfrac{\Delta x}{\Delta t} \\ V = \dfrac{\Delta x}{\Delta t}\end{array}\right\} \varepsilon = -BLV$$

بلوار !

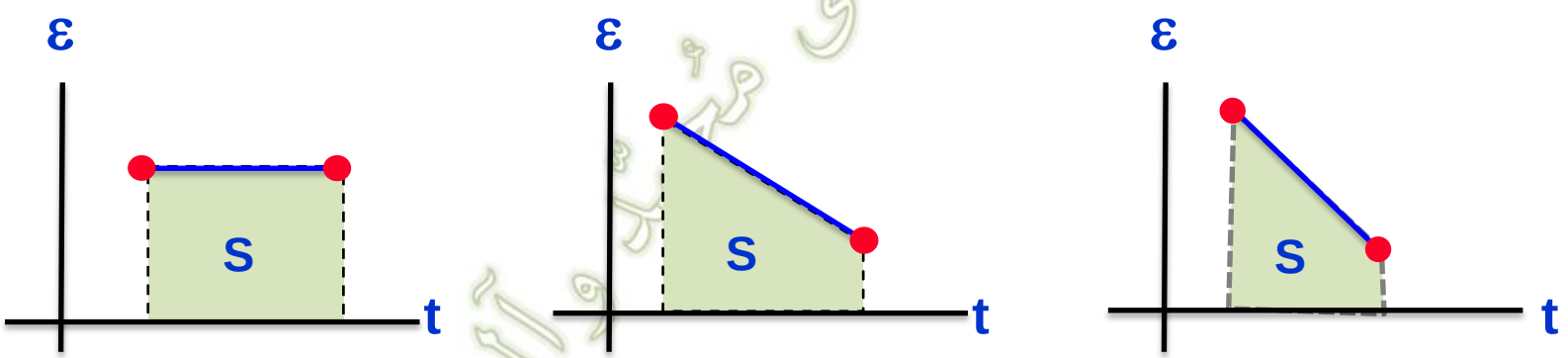
سیم با تندی V خارج می‌شود



چند نکته مهم:

۱-برای رسم نمودار ε-t ازروی Φ-t،باید لزوماً به علامت منفی دررابطهٔ $-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ توجه شود.

۲-مساحت زیرنمودار نیرو محرکه-زمان برابر $|N\Delta\Phi|$ می باشد.که N تعدادحلقه ها و $\Delta\Phi$ تغییر شار عبوری از پیچه است



$$\varepsilon = \left|-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| \rightarrow \varepsilon.\Delta t = |N\Delta\Phi| \left.\begin{array}{l} S = \varepsilon.\Delta t \\ \varepsilon.\Delta t = |N\Delta\Phi| \end{array}\right\} S = |N\Delta\Phi|$$

محاسبه بارالکتریکی جاری شده درمدار براثرتغییر شار:

اگردریک پیچه با N حلقه،شارعبوری درمدت Δt ثانیه به اندازهٔ $\Delta\Phi$ تغییرکند،در مدار بارالکتریکی q جاری می شود که برای به دست آوردن آن داریم:

$$\begin{cases} \bar{I}=\dfrac{\bar{\varepsilon}}{R} \rightarrow \bar{I}=-\dfrac{N}{R}\dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t} \\ \bar{I}=\dfrac{\Delta q}{\Delta t} \end{cases} \Rightarrow -\frac{N}{R}\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=\frac{\Delta q}{\Delta t} \rightarrow \Delta q=\left|N\frac{\Delta\Phi}{R}\right|$$

تمرین:

تابع شارمغناطیسی گذرنده ازیک حلقهٔ بسته برحسب زمان در SIبه‌صورت $\Phi=t^{۲}-۲t+۳$ است.اندازهٔنیروی محرکهٔ القایی متوسط در بازهٔ زمانی $t_۱=۱s$ تا $t_۲=۳s$ چندولت است؟

پاسخ :

$\bar{\varepsilon}=-۲v$

$N=۱$

$\Phi=t^{۲}-۲t+۳$

$\bar{\varepsilon}=?$

$t_۱=۱s$

$t_۲=۳s$

$t_۱=۱s \xrightarrow{\Phi=t^{۲}-۲t+۳} \Phi_۱=۱^{۲}-۲\times۱+۳=۲Wb$

$t_۲=۳s \longrightarrow \Phi_۲=۳^{۲}-۲\times۳+۳=۶Wb$

$\Delta t=t_۲-t_۱=۲s$

$\Delta\Phi=\Phi_۲-\Phi_۱=۶-۲=۴Wb$

$\bar{\varepsilon}=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \longrightarrow \bar{\varepsilon}=-۱\times\frac{۴}{۲}=-۲v$

تمرین :

میدان مغناطیسی عمودبرسطح پیچه ای بامساحت سطح مقطع ۰/۱ مترمربع،شامل ۱۰۰۰ دورسیم روکش داربه طوریکنواخت دربازهٔ زمانی ۰/۵ ثانیه،بدون تغییرجهت از۰/۹ تسلا به۰/۴ تسلا کاهش می یابد. اندازهٔ نیروی محرکهٔ القای متوسط درپیچه چند ولت است؟

پاسخ :

$$\theta = 0$$
$$A = 0/01\,m^2$$
$$N = 1000$$
$$\Delta t = 0/05\,s$$
$$B_1 = 0/9\,T$$
$$B_2 = 0/4\,T$$
$$\Delta B = B_2 - B_1 = 0/4 - 0/9 = -0/5\,T$$
$$\bar{\varepsilon} = ?$$

$$\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \xrightarrow{B\text{متغییر}} \bar{\varepsilon} = -NA\frac{\Delta B}{\Delta t}\cos\theta \rightarrow$$

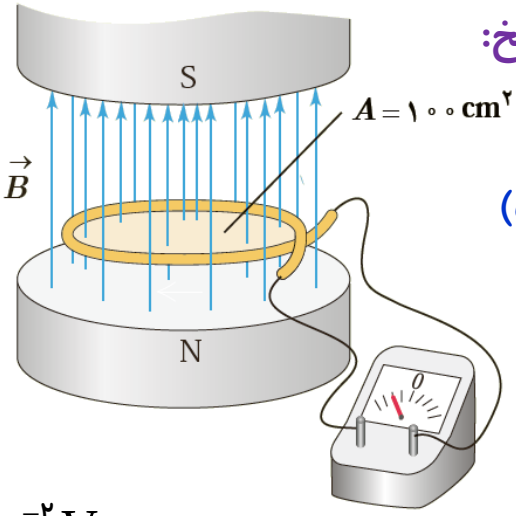
$$\bar{\varepsilon} = -1000 \times 0/01\frac{-0/5}{0/05}\cos 0 \rightarrow \bar{\varepsilon} = +100\,v$$

$$\bar{\varepsilon} = 100\,v$$

تمرین ۴-۲

میدان مغناطیسی بین قطب های آهنربای الکتریکی شکل روبه رو که بر سطح حلقه عمود است با زمان تغییر می کند و در مدت ۰/۴۵s از ۰/۲۸T ، رو به بالا،به ۰/۱۷T ، رو به پایین می رسد. در این مدت،الف)نیروی محرکهٔ القایی متوسط در حلقه را به دست آورید.ب)اگر مقاومت حلقه ۱۰ Ω باشد، جریان القایی متوسط در حلقه را پیدا کنید.

پاسخ:



الف)

$N = ۱$

$\theta = ۰^\circ$

$\Delta t = ./۴۵s$

$B_۱ = ./۲۸T$

$B_۲ = -./۱۷T$

$A_۱ = ۱۰۰\times۱۰^{-۴}\,m^۲$

$\bar{\varepsilon} = ?$

$R = ۱۰\Omega$

$\bar{I} = ?$

$$\Delta B = B_۲ - B_۱ = -./۱۷ - ./۲۸ = -./۴۵T$$

$$\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \xrightarrow{B\text{متغییر}} \bar{\varepsilon} = -NA\frac{\Delta B}{\Delta t}\cos\theta$$

$$\bar{\varepsilon} = -۱\times۱۰^{-۲}\times\frac{-./۴۵}{./۴۵}\times\cos۰^\circ \Rightarrow \bar{\varepsilon} = ۱۰^{-۲}V$$

ب)

$$\bar{I} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} \Rightarrow \bar{I} = \frac{۱۰^{-۲}}{۱۰} \Rightarrow \bar{I} = ۱۰^{-۳}A = ۱mA$$

پرسش۴-۲

تندی سنج دوچرخه های مسابقه ای شامل یک آهنربای کوچک و یک پیچه است.آهنربا به یکی از پره های چرخ جلو و پیچه به دو شاخ فرمان متصل است(شکل زیر)دو سر پیچه با سیم های رسانا به نمایشگر تندی سنج(که در واقع نوعی رایانهٔ کوچک است) وصل شده است. به نظر شما تندی سنج دوچرخه چگونه کار می کند؟ این موضوع را در گروه خود به گفت و گو بگذارید و نتیجه را به کلاس درس ارائه دهید

پاسخ:

عبورآهنربا ازجلوی پیچهٔمتصل به دوشاخ جلوی دوچرخه،سبب تغییرشارمغناطیسی عبوری ازپیچه ودرنتیجه القای جریان می شود.این جریان توسط یک رایانهٔکوچک خوانده می شود وباتوجه به تعدادمرتبه ای که این جریان القایی دریک زمان مشخص(مثلاً یک دقیقه)توسط رایانه ثبت می شود و همچنین با توجه به قطر چرخ که در رایانه وجود دارد، سرعت سنج دوچرخه کار می کند.

تمرین:

معادله شاردرمداری به صورت $\Phi = -t^{2} - 2t$ می‌باشد.مقدارنیروی محرکه متوسط بین دو لحظهٔ $t_1 = 1s$ و $t_2 = 3s$ چقدر است؟

پاسخ :

$\bar{\varepsilon} = 6v$

اللهم صل علی محمد و آل محمد

تست:

اگر آهنگ تغییر سطح در یک حلقه به مقاومت 400Ω برابر $200\ cm^2/s$ ، باشد و سطح حلقه بر خطوط میدان مغناطیسی یکنواختی به شدت $0/4$ تسلا عمود باشد ، شدت جریان القاء شده در آن چند آمپر است؟

۱) 4×10^{-5} ۲) $0/2\times10^{-3}$ ۳) 2×10^{-5} ۴) 1×10^{-5}

پاسخ :

$$\begin{cases} R=400\Omega \\ N=1 \\ \dfrac{\Delta A}{\Delta t}=200\times10^{-4}\ \dfrac{m^2}{s} \\ B=0/4T \\ \theta=0 \\ I=? \end{cases}$$

$$\varepsilon=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \xrightarrow{A\text{متغییر}} \varepsilon=-NB\frac{\Delta A}{\Delta t}\cos\theta$$

$$\varepsilon=-1\times0/4\times2\times10^{-2}\cos0 \rightarrow \varepsilon=-8\times10^{-3}$$

$$R=400\Omega$$

$$I=\left|\frac{\varepsilon}{R}\right| \rightarrow I=\frac{8\times10^{-3}}{400} \rightarrow I=2\times10^{-5}A$$

تمرین :

سیملوله ای با ۵۰۰دور دریک میدان مغناطیسی متغیر با زمان قرار گرفته است.مساحت مقطع سیملوله $25cm^2$وآهنگ تغییرمیدان $8\times10^{-3}\ T/S$ است.بیشینهٔنیروی محرکهٔ القایی متوسط درسیملوله رامحاسبه کنید.

پاسخ :

$$\begin{cases} N=500 \\ A=25\times10^{-4}\ m^2 \\ \dfrac{\Delta B}{\Delta t}=8\times10^{-3}\ \dfrac{T}{S} \\ \theta=0 \\ \bar{\varepsilon}=? \end{cases}$$

$$\bar{\varepsilon}=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \xrightarrow{\text{Bمتغییر}} \bar{\varepsilon}=-NA\frac{\Delta B}{\Delta t}\cos\theta \rightarrow$$

$$\bar{\varepsilon}=-500\times25\times10^{-4}\times8\times10^{-3}\cos0 \rightarrow \bar{\varepsilon}=-0/01v$$

$$\bar{\varepsilon}=-10^{-2}v$$

تمرین :

قابی به مساحت $600\,cm^2$ عمودبرخط های میدان مغناطیسی به بزرگی $0/4$ تسلا قرارگرفته است. اگراین قاب را درمدت 3 میلی ثانیه به طوری بچرخانیم که زاویه نیم خط عمودبرقاب باخطهای میدان به 60° برسد،اندازه نیروی محرکه القایی متوسط چقدراست؟ $\cos 60 = 0/5$

پاسخ :

$$\bar{\varepsilon} = -4v$$

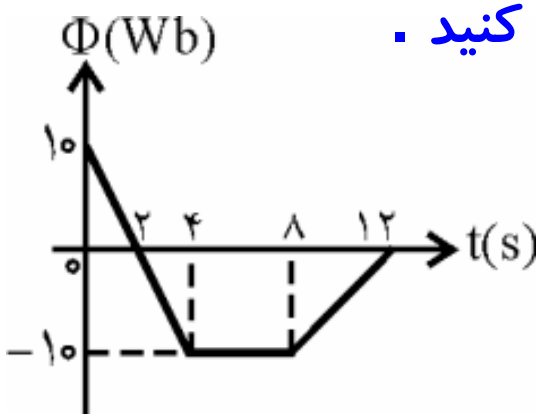
$$\begin{cases} N = 1 \\ A = 600 \times 10^{-4}\,m^2 \\ \theta_1 = 0 \\ B = 0/4T \\ \Delta t = 3 \times 10^{-3}\,s \\ \theta_2 = 60 \\ \bar{\varepsilon} = ? \end{cases}$$

$$\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \xrightarrow{\theta\text{متغییر}} \bar{\varepsilon} = \frac{-NAB(\cos\theta_2 - \cos\theta_1)}{\Delta t}$$

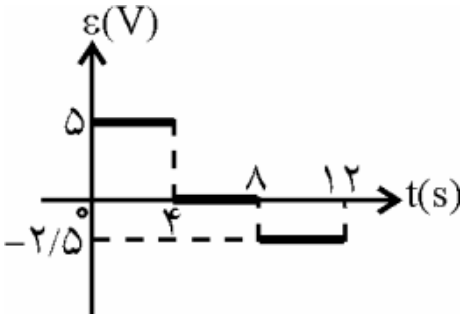
$$\bar{\varepsilon} = -\frac{1 \times 0/4 \times 600 \times 10^{-4}(0/5 - 1)}{3 \times 10^{-3}} \rightarrow \bar{\varepsilon} = -4v$$

تمرین :

نمودارشار مغناطیسی گذرنده از یک حلقهٔ بسته برحسب زمان به‌صورت زیر است.نمودار تغییرات نیروی محرکهٔ القایی در حلقه را برحسب زمان رسم کنید .



پاسخ :



$\varepsilon_1 = 5V$

$\varepsilon_2 = 0V$

$\varepsilon_3 = 2/5V$

در بازه‌ی زمانی صفر تا ۴ s

در بازه‌ی زمانی ۴ s تا ۸ s

در بازه‌ی زمانی ۸ s تا ۱۲s

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

$$\varepsilon_1 = -1\times\frac{(-10-10)}{4-0} \Rightarrow \varepsilon_1 = 5V$$

$$\varepsilon_1 = -1\times\frac{-10-(-10)}{8-4} \Rightarrow \varepsilon_2 = 0V$$

$$\varepsilon_3 = -1\times\frac{0-(-10)}{12-8} \Rightarrow \varepsilon_3 = -2/5V$$

تست سراسری تجربی-۸۴

پیچه ای دارای ۵۰حلقه است وشارمغناطیسی $0/04\ Wb$ ازآن می گذرد.این شار مغناطیسی به طورمنظم کاهش پیدا کرده ودرمدت Δt به صفرمی رسد.اگرمقاومت الکتریکی این مدار 5Ω باشد، چند کولن بارالکتریکی القایی در این مدت در مدار شارش پیدا می کند؟

۱) ۰/۰۲ ۲) ۰/۴ ۳) ۲ ۴) ۴

پاسخ:

گزینه ۲ صحیح است.

اللهم صل علی محمد و آل محمد

تمرین :

میدان مغناطیسی عمودبریک قاب دایره ای شکل به مساحت $200cm^2$بازمان تغییرمی کند ودرمدت ۰/۵.ثانیه از۰/۲۲تسلا به ۰/۱۲ تسلا می رسد.بزرگی نیروی محرکه القایی متوسط درحلقه چندولت است؟

پاسخ :

$$\bar{\varepsilon} = ۴ \times ۱۰^{-۲}\,V$$

اللهم صل علی محمد و آل محمد

تمرین :

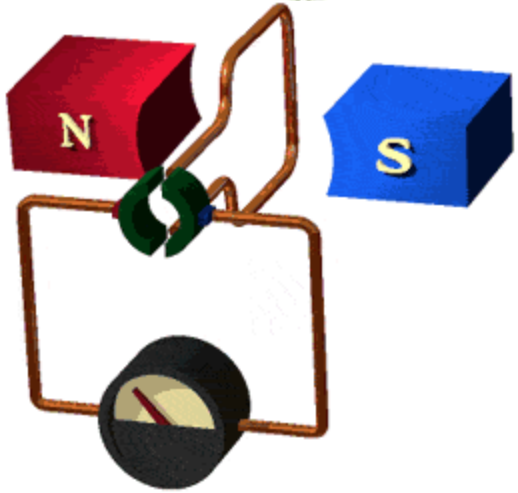
پیچه‌ای است شامل ۲۰دوربه طوری که سطح هر حلقه آن $400cm^2$ است. سطح پیچه با خطوط میدان مغناطیسی به شدت ۵تسلا زاویه 30°می‌سازد.اگراین پیچه در مدت۰۲s/. طوری دوران نمایدکه سطح پیچه عمودبرمیدان گردد،نیروی محرکه القاء شده چند ولت می‌شود؟

پاسخ :

اللهم صل علی محمد و آل محمد

نکته:

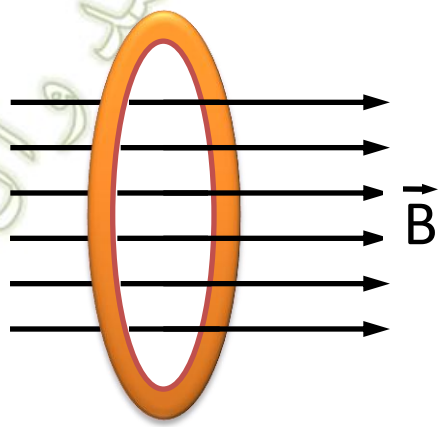
هرگاه حلقه‌ای به هر وضعیتی که دریک میدان مغناطیسی قرار داشته باشدو شار عبوری از آن Φ باشد، اگرحلقه حول خطی که درسطح حلقه است180°دوران نماید،شار عبوری از آن $-\Phi$ می‌شود.



تمرین :

میدان مغناطیس B برصفحهٔ یک حلقهٔ دایره‌ای به قطر ۲۰cm از سیم مسی به قطر مقطع ۲/۵ mmوبه مقاومت ویژهٔ $1/7 \times 10^{-8}\ \Omega.m$عمود است،این میدان با چه آهنگی نسبت به زمان تغییر کند تا جریان القایی برابر۱۰A در حلقه برقرار شود .

پاسخ :



تمرین :

میدان مغناطیسی عمودبریک حلقهٔ دایره ای شکل به قطر ۲/. متربازمان تغییرمی کندودر مدت ۵ s /. از۲۸/.تسلا به ۷۸/. تسلا می رسد.نیروی محرکهٔ القایی متوسط درحلقه چند ولت است؟ ($\pi\approx3$)

پاسخ :

$$\overline{\varepsilon} = ۳\times۱۰^{-۲}\,\mathrm{V}$$

اللهم صل علی محمد و آل محمد

تست:

حلقه‌ای به مساحت $4\ cm^2$ در یک میدان مغناطیسی متغیر قرار دارد. به دلیل تغییر میدان جریان القایی در این حلقه که مقاومت آن ۲۰ اهمی است به اندازه ۵ آمپرالقا می‌گردد. اگرحلقه عمود بر میدان باشد، آهنگ تغییرات میدان چند تسلا بر ثانیه است؟

۱) 25×10^{4} ۲) $12/5\times10^{4}$ ۳) ۱۰۰ ۴) صفر

پاسخ :

گزینه ۱ صحیح است.

اللهم صل علی محمد و آل محمد

تست:

حلقه‌ای عمود برمیدان مغناطیسی یکنواختی قراردارد و شار عبوری از آن ۰/ ۵ وبر است. اگردرمدت۰/۰۲ ثانیه حلقه حول خطی که درسطح آن است ۱۸۰° دوران نماید، نیروی محرکه القاء شده در آن چند ولت است؟

۱) صفر ۲) ۵۰ ۳) ۲۵ ۴) ۱۰۰

پاسخ :

$N = ۱$

$\Phi_۱ = ./۵ Wb$

$\Delta t = ./۰۲ s$

$\theta = ۱۸۰^\circ$

$\varepsilon = ?$

$\Delta\Phi = ?$

$$\Delta\Phi = -\Phi - \Phi = -۲\Phi$$

$$\Delta\Phi = -۲ \times ./۵ = -۱ Wb$$

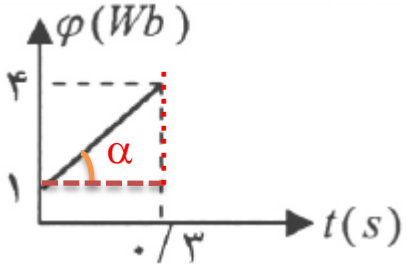
$$\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

$$\bar{\varepsilon} = -۱ \times \frac{-۱}{./۰۲}$$

$$\bar{\varepsilon} = ۵۰ v$$

تمرین :

نمودار $t - \Phi$ عبوری از یک حلقهٔ رسانا مطابق شکل روبه رواست. نیروی محرکهٔ القایی در حلقه رابه دست آورده ونمودار $t - \varepsilon$ رادرمدت فوق رسم نمائید.



پاسخ :

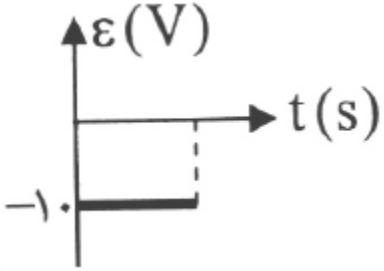
$$\varepsilon = -10\,v$$

$$m = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

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

شیب نمودار شارمغناطیسی ـ زمان با علامت منفی برابر نیروی محرکه‌ی القایی استچون نمودارخط راست است پس شیب آن ثابت است .

چون شیب ثابت است ⟵ $\bar{\varepsilon} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ ⟵ $\varepsilon = -\frac{(4-1)}{0/3} = -10\,v$ ⟵

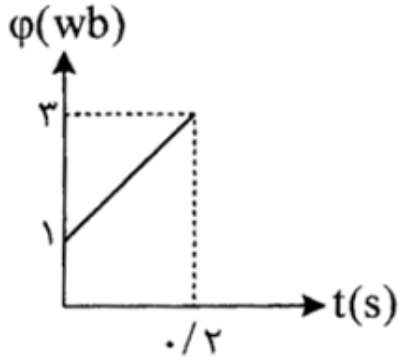


$$\varepsilon = -10$$

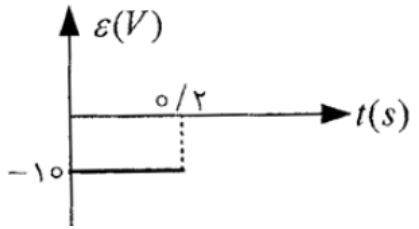
تمرین :

نمودار $\Phi - t$ عبوری از یک حلقه ی رسانا به مقاومت 4Ω مانند شکل روبه رو است.

الف) نیروی محرکهٔالقایی درحلقه را به دست آورده ونمودار $\varepsilon - t$رادرمدت فوق رسم نمائید. ب)شدت جریان القایی درحلقه چند آمپر است؟



پاسخ :

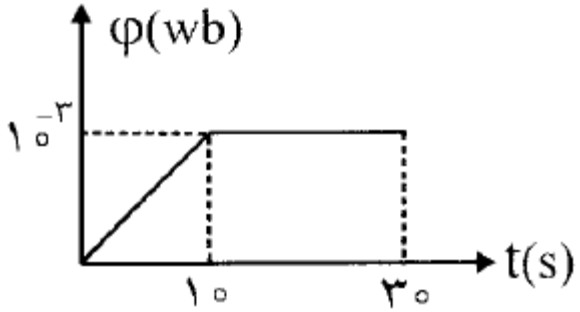


$$\varepsilon = -10v$$

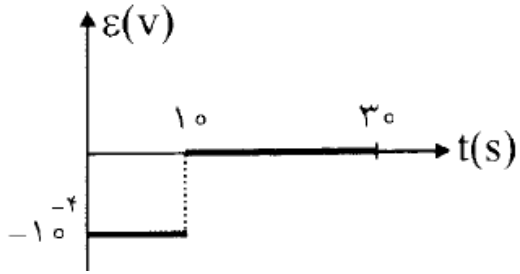
$$I = 2/5A$$

تمرین :

درشکل،نمودارتغییرات شار مغناطیسی که ازیک حلقهٔرسانا می گذرد،برحسب زمان رسم شده است.بامحاسبات لازم،نمودارنیروی محرکهٔ القایی درحلقه رابرحسب زمان رسم کنید.



پاسخ :



$\varepsilon_1 = -10^{-4}\,V$

$\varepsilon_2 = 0\,V$

در بازه‌ی زمانی صفر تا ۱۰ s

در بازه‌ی زمانی ۱۰s تا ۳۰s

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

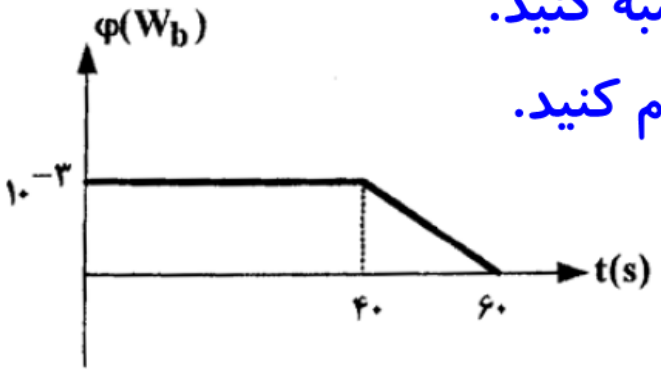
$$\varepsilon_1 = -\frac{(10^{-3} - 0)}{10} \rightarrow \varepsilon_1 = -10^{-4}\,V$$

$$\varepsilon_2 = -\frac{(10^{-3} - 10^{-3})}{30 - 10} \rightarrow \varepsilon_2 = 0\,V$$

تمرین :

نمودارتغییرات شارمغناطیسی عبوری ازیک حلقه برحسب زمان رادرشکل مقابل مشاهده می کنید.الف)نیروی محرکه ی القایی رادرهرمرحله محاسبه کنید.

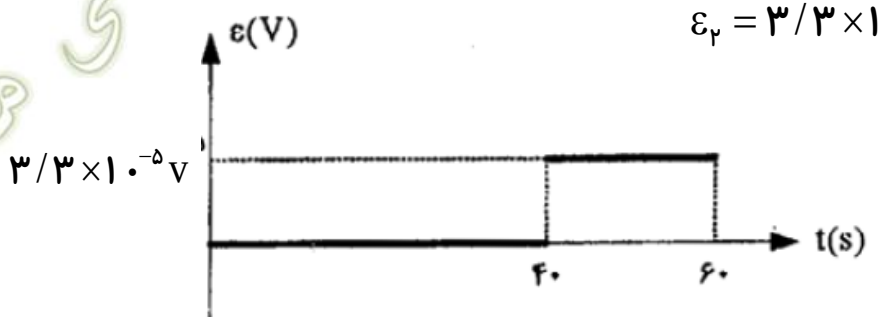
ب)نمودارنیروی محرکه برحسب زمان رادراین مدت رسم کنید.



پاسخ :

$\varepsilon_1 = 0V$

$\varepsilon_2 = 3/3\times10^{-5}V$



در بازه‌ی زمانی صفر تا ۴۰ S

در بازه‌ی زمانی ۴۰ S تا ۶۰S

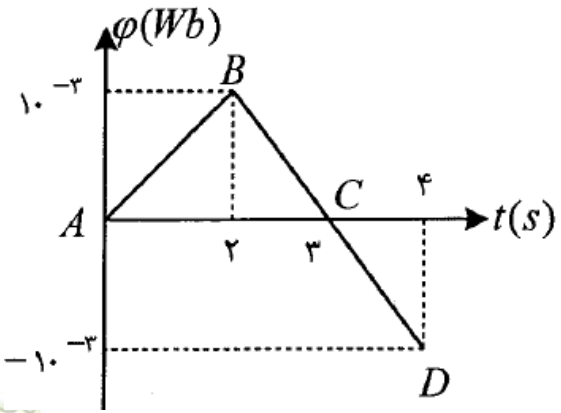
$$\bar{\varepsilon} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

$$\varepsilon_1 = -\frac{(10^{-3} - 10^{-3})}{40-0} \Rightarrow \varepsilon_1 = 0V$$

$$\varepsilon_2 = -\frac{(0 - 10^{-3})}{60-30} \Rightarrow \varepsilon_2 = 3/3\times10^{-5}V$$

تمرین :

درشکل روبه رو،نمودارتغییرات شارمغناطیسی برحسب زمان رابرای یک حلقه ی رسانا مشاهده می کنید،درهریک از سه مرحلهٔ ABوBCو CD،نیروی محرکهٔالقایی رامحاسبه کنید.



پاسخ :

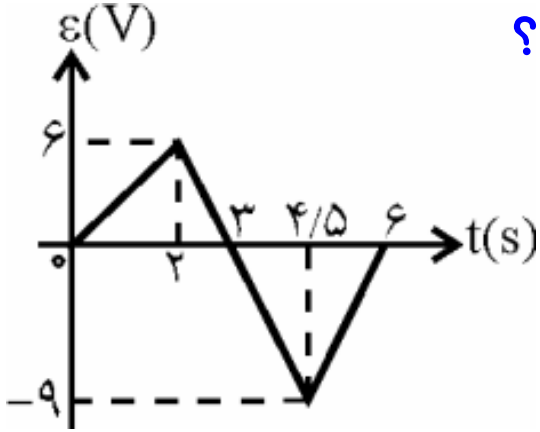
$$\varepsilon_{AB} = -۵\times ۱۰^{-۴}\,V$$

$$\varepsilon_{BC} = ۱۰^{-۳}\,V$$

$$\varepsilon_{CD} = ۱۰^{-۳}\,V$$

تمرین :

نمودارنیروی محرکهٔ القایی-زمان مربوط به یک حلقهٔ بسته مطابق شکل روبه‌رو می‌باشد . تغییر شار مغناطیسی در بازهٔزمانی صفر تا ۶ S چند وبر است؟



پاسخ :

$$\Delta\Phi = -۴/۵\,Wb$$

مساحت سطح محصور بین نمودار نیروی محرکهٔالقایی-زمان با محور زمان در یک حلقه برابر $\Delta\Phi$- است؛

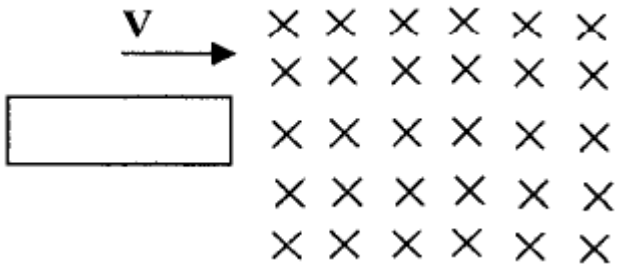
$$\bar{\varepsilon} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow \Delta\Phi = -\bar{\varepsilon}\Delta t$$

$$S = \left(\frac{۳\times۶}{۲}\right) + \left(\frac{۳\times(-۹)}{۲}\right) = ۹ + (-۱۳/۵) = -۴/۵$$

$$\Delta\Phi = -۴/۵\,Wb$$

تمرین :

مانند شکل حلقهٔمستطیل شکل به ابعاد۵cm × ۳cmباسرعت ثابت۲ m/sبه طورکامل وارد میدان مغناطیسی۰/۲ تسلا می شود.نیروی محرکهٔ القایی متوسط درقاب رامحاسبه کنید.



پاسخ :

$$\bar{\varepsilon} = ۱/۲ \times ۱۰^{-۳} v$$

$$\Delta t = \frac{\Delta x}{v} \Rightarrow \Delta t = \frac{۵ \times ۱۰^{-۲}}{۲} = ۰/۰۲۵ s$$

$$\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \Rightarrow \bar{\varepsilon} = \frac{\Phi_۲ - \Phi_۱}{\Delta t} \Rightarrow \bar{\varepsilon} = \frac{BA_۲ - ۰}{\Delta t} \Rightarrow \bar{\varepsilon} = \frac{۰/۰۲ \times ۳ \times ۵ \times ۱۰^{-۴}}{۲۵ \times ۱۰^{-۳}} \Rightarrow$$

$$\bar{\varepsilon} = ۱/۲ \times ۱۰^{-۳} v$$

اللهم صل علی محمد و آل محمد

تمرین :

شارمغناطیسی عبوری ازیک حلقه مطابق رابطهٔ $\phi = (4t^2 + 3t) \times 10^{-3}$ تغییرمی کند

الف)معادلهٔنیروی محرکه ی القایی رابدست آورید.

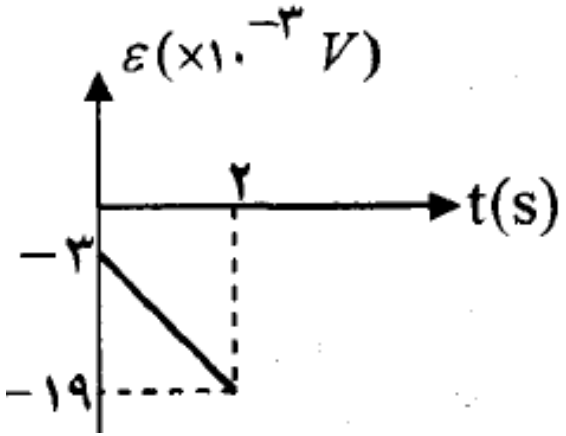
ب)درلحظهٔ $t = 2s$ نیروی محرکهٔ القایی چقدر است؟

ج)نمودار $\varepsilon - t$ رادر دوثانیه اول،رسم کنید.

پاسخ :

$$\varepsilon = -(8t + 3) \times 10^{-3}$$

$$\varepsilon = -0.019v$$



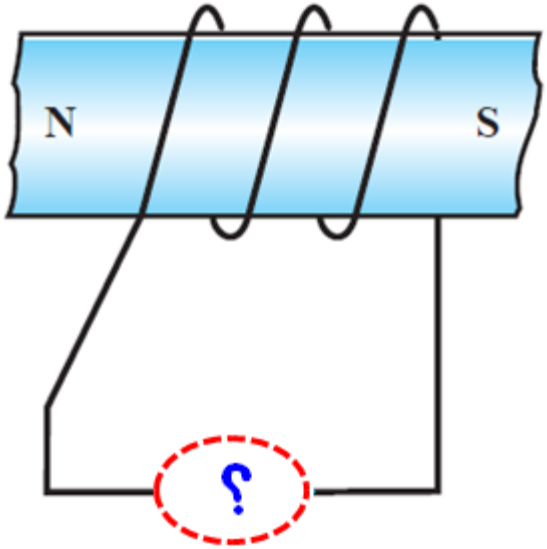
اللهم صل علی محمد و آل محمد

موضوع :قانون لنز

خروج

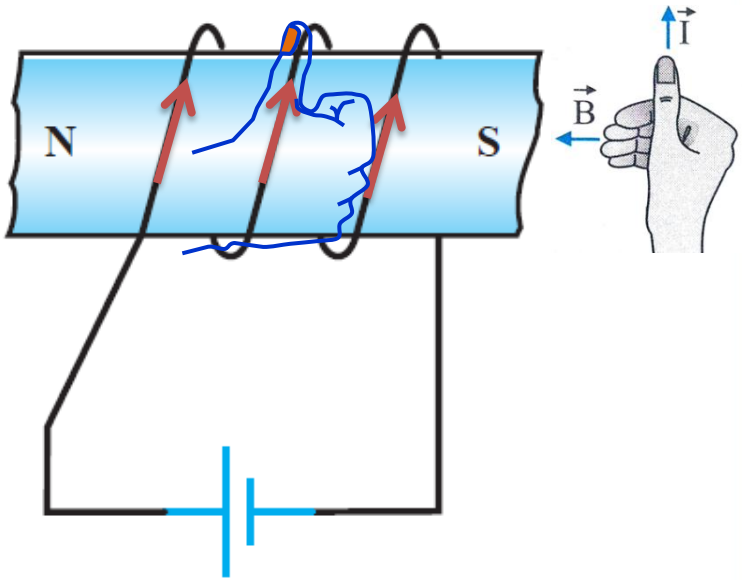
پرسش:

جهت جریان درحلقه راطوری پیدا کنیدتاقطب های آهن ربا چنین باشد؟



پاسخ:

(به سمت بالا باشد.)

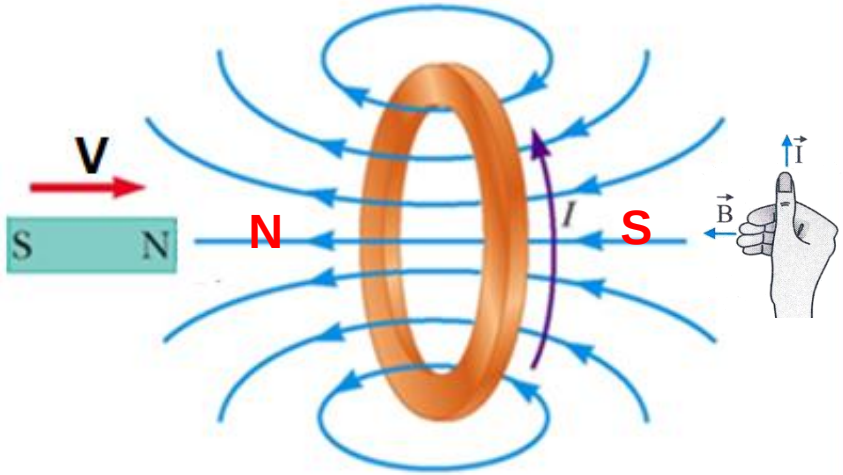


قانون لنز :

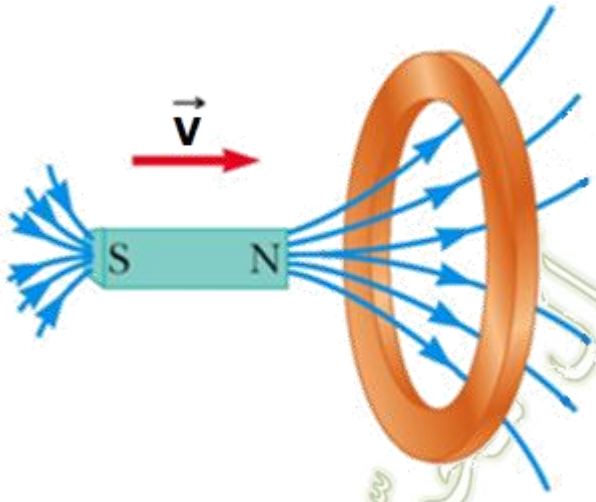
جریان حاصل ازنیروی محرکهٔ القایی دریک مدار درجهتی است که آثار مغناطیسی ناشی از آن، با عامل به وجود آورندهٔ جریان القایی، یعنی تغییر شار مغناطیسی، مخالفت می کند.

علامت منفی در رابطهٔ فارادی نشان دهندهٔ همین مخالفت است.

به قوانین فارادی و لنز ، قانونهای القای الکترومغناطیسی گویند ،



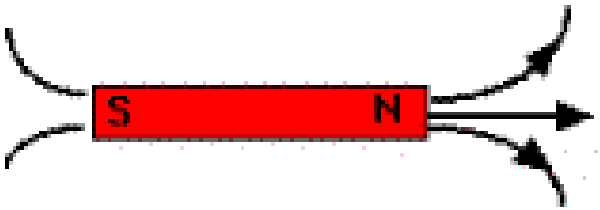
آثار مغناطیسی مداربسته



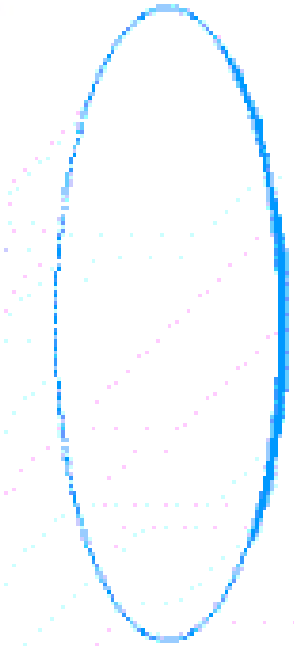
عامل تغییرشار(نزدیک شدن)

نکته:

جهت جریان القایی ایجاد شده در حلقه هم با افزایش شار و هم با کاهش شار عبوری از حلقه، مخالفت می کند.



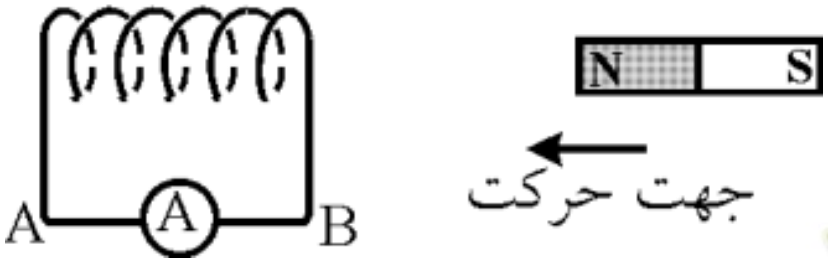
عامل تغییرشار(نزدیک شدن)



آثار مغناطیسی مداربسته

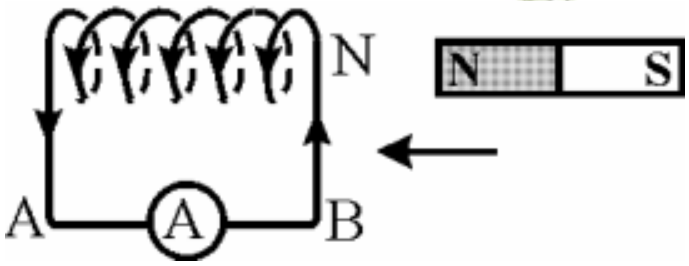
پرسش:

در شکل زیر، جهت جریان القایی کدام است؟



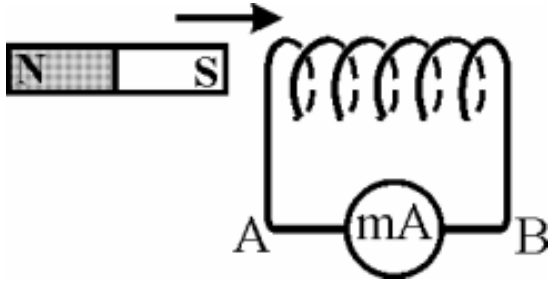
پاسخ:

هنگامی که قطب **N** آهن ربا به سیملوله نزدیک می شود.جریان القایی در سیملوله باید در جهتی باشد که از نزدیک شدن تیغه به سیملوله مخالفت کند؛بنابراین باید قطب **N** حاصل از جریان القایی در سیملوله، در مقابل قطب **N** تیغه قرار گیرد، تا بر تیغه نیروی دافعه‌ی مغناطیسی وارد کرده و با نزدیک شدن آن مخالفت کند. حال با به‌کارگیری قاعده‌ی دست راست، در می‌یابیم **جهت جریان از A به B** است .



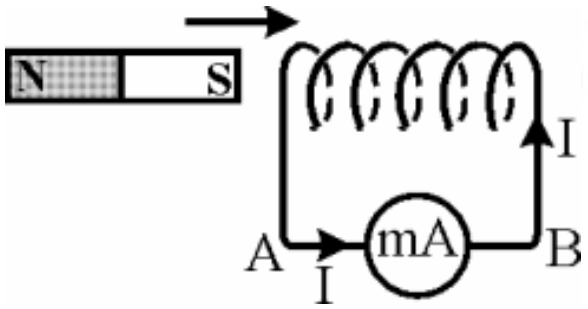
پرسش:

درآزمایش فارادی هنگامی که آهنربا به سیم‌پیچ نزدیک می‌شود،جهت جریان القایی در سیم‌پیچ چگونه است؟



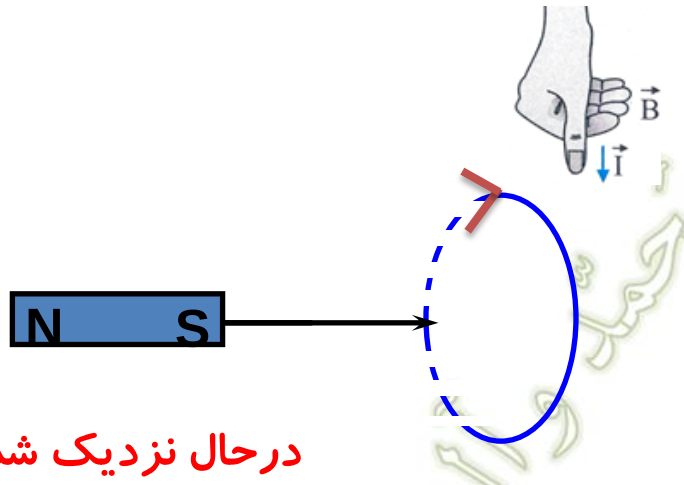
پاسخ:

بنابرقانون لنز،سیم‌پیچ همانندآهنربایی خواهد شد که قطب Sآن در مقابل قطب S آهنربا قرارگرفته و مانع نزدیک شدن آهنربا می‌شود.باتوجه به قانون دست راست جهت جریان القایی در میلی‌آمپرسنج، از Aبه طرفBمی‌شود.

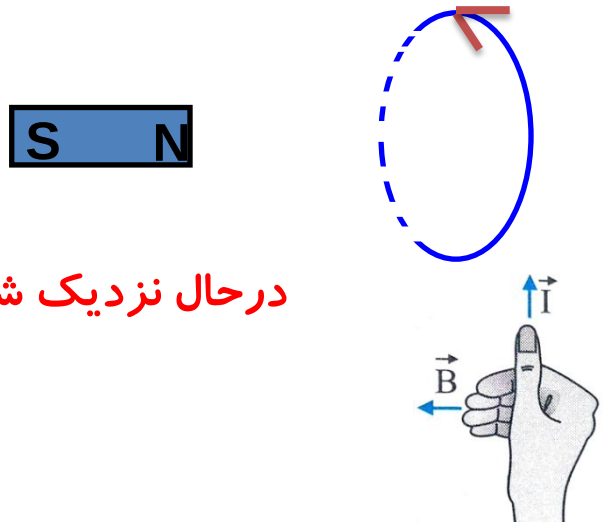


نکته:

الف-هنگامی که شارگذرنده ازحلقه درحال افزایش باشد،میدان مغناطیسی القایی درخلاف جهت میدان اصلی به وجود می آید تا اثر تضعیف کنندهٔ آن با افزایش شار مخالفت کند.



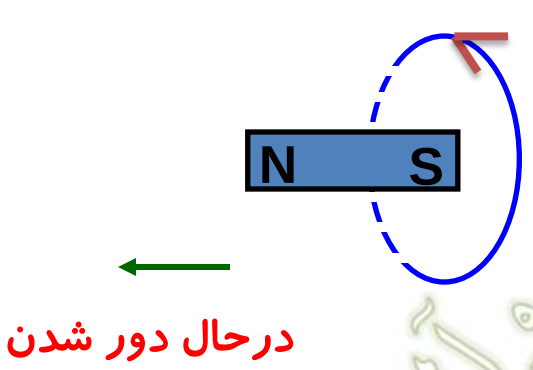
درحال نزدیک شدن

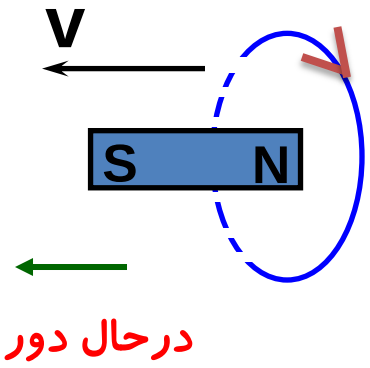


درحال نزدیک شدن

نکته:

ب-هنگامی که شارگذرنده ازحلقه درحال کم شدن باشد،**میدان مغناطیسی القایی** در **جهت میدان** مغناطیسی **اصلی** به وجودمی آید تا اثرتقویت کنندهٔ آن با کاهش شارمخالفت کند.

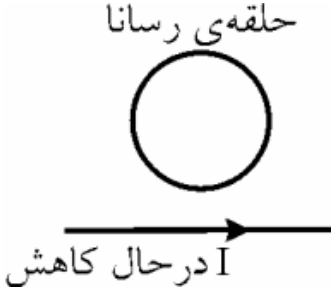




اللهم صل علی محمد و آل محمد

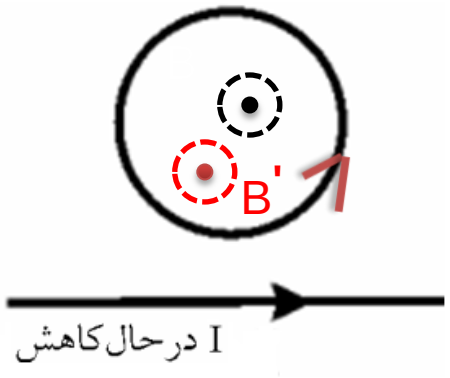
پاسخ:

درشکل زیر، جریان درسیم راست درحال کاهش است.جهت جریان القایی را در حلقهٔ رسانای مجاور آن مشخص کنید .



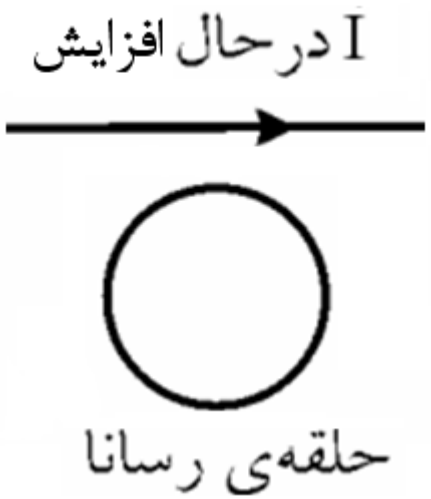
پرسش:

میدان مغناطیسی(B)و شارمغناطیسی سیم راست،که ازحلقه می گذردبه طرف خارج ودرحال کاهش است بنابرقانون لنز،جریان درحلقه درجهتی به‌وجودمی‌آید که باکاهشBمخالفت کند بنابراین بایدمیدان مغناطیسی حاصل از جریان القایی B'درون حلقه، در جهت میدان حاصل از سیم راست،یعنی برونسو باشد.ازآن‌جا می‌توان جهت جریان القایی I'را در حلقه پادساعتگرد می شود.



پرسش:

درشکل زیر، جریان در سیم راست درحال افزایش است.جهت جریان القایی را در حلقهٔ رسانای مجاور آن مشخص کنید .



پاسخ:

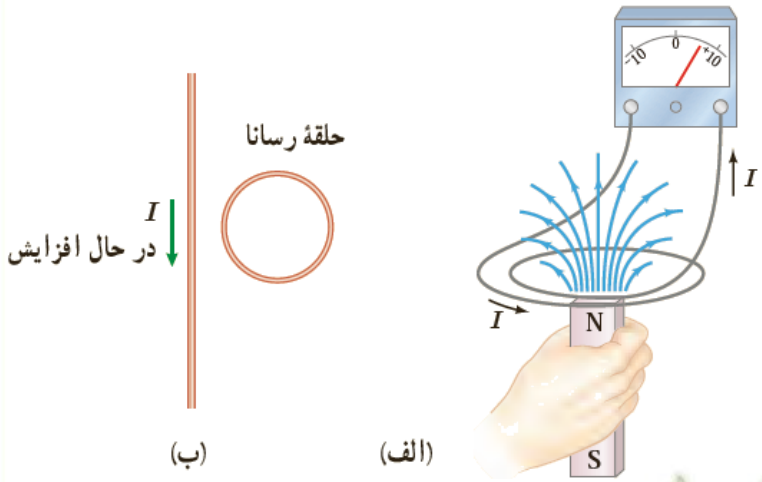
پادساعتگرد

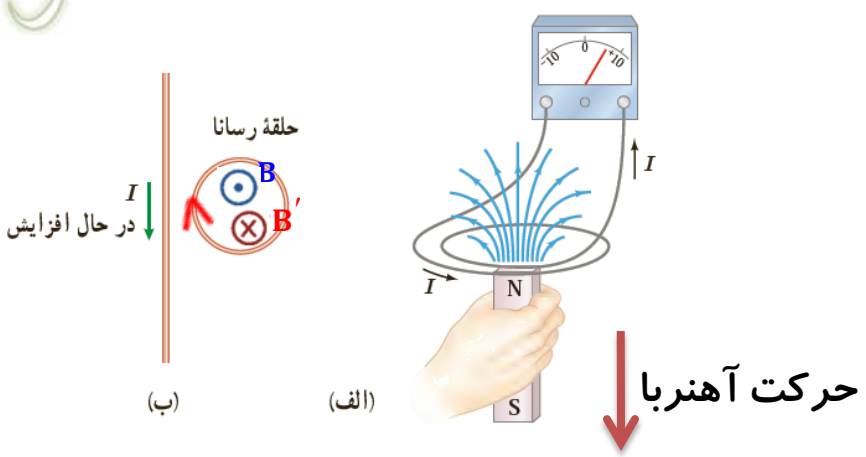
اللهم صل علی محمد و آل محمد

تمرین ۴-۱

الف)با توجه به جهت جریان القایی در مدار شکل الف، توضیح دهید که آیا آهنربا رو به بالا حرکت می کندیا رو به پایین.ب)شکل ب سیم بلند و مستقیمی را نشان می دهدکه جریان عبوری از آن در حال افزایش است.جهت جریان القایی را در حلقهٔ رسانای مجاور سیم تعیین کنید.

پاسخ:





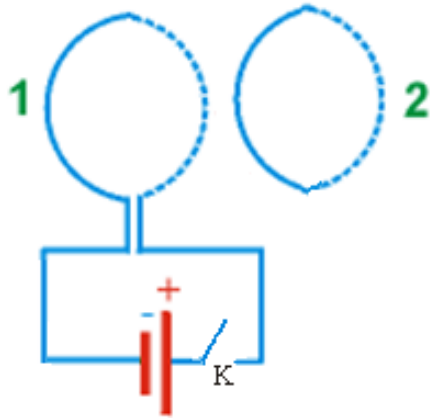
درشکل (الف) آهنربا رو به پایین حرکت می کند و در شکل(ب) جهت جریان القایی را در حلقهٔ ساعتگرد است.

پرسش:

در شکل مقابل ابتدا کلید باز است.

الف) وقتی کلید را می‌بندیم جهت جریان القایی در حلقه(۲)در کدام جهت است ؟

ب) وقتی کلید را مجدداً باز می‌کنیم جهت جریان القایی در حلقه(۲) در کدام جهت است؟



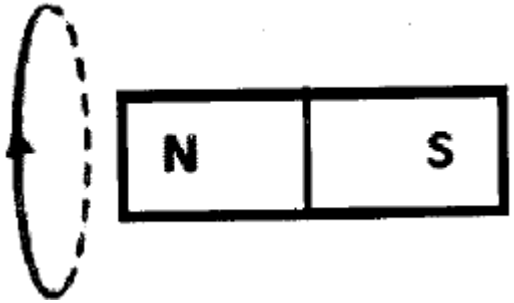
پاسخ:

الف) وقتی کلیدرا می‌بندیم،جریان درمدار اصلی روبه افزایش است لذا جهت جریان القایی در حلقه (۲) در خلاف جهت آن یعنی پاد ساعتگرد است .

ب) وقتی کلید را باز می‌کنیم،جریان درمدار اصلی رو به کاهش است، لذا جهت جریان القایی درحلقه (۲) هم جهت با آن یعنی ساعتگرد است.

پرسش:

درشکل زیر،باتوجه به جریان القایی حلقه:الف)جهت حرکت آهنربارا باذکردلیل مشخص کنید. ب)برای آنکه جریان القایی درحلقه رابیشترکنیم چه راههایی راپیشنهادمی دهید



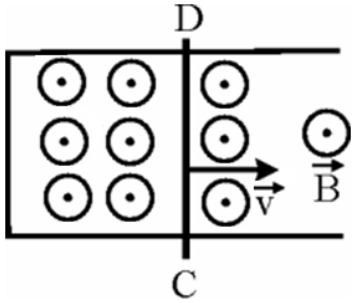
پاسخ:

الف)آهنربا ازسیملوله دور می شود.زیراجهت میدان مغناطیسی القایی که به علت جریان القایی درحلقه بوجود آمده هم جهت بامیدان مغناطیسی آهن رباست وطبق قانون لنز،چون جریان القایی درجهتی است که می خواهد با عامل بوجود آورنده اش(تغییرشار)مخالفت کند.پس میدان مغناطیسی آهن ربا در حال کاهش بوده وآهن ربا از سیملوله دور می شود

ب) ۱- افزایش سرعت حرکت آهن ربا ۲ -افزایش میدان مغناطیسی آهن ربا

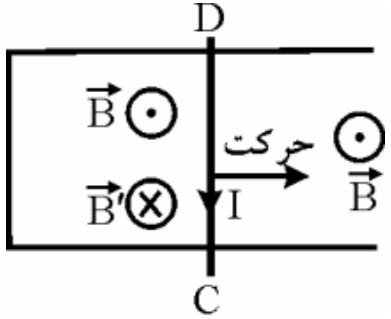
پرسش:

درشکل زیر،ریل فلزی دریک میدان مغناطیسی یکنواخت برونسو قرار دارد میلهٔرسانای CDبرروی ریل با سرعتVبه طرف راست حرکت می‌کندجهت جریان القایی در میلهٔCD را مشخص کنید



پاسخ:

باحرکت میلهٔCD،مساحت حلقه‌ودرنتیجه شار گذرنده ازحلقه افزایش می‌یابدجریان القایی درمداردر جهتی ایجادمی‌شودکه با افزایش شارمغناطیسی مخالفت کند.بنابراین، جریان درمیله‌ی CDدر جهتی ایجاد می‌شود که میدان مغناطیسی حاصل از آن B'،درخلاف جهت میدان خارجیBباشدتا مانع افزایش شار شود.با معلوم شدن جهت میدان مغناطیسی القایی B'(که درونسو است)، جهت جریان القایی درمیلهٔCDمشخص می‌شودکه ازDبه طرفCاست .

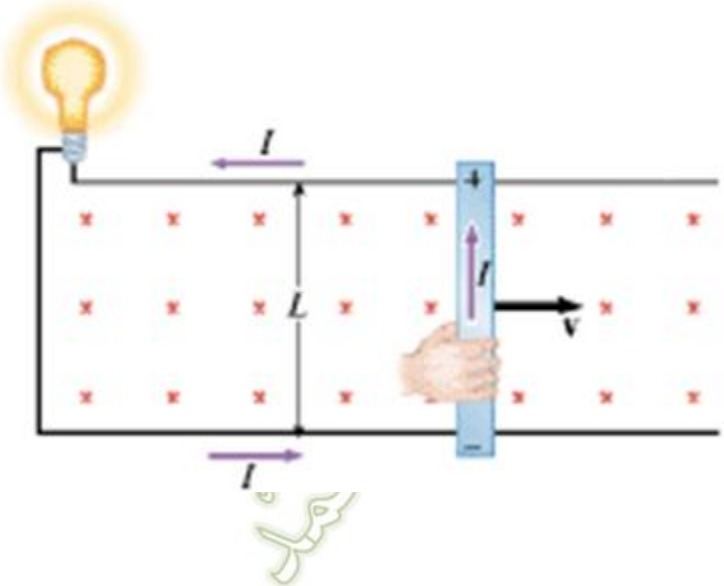


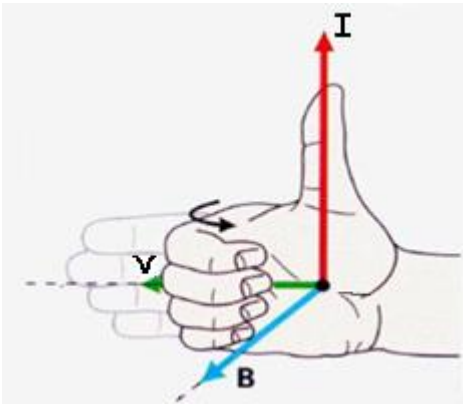
پرسش:

چگونه جهت جریان القایی دررسانای متحرک درمیدان مغناطیسی رامی توان تشخیص داد؟

پاسخ:

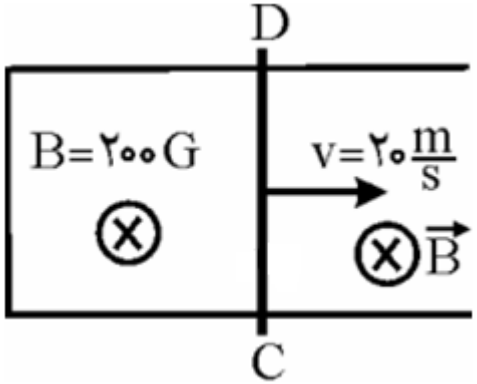
اگر چهار انگشت دست راست، طوری در جهت حرکت رسانا (V)گرفته شود که وقتی خم می‌شوند در جهت میدان خارجی قرار گیرند، آنگاه انگشت شست جهت جریان القایی را در رسانای متحرک نشان می‌دهد .





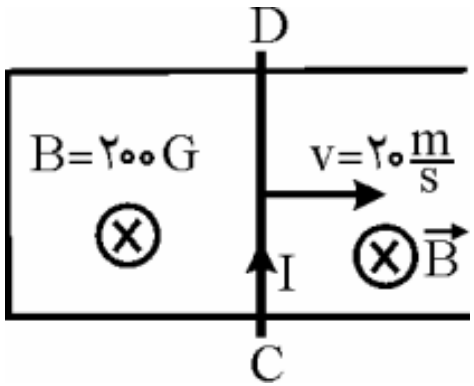
تمرین :

مطابق شکل زیر،میلهٔرسانایی به طول۵۰cmوبه مقاومت اهمی۱۰۰Ωدریک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی۲۰۰G برروی یک ریل فلزی بامقاومت ناچیزبا سرعت ثابت ۲۰m/sبه طرف راست حرکت می‌کند.اندازه وجهت جریان القایی در حلقه را به‌دست آورید.



پاسخ :

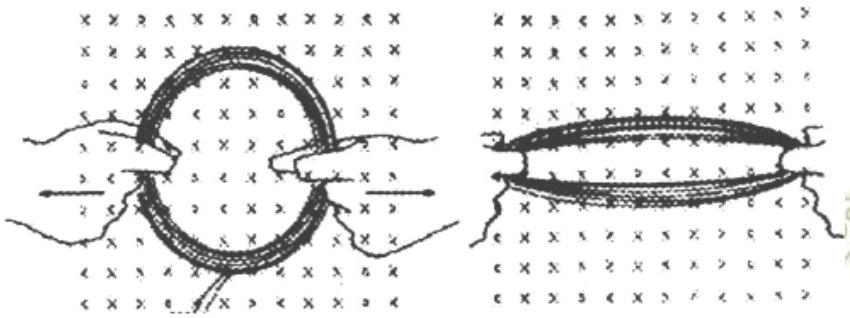
$I = ۲mA$



اللهم صل علی محمد و آل محمد

پرسش :

پیچه‌ای ازچنددورسیم نازک انعطاف پذیرتشکیل شده ومطابق شکل(a)درمیدان مغناطیسی یکنواخت ودرون سو قراردارد.اگرمطابق شکل(b)پیچه را ازدو سمت آن بکشیم ومساحت پیچه کاهش یابد:الف)جریان القایی درپیچه درکدام جهت برقرارمی شود؟ ب) طبق چه قانون فیزیکی جهت جریان مشخص می شود؟



(a) (b)

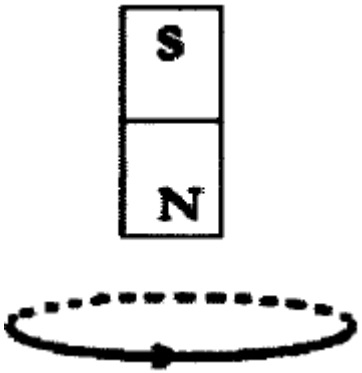
پاسخ :

الف) ساعتگرد

ب) قانون لنز

پرسش :

مطابق شکل حلقه وآهنربا درمقابل یکدیگرقراردارندباتوجه به جریان القاشده درحلقه ،آهن ربادرحال دورشدن است یانزدیک شدن به حلقه است؟



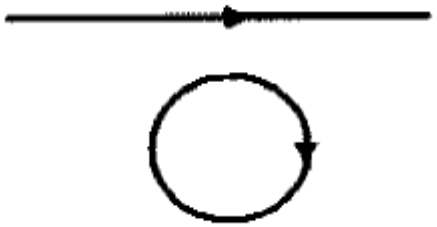
پاسخ :

نزدیک شدن

اللهم صل علی محمد و آل محمد

پرسش :

درشکل روبه روباتوجه به جهت جریان القایی درحلقه توضیح دهید،جریان درسیم راست درحال افزایش است یاکاهش؟



پاسخ :

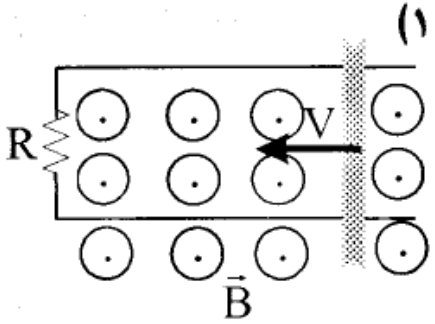
درحال کاهش،چون میدان مغناطیسی سیم راست هم جهت بامیدان مغناطیسی حلقه است، طبق قانون لنز بایدشارمغناطیسی درحال کاهش باشد یعنی جریان درحال کاهش است.

اللهم صل علی محمد و آل محمد

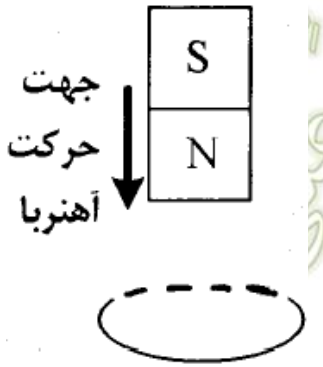
پرسش :

درشکل های زیر،جهت جریان القایی روی هرمدار را نشان دهید.

۱)



۲)



۳)

پاسخ :

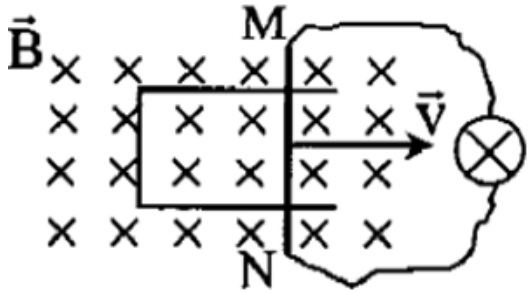
۱)پادساعتگرد

۲) پادساعتگرد

۳) ساعتگرد

پرسش :

مطابق شکل،میلهٔ رسانای MN روی قاب مستطیل شکل بدون روکش،باسرعت V به طرف راست کشیده شده ولامپ روشن می شودعلت راتوضیح دهیدوجهت جریان رادرمیلهٔ MN تعیین کنید.

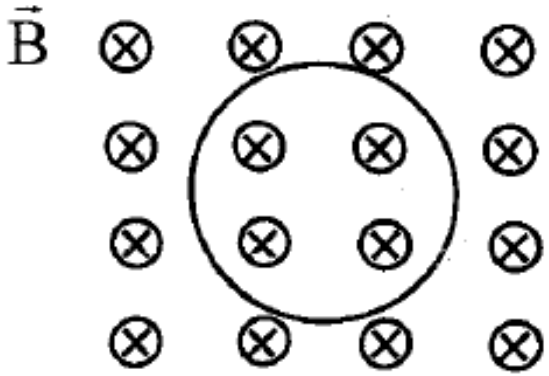


پاسخ :

تغییر مساحت حلقه درمیدان مغناطیسی،باعث تغییرشارمغناطیسی وایجاد جریان القایی شده ولامپ روشن می شود.جهت جریان درمیله،از N به طرف M است

پرسش :

درشکل روبه رو بزرگی میدان مغناطیسی Bدرحال افزایش است.جهت جریان القایی درحلقهٔرسانارا مشخص کنید.



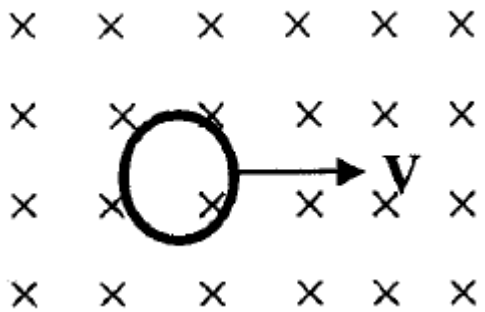
پاسخ :

جهت جریان پاد ساعتگرد است

اللهم صل علی محمد و آل محمد

پرسش:

هرگاه یک حلقه مطابق شکل رُوبه رو،باسرعت ثابت درون میدان مغناطیسی یکنواخت حرکت کند،توضیح دهید،آیا جریان القایی درحلقه بوجودمی آیدیاخیر؟



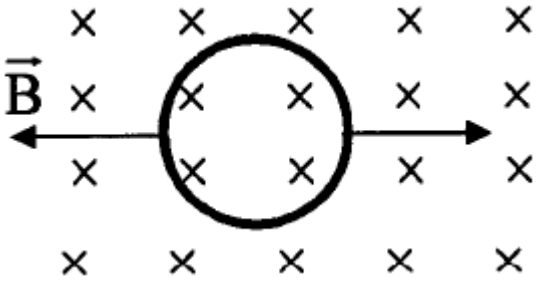
پاسخ :

چون شارمغناطیسی عبوری مقداری ثابت دارد پس جریان القایی به وجود نمی آید.

اللهم صل علی محمد و آل محمد

پرسش:

پیش بینی کنیداگرحلقهٔرسانای واقع درمیدان مغناطیسی رامطابق شکل،ازدوطرف بکشیم، به طوری که مساحت حلقه که از آن میدان می گذرد کم شود چه اتفاقی می افتد؟



پاسخ :

به دلیل این که مساحت حلقه ودرنتیجه شارمغناطیسی درون حلقه تغییر می کند،درحلقه جریان القایی ایجاد می شود.

اللهم صل علی محمد و آل محمد

پرسش :

درشکل مقابل ، جهت جریان القایی درحلقه را با ذکر دلیل تعیین کنید.

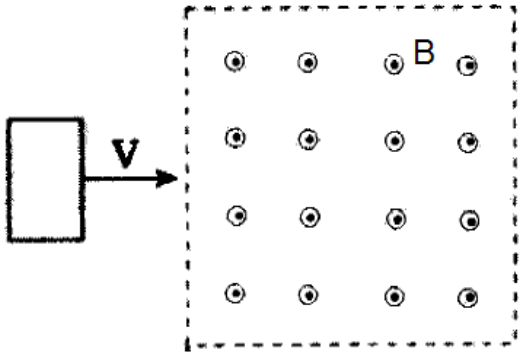
پاسخ :

جهت جریان درحلقه پادساعتگرد است،تامیدان مغناطیسی برون سوی ناشی ازآن،باکاهش میدان مغناطیسی برون سوی سیم راست،مخالفت کند.

اللهم صل علی محمد و آل محمد

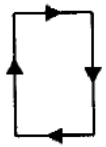
تمرین :

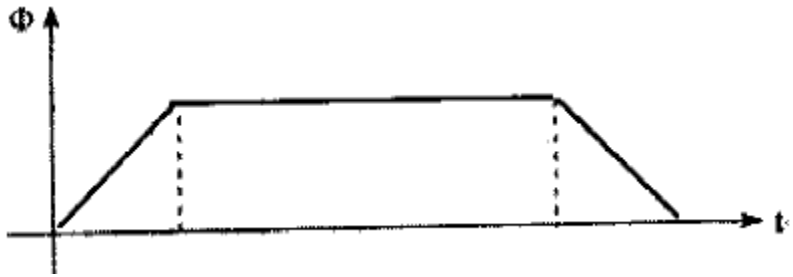
مطابق شکل،حلقه ی فلزی مستطیل شکلی باسرعت ثابت وارد میدان مغناطیسی یکنواخت برون سو شده وازطرف دیگرآن خارج می شود:الف)جهت جریان القایی رادرحلقه،هنگام واردشدن به میدان تعیین کنید.ب)نمودارکیفی تغییرات شارمغناطیسی راکه ازحلقه می گذرد برحسب زمان رسم کنید.



پاسخ :

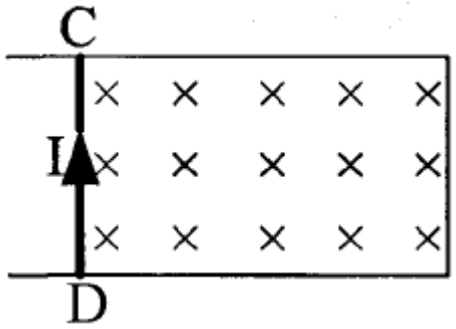
ساعتگرد





تمرین :

درشکل روبه رو باتوجه به جهت جریان القایی روی سیم CD وجهت میدان مغناطیسی،جهت حرکت سیم CDراتعیین کنید.



پاسخ :

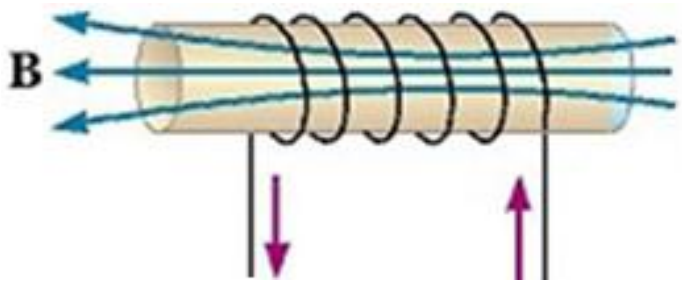
باتوجه به جهت جریان القایی که شاردرون سو ایجادمی کند،وشاردرون سودرحال کاهش است پس سیم به سمت راست درحرکت است،

موضوع :خود–القاوری

خروج

پرسش:

القاگر چیست ؟



پاسخ :

وسیله‌ای الکتریکی شبیه سیم پیچ با دو سر اتصال است که برای تولید میدان مغناطیسی و ذخیره انرژی مغناطیسی استفاده می شود.

نکته:

القاگر می توانند میدانهای مغناطیسی را در حجم های کوچک نگه دارند ؛ هچنین می توان از آنها برای ذخیره کردن انرژی استفاده کرد.

اللهم صل علی محمد و آل محمد

پرسش:

چه تفاوتی بین القاگر و خازن هنگام جدا شدن از مدار وجود دارد؟

پاسخ :

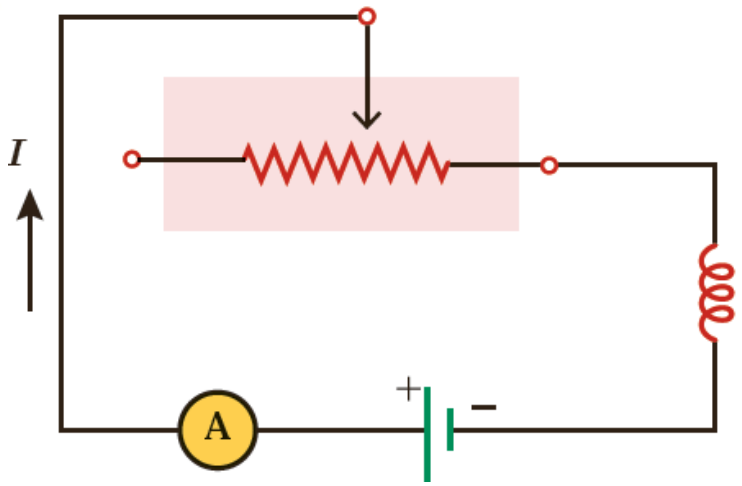
انرژی ذخیره شده در القاگر درهنگام جدا شدن از مدار تخلیه می شود ولی این انرژی در خازن می ماند.

اللهم صل علی محمد و آل محمد

خود- القاوری:

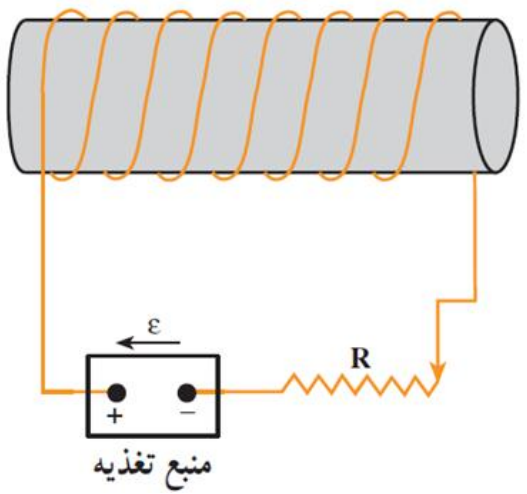
درمداری شامل القاگری (پیچه یا سیملوله) باتری و رئوستا، آمپرسنج و القاگری است که به طور متوالی به یکدیگر بسته شده اند.

با تغییر مقاومت رئوستا،جریان در مدار تغییر می کند. تغییر جریان در مدار،سبب تغییر میدان مغناطیسی القاگرشده ودرنتیجه شار مغناطیسی عبوری از آن نیز تغییرمی کند.این فرایندسبب القای نیروی محرکه ای در القاگـرمی شود که بنابر قانون لنز با تغییر جریان عبـوری از آن مخالفـت می کند. این پدیده را اثر خود- القاوری نامیده می شود.



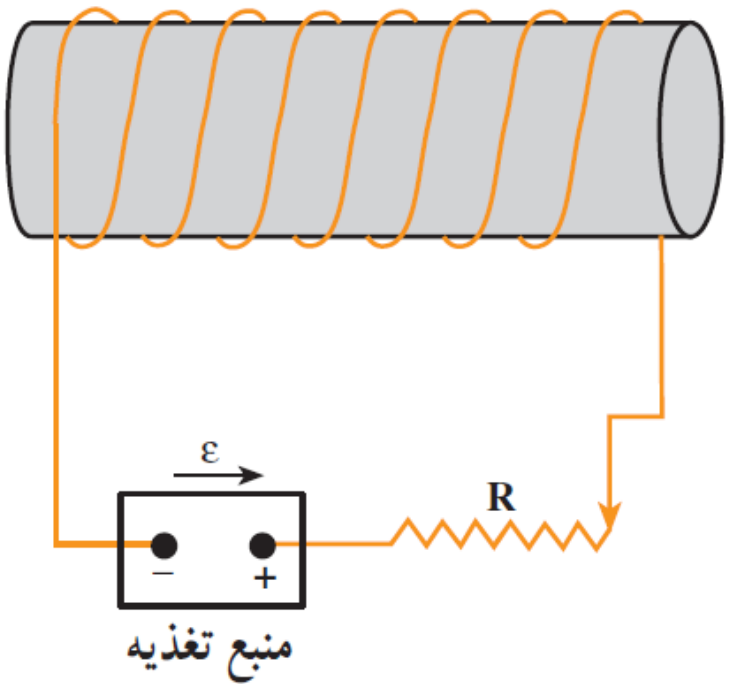
خود- القاوری:

تغییرجریان دریک مدار باعث ایجادنیروی محرکه‌ای القایی درهمان مدار می‌شود، این پدیده را خود-القاوری می‌نامند .



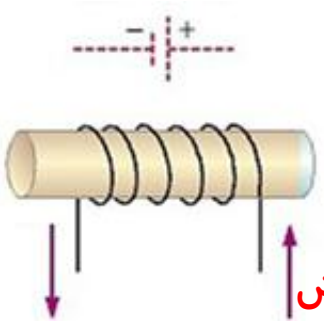
نیروی محرکه ی خودالقاوری: ε_L

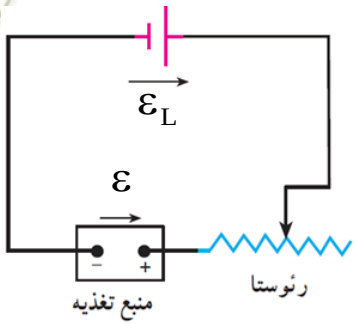
اگرجریان گذرنده از سیملوله تغییرکند،به علت تغییرشارمغناطیسی گذرنده ازآن ،نیروی محرکه‌ای درخودمدار القا می‌شودکه با عامل تغییر شارمغناطیسی که دراین‌جا تغییرجریان است مخالفت کند.



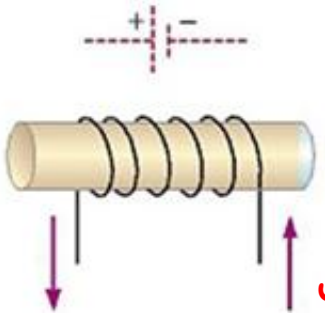
نکته:

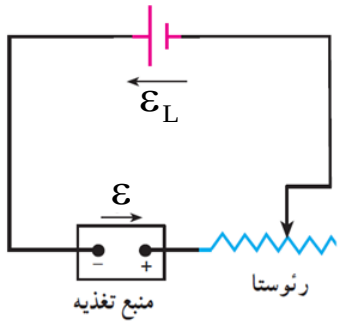
هرگاه جریان در مدار اصلی رو به افزایش باشد ، جهت جریان خود-القاوری خلاف جهت جریان درمدار اصلی است.





هرگاه جریان درمدار اصلی رو به کاهش باشد. جهت جریان خود-القاوری هم جهت با جهت جریان در مدار اصلی است.



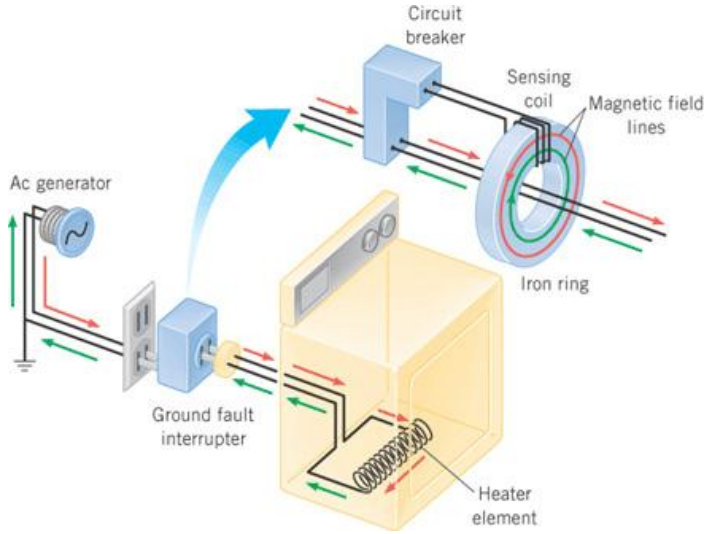


نکته:

به هر قسمتی ازیک مدارکه خاصیت خودالقاوری داشته باشد، القاگرمی گویند.

پیچه و سیم لوله در مداری با جریان متغیر القاگرند.

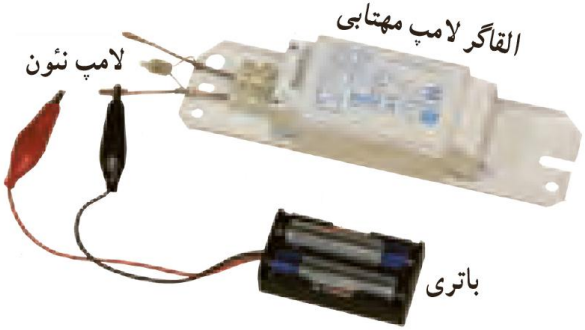
اثر خود-القاوری مخصوص جریان های متغیر است ودر مدارهای جریان پیوسته تنها به هنگام قطع و وصل کلید مدار ایجاد می‌گردد.

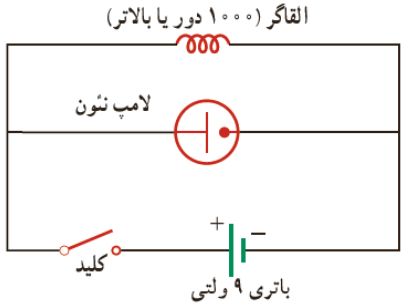


پرسش:

آزمایشی را طراحی کنید که اثر القاوری را نشان دهد ؟

پاسخ :





یک لامپ نئون را بطور موازی با یک القاگر و موازی با باتری و کلید وصل می کنیم.

در موقع وصل،نیروی محرکه خود القایی دردوسر القاگرایجادمی شودو ازافزایش جریان داخل آن جلوگیری می کند، بنابراین جریان برای لحظه کوتاهی از داخل لامپ نئون موازی با القاگر می گذرد و لامپ روشن و خاموش می شود.

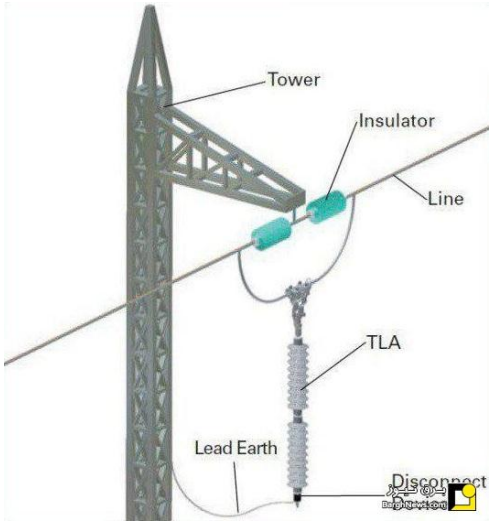
در موقع قطع، نیروی محرکه خودالقایی دردو سر القاگر ایجاد می شودکه با کاهش جریان داخل آن مخالفت می کند،بنابراین جریان برای لحظه کوتاهی جریان ازداخل لامپ نئون موازی با القاگر می گذرد و لامپ نئون روشن و خاموش می شود

پرسش:

چرا از القاگر ها در سامانه های انتقال برق استفاده می شود؟

پاسخ :

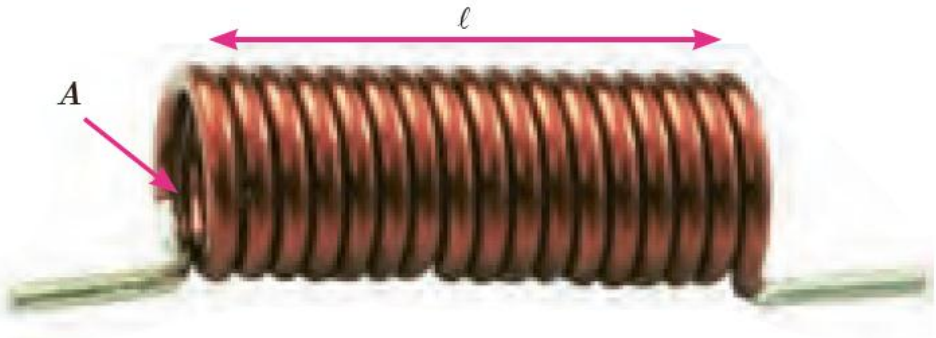
در اثر برخورد آذرخش به بخشی از یک سامانهٔ انتقال برق،به طور ناگهانی ولتاژافزایش یافته که می تواند به اجزای سامانه و هر چیز دیگری که به آن وصل باشد آسیب برساند. اضافه کردن القاگرهای بزرگی در مسیر سامانهٔ انتقال باعث می شودکه با هر تغییر سریع درجریان مخالفت کندوآثارمخرب آن را فرو نشاند.



ضریب القاوری: با نماد L نمایش داده می شود

این پارامتر،ویژگی های فیزیکی القاگر را نشان می دهدو به عواملی همچون تعداد دور، طول و سطح مقطع القاگر و جنس هسته ای که داخل آن قرار می گیرد بستگی دارد

یکای ضریب القاوری در SI، اهم.ثانیه($\Omega.s$) است که هانری نامیده و با نماد Hنشان داده می شود.



اللهم صل علی محمد و آل محمد

ضریب القاوری به چه عواملی بستگی نداردوبه چه عواملی بستگی دارد؟

$$L = \frac{AK\mu_{\cdot}N^{2}}{l}$$

ندارد:
- به جریان عبوری از سیم لوله
- شارمغناطیسی عبوری از سیم لوله

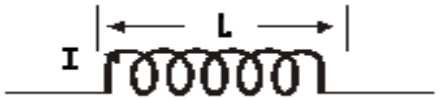
دارد:به مشخصات ساختمانی سیملوله بستگی دارد

$$L \propto N^{2}$$

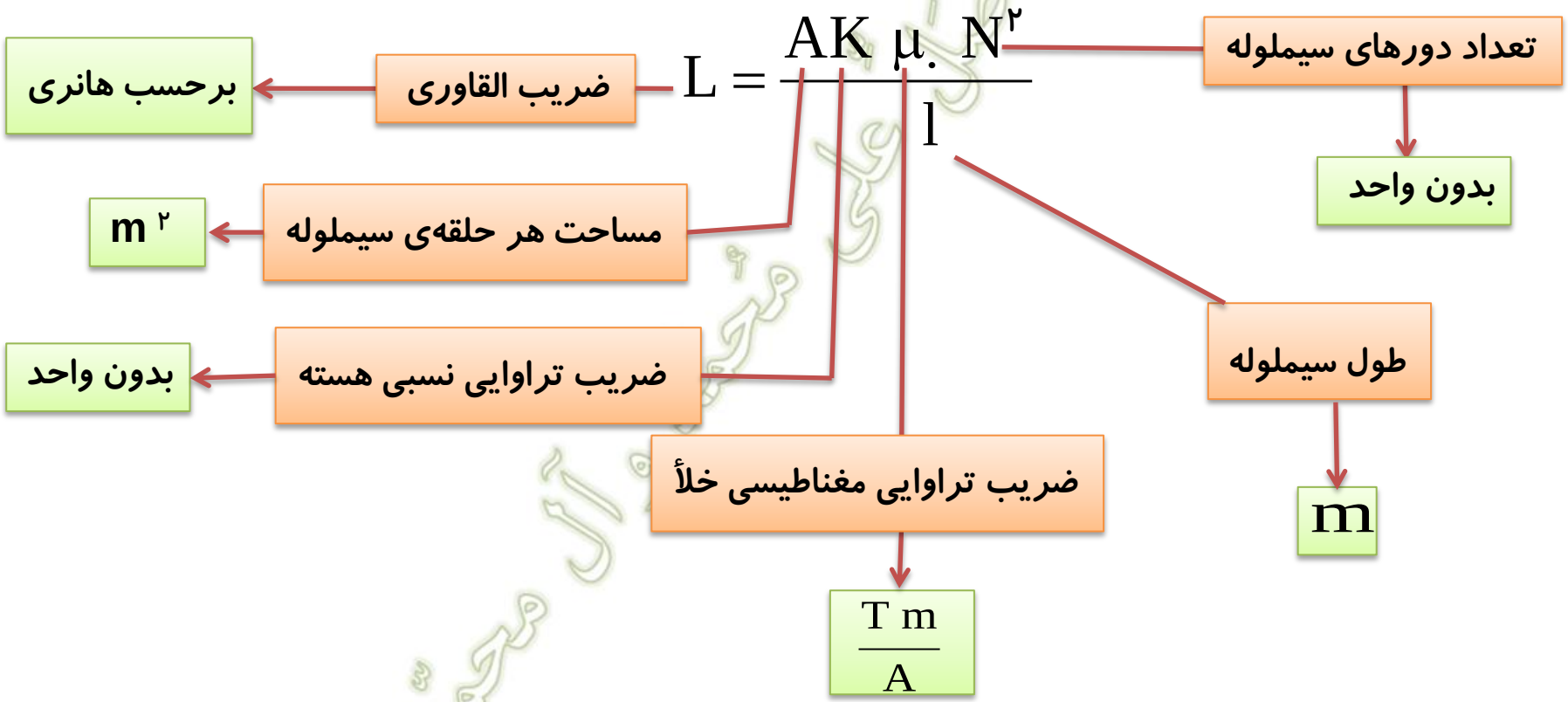
$$L \propto A$$

$$L \propto \frac{1}{l}$$

$$L \propto K$$



فرمول ضریب القاوری سیملوله:



ضریب تراوایی مغناطیسی نسبی هسته برای خلأ و هوا $K=1$ وبرای سایرماده‌های مغناطیسی $K>1$ است .

پرسش :

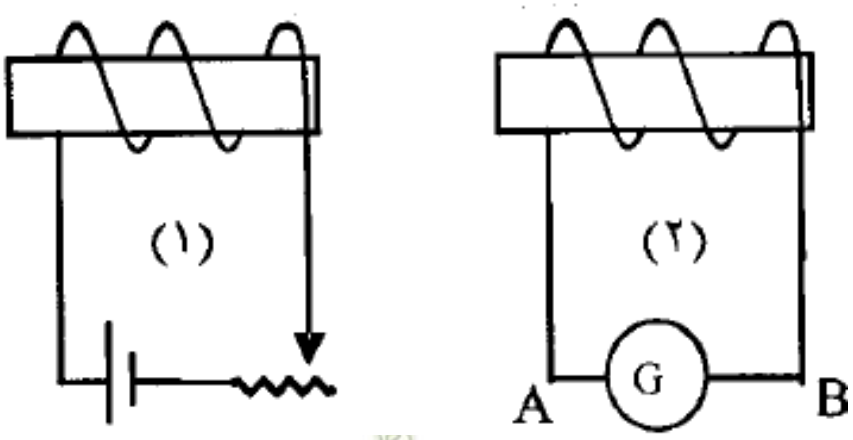
درشکل زیر،مقاومت رئوستادرحال افزایش است گزینه صحیح رامشخص کنید.

الف)جهت میدان مغناطیسی درون سیملوله(۱)(ازچپ به راست-راست به چپ)است.

ب)شاری که ازسیملوله(۲)می گذرد درحال(افزایش-کاهش)است.

پ)جهت جریان القایی درسیملوله(۲)درگالوانومتر(ازAبهB—ازBبهA)می باشد.

پاسخ :



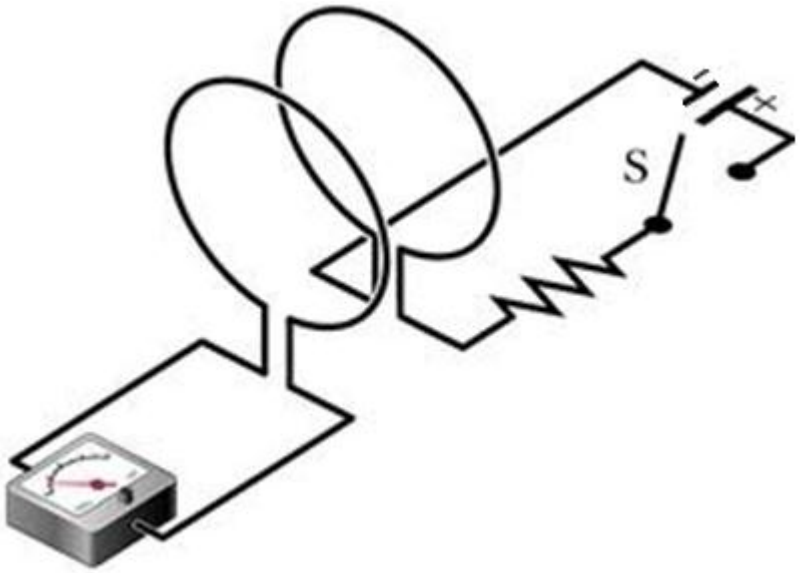
الف) ازچپ به راست

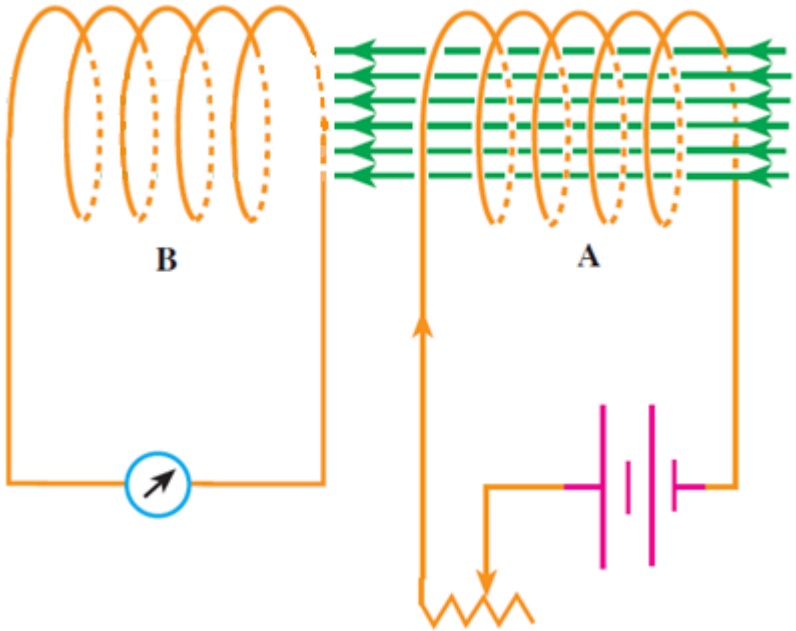
ب) کاهش

پ) ازBبهA

القای متقابل:

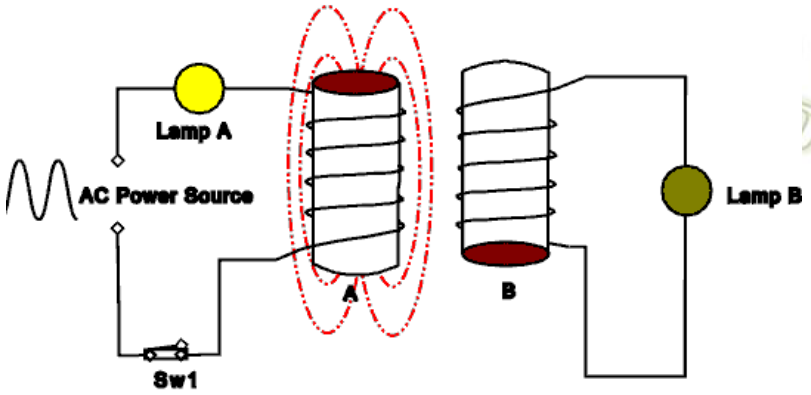
تغییر جریان دریک مدارباعث تغییرشارمغناطیسی در مدار دیگر و ایجاد نیروی محرکه القایی می شود.

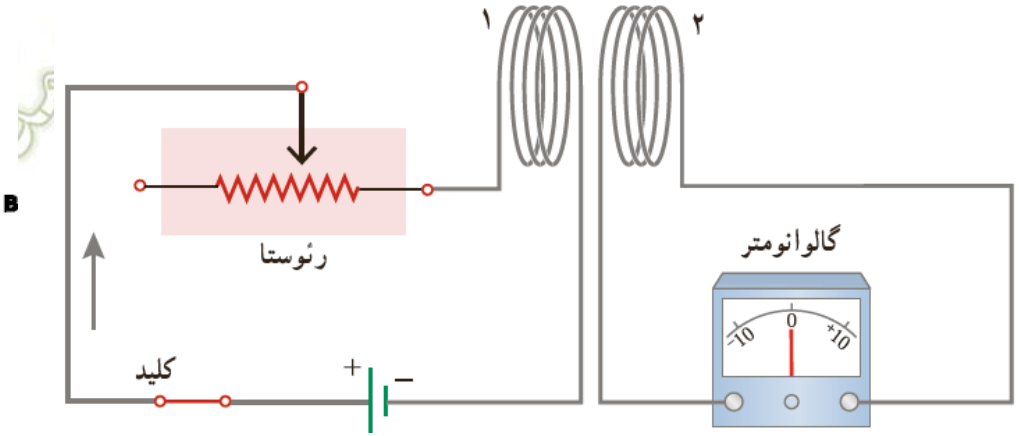




نکته :

با تغییر مقاومت رئوستا و تغییرجریان عبوری از پیچهٔ ۱ شار عبوری از پیچهٔ ۲ نیز تغییر می کند. این تغییر شار، سبب ایجاد نیروی محرکهٔ القایی در پیچهٔ ۲ می شود. هم زمان تغییر جریان در پیچهٔ ۲، سبب ایجادنیروی محرکهٔ القایی در پیچهٔ ۱ می گردد.



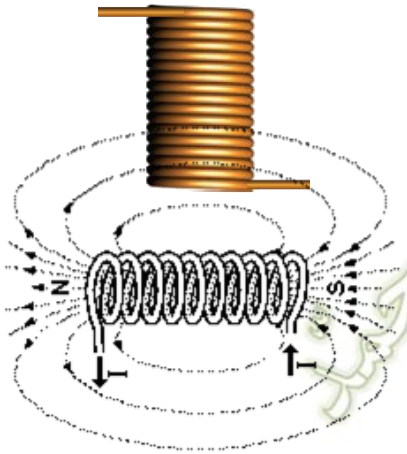


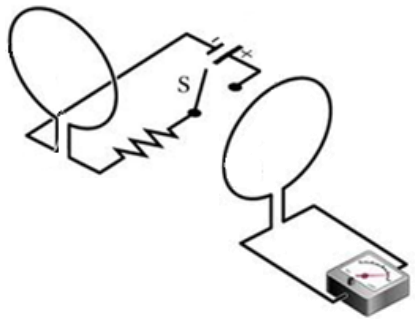
پرسش:

برای جلوگیری از اثرات مخرب القای متقابل در مدارات الکتریکی چه باید کرد؟

پاسخ :

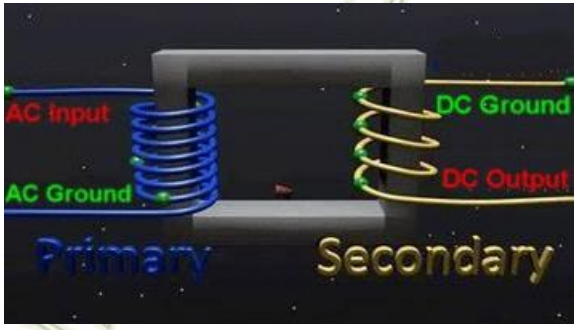
سطح حلقه های القاگرهای مجاور را به طور عمودبر یکدیگر قرار داد در این صورت، اثر القای متقابل تاحدامکان کوچک می شود(چون خطوط میدان موازی سطح حلقه ها می گذرد)

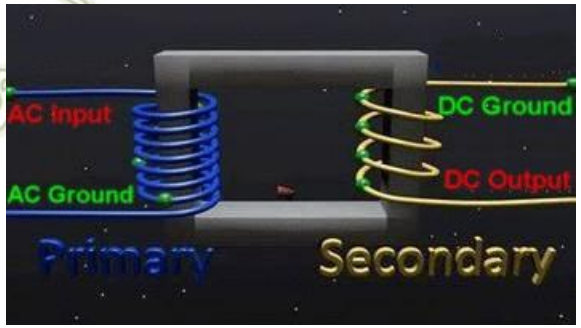




نکته :

اساس کار ترانسفورماتورها، القای متقابل است



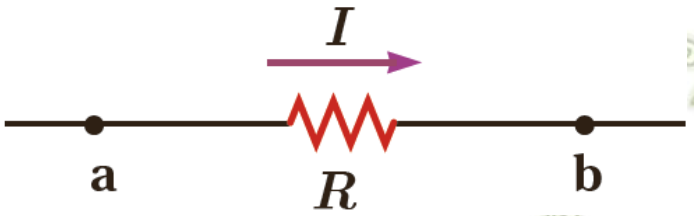


پرسش:

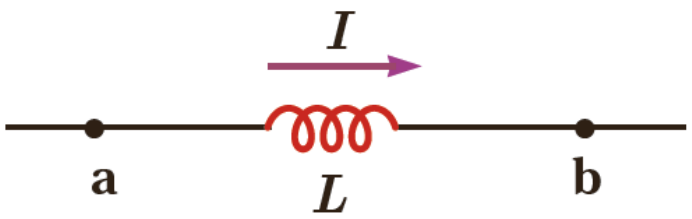
مقاومت و القاگر آرمانی (سیم پیچ بدون مقاومت)، دربرابر جریان الکتریکی ثابت یا متغیر چه عکس العملی از خود نشان می دهند؟

پاسخ :

هنگام عبورجریان از مقاومت،انرژی واردآن می شود،جریان چه پایا باشدوچه تغییرکند،این انرژی درمقاومت به انرژی گرمایی تبدیل می شود؛درحالی که دریک القاگر آرمانی(با مقاومت صفر)تنها وقتی انرژی واردالقاگر می شودکه جریان درآن افزایش یابد.این انرژی تلف نمی شود؛ بلکه در میدان مغناطیسی القاگر ذخیره شده و هنگام کاهش جریان،انرژی ذخیره شده آزاد می شود.



انرژی درمقاومت تلف می شود.



انرژی در القاگر درهنگام افزایش جریان ذخیره شده ودرهنگام کاهش جریان آزادمی شود.

پرسش:

چگونگی ذخیره شدن انرژی در القاگر را شرح دهید؟

پاسخ :

وقتی دوسر القاگری به مولدوصل می شود،یک نیروی محرکه در القاگرایجاد می شودکه با برقراری آنی جریان درمدار مخالفت می کند.همین مخالفت باعث می شود باتری انرژی بیشتری (درمقایسه بامداری که فاقدالقاگراست)مصرف کندتا جریان به حدنهایی اش برسد.بخشی ازانرژی درمقاومت های موجودبه صورت گرما تلف می شود وبقیهٔ آن درمیدان مغناطیسی ذخیره می شود ودر صورت کاهش جریان(مثلاًقطع القاگر از باتری) انرژی آزاد می شود.

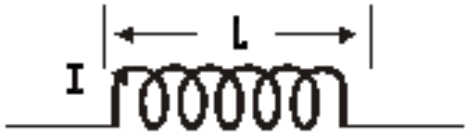
اگر جریان عبوری از القاگر پایا (ثابت)باشد،انرژی آن ثابت می ماند.

انرژی ذخیره شده در القاگر:

هنگامی که به دو سرالقاگری اختلاف پتانسیل وصل کنیم،ازطرف مولدبه القاگرانرژی داده می شود.بخشی از این انرژی در مقاومت R تلف شده و بقیهٔ آن در میدان مغناطیسی سیم لوله ذخیره می شود. این انرژی از رابطهٔ زیر بدست می آید:

$$U_L = \frac{1}{2} L I^2$$

- U_L: انرژی ذخیره شده در القاگر — برحسب ژول
- L: ضریب القاوری — برحسب هانری
- I: شدت جریان در القاگر — برحسب آمپر



تمرین ۴-۳

۱- تعداد حلقه های سیملوله ای بدون هسته، به طول ۲/۸ cm و سطح ۱۰ cm^2 چه تعداد باشد تا ضریب القاوری آن ۱H شود؟

پاسخ:

$$\begin{cases} K = ۱ \\ l = ۲/۸ \times ۱۰^{-۲}\, m \\ A = ۱۰ \times ۱۰^{-۴}\, m^۲ \\ N = ? \\ L = ۱H \\ \mu_. = ۴\pi \times ۱۰^{-۷}\, \dfrac{Tm}{A} \end{cases}$$

$$L = \frac{AK\mu_. N^۲}{l}$$

$$N^۲ = \frac{l.L}{AK\mu_.}$$

$$N^۲ = \frac{۲/۸ \times ۱۰^{-۲} \times ۱}{۱۰^{-۳} \times ۱ \times ۴ \times ۳/۱۴ \times ۱۰^{-۷}}$$

$$N^۲ = ۲۲ \times ۱۰^{۶} \Rightarrow N \approx ۴/۷ \times ۱۰^{۳}$$

تمرین ۴-۳

۲- دو سیملولهٔ بدون هسته با سطح مقطع و تعداد دور یکسان را در نظر بگیرید. اگر طول یکی از سیملوله ها دو برابردیگری باشد،ضریب القاوری اش چند برابر دیگری است؟

پاسخ:

$$\begin{cases} K = ۱ \\ A_۲ = A_۱ \\ N_۲ = N_۱ \\ l_۲ = ۲l_۱ \\ L_۲ = ?\, L_۱ \end{cases}$$

$$\frac{L_۲}{L_۱} = \frac{\cancel{A_۲}}{\cancel{A_۱}} \times \frac{\cancel{K_۲}}{\cancel{K_۱}} \times \frac{l_۱}{l_۲} \times \left(\frac{\cancel{N_۲}}{\cancel{N_۱}}\right)^۲$$

$$\frac{L_۲}{L_۱} = \frac{l_۱}{۲l_۱}$$

$$L_۲ = \frac{۱}{۲} L_۱$$

تمرین:

سیملوله‌ای با سطح مقطع $10cm^2$ دارای ۵۰۰ دور و طول آن برابر ۵ cm است . ضریب القاوری آن را به‌دست آورید.درون سیملوله، هسته‌ای وجودندارد .

پاسخ :

$$L = ۶/۲۸mH$$

$$\begin{cases} A = ۱۰cm^۲ = ۱۰\times۱۰^{-۴}m^۲ \\ N = ۵۰۰ \\ l = ۵cm = ./۰۵m \\ L = ? \\ K = ۱ \\ \mu_. = ۴\pi\times۱۰^{-۷}\dfrac{Tm}{A} \end{cases}$$

$$L = \frac{AK\mu_. N^۲}{l}$$

$$L = \frac{۱۰\times۱۰^{-۴}\times۱\times۴\times۳/۱۴\times۱۰^{-۷}\times۲۵\times۱۰^{۴}}{./۰۵}$$

$$L = ۶/۲۸\times۱۰^{-۳}H = ۶/۲۸mH$$

تمرین :

سیملوله ای بدون هسته با سطح مقطع $10\,cm^2$ و طول $50\,cm$ دارای ضریب خودالقایی $0.1\,H$ است تعداد حلقه های سیملوله راتعیین کنید.

پاسخ :

$$N \approx 2000$$

$$\begin{cases} K = 1 \\ A = 10\,cm^2 = 10 \times 10^{-4}\,m^2 \\ l = 50\,cm = 0.5\,m \\ L = 0.01\,H \\ N = ? \\ \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\,\dfrac{Tm}{A} \end{cases}$$

$$L = \frac{AK\mu_0 N^2}{l} \Rightarrow N^2 = \frac{L.l}{k\mu_0 A}$$

$$N^2 = \frac{0.01 \times 0.5}{1 \times 4 \times 3.14 \times 10^{-7} \times 10^{-3}} \Rightarrow N \approx 2000$$

تمرین ۴-۴

سیملولهٔ آرمانی بدون هسته ای به طول ۲۲cm وبا حلقه هایی به مساحت $۰/۴۴cm^۲$، شامل $N=۲۰۰۰$ حلقهٔ نزدیک به هم است و جریان ۱/۷A از آن می گذرد. ضریب القاوری و انرژی ذخیره شده در سیملوله را حساب کنید.

پاسخ:

$K=۱$

$l=۲۲\times۱۰^{-۲}m$

$A=./۴۴\times۱۰^{-۴}m^۲$

$N=۲۰۰۰$

$L=?$

$I=۱/۷A$

$U=?$

$\mu_۰=۴\pi\times۱۰^{-۷}\frac{Tm}{A}$

$$L=\frac{AK\mu_۰N^۲}{l}$$

$$L=\frac{./۴۴\times۱۰^{-۴}\times۱\times۴\times۳/۱۴\times۱۰^{-۷}\times(۲\times۱۰^{۳})^۲}{۲۲\times۱۰^{-۲}}$$

$$L\approx۱\times۱۰^{-۳}H=۱mH$$

$$U_L=\frac{۱}{۲}LI^۲ \Rightarrow U_L=\frac{۱}{۲}\times۱۰^{-۳}\times۱/۷^۲$$

$$U_L=۱/۴۴۵\times۱۰^{-۳}J=۱/۴۴۵mJ$$

تمرین:

از سیملوله‌ای به طول $3/14cm$ و سطح مقطع $25cm^2$ که دارای ۲۰۰ دور است، جریان $10A$ می‌گذرد. انرژی ذخیره شده در آن چقدر است؟

پاسخ :

$l = 3/14 \times 10^{-2} m$

$A = 25 \times 10^{-4} m^2$

$N = 200$

$I = 10A$

$U_L = ?$

$K = 1$

$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{Tm}{A}$

$L = ?$

$$L = \frac{AK\mu_0 N^2}{l}$$

$$L = \frac{25 \times 10^{-4} \times 1 \times 4 \times 3/14 \times 10^{-7} \times 200^2}{3/14 \times 10^{-2}}$$

$$L = 4 \times 10^{-3} H$$

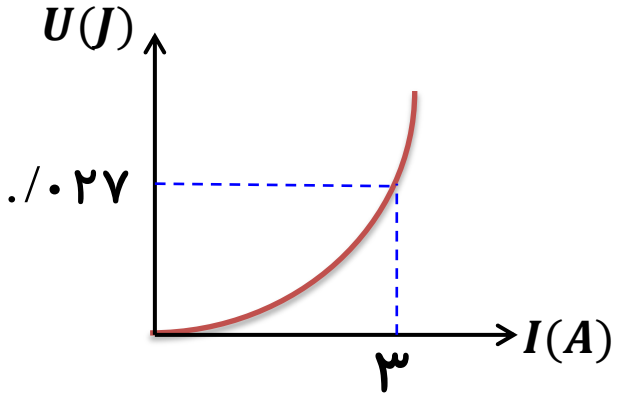
$$U_L = \frac{1}{2} LI^2$$

$$U_L = \frac{1}{2} \times 4 \times 10^{-3} \times 10^2 = /2J$$

$U_L = /2J$

تمرین:

شکل زیر،نمودار انرژی ذخیره شده درسیملوله برحسب جریان گذرنده از آن است. ضریب القاوری سیملوله چندمیلی هانری است؟



پاسخ :

$$L = ۶\,mH$$

اللهم صل علی محمد و آل محمد

تمرین :

سیملوله ای با ضریب القاوری ۴./. هانری ومقاومت ۶ اهمی رابه اختلاف پتانسیل ۱۲ ولت وصل می کنیم. بیشترین انرژی ذخیره شده درسیملوله راحساب کنید.

پاسخ :

$U_L = ./۰۸J$

اللهم صل علی محمد و آل محمد

تمرین :

سیملوله ای شامل ۲۵۰۰ دور،بدون هسته باسطح مقطع $16\ cm^2$ وطول ۶۰cm جریان $2\ A$ ازآن می گذرد، انرژی ذخیره شده درسیملوله راحساب کنید.

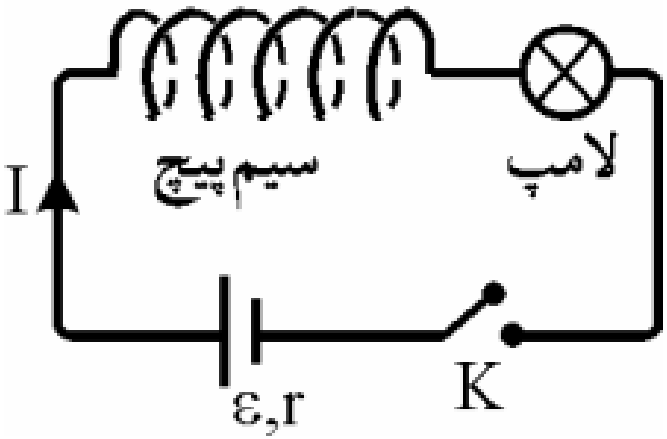
پاسخ :

$U_L = ./04J$

اللهم صل علی محمد و آل محمد

پرسش:

درمدار شکل زیر، با وصل کلید K نور لامپ چگونه تغییر می‌کند؟



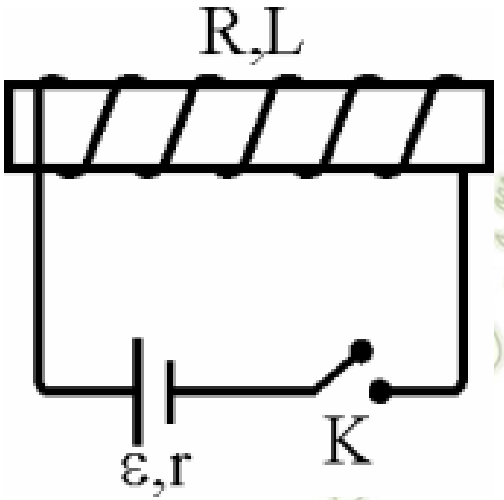
پاسخ :

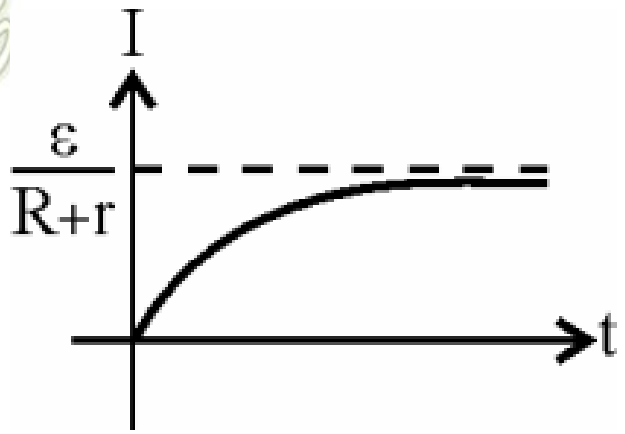
درست بلافاصله بعدازوصل کلید،به علت اثرخودالقایی شدید،سیم‌پیچ مانند یک مقاومت بسیار بزرگ (کلید باز)رفتار می‌کندو روشنایی لامپ بسیار ناچیز می‌شود(لامپ خاموش)با گذشت زمان اثرخودالقایی آن کاهش می‌یابدو روشنایی لامپ افزایش می‌یابد.بعدازمدتی جریان ثابت می‌شودو اثرخودالقایی ازبین رفته وروشنایی لامپ ثابت خواهد ماند

بنابراین لامپ ابتدا بسیار کم‌نور است و سپس نور آن افزایش می‌یابد و در نهایت نور آن ثابت می‌ماند .

مدار R-L در اتصال به باتری

سیملوله‌ای بامقاومت اهمی Rوضریب القاوری L را مطابق شکل درمداری قرار می‌دهیم.
اگر کلید بسته شود، نمودار جریان - زمان به صورت زیر خواهد شد .

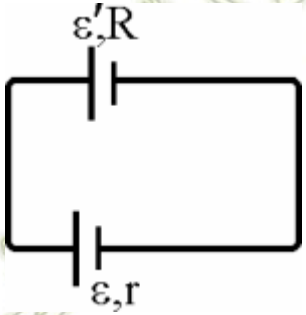




چگونگی تغییر جریان با زمان را در مدار R-L توجیه کنید؟

با وصل کلید، جریان مدار از صفر افزایش می‌یابد .در این مدت سیم‌پیچ مانند یک باتری عمل خواهد کرد که با باتری اصلی به صورت شکل روبه‌رو بسته شده باشد و داریم :

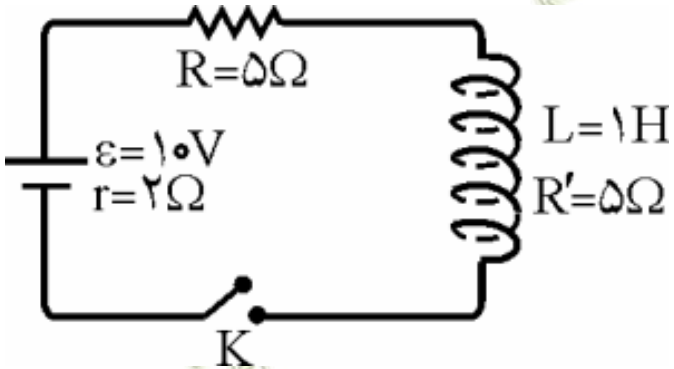
$$I = \frac{\varepsilon - \varepsilon'}{R + r}$$



درست بلافاصله بعد از وصل کلید، جریان مدار صفر، بنابراین نیروی محرکه‌ی خودالقایی ε' برابر نیروی محرکه‌ی باتری است .با گذشت زمان، آهنگ تغییر جریان کاهش یافته و در نتیجه نیروی محرکه‌ی خودالقایی ε' کاهش و جریان مدار افزایش خواهد یافت .بعد از مدت کوتاهی آهنگ تغییر جریان صفر می‌شود .بنابراین نیروی محرکه‌ی خودالقایی از بین رفته و جریان به مقدار ثابت و نهایی خود یعنی $I = \frac{\varepsilon}{R + r}$ می‌رسد.

تمرین :

درمدارشکل زیر،درست بلافاصله پس ازوصل کلید،شدت جریان مدار و اختلاف پتانسیل دو سر سیم‌پیچ را محاسبه کنید .



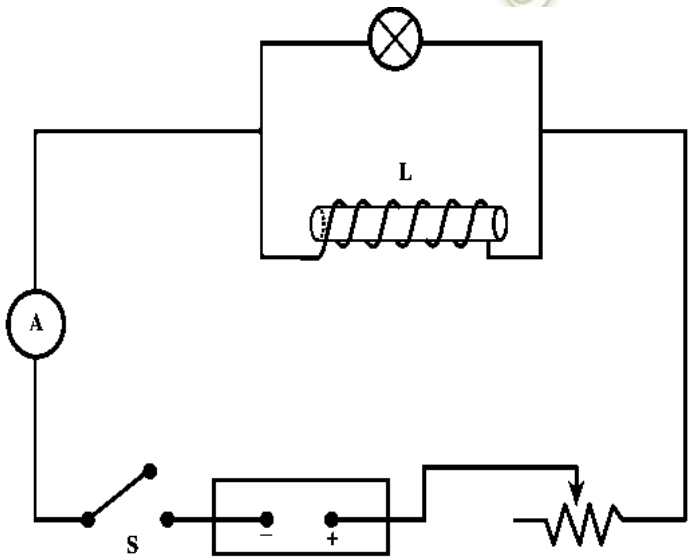
پاسخ :

درست بلافاصله پس ازوصل کلید به علت اثر خودالقایی شدید سیملوله، جریانی از مدار نمی‌گذردو $I=0A$ است .بنابراین افت پتانسیل در مقاومت‌های R،R' و r برابر صفر شده و اختلاف پتانسیل دو سر سیم‌پیچ برابر نیروی محرکه‌ی باتری خواهد شد .

$$V_L = \varepsilon = ۱۰\,V$$

پرسش:

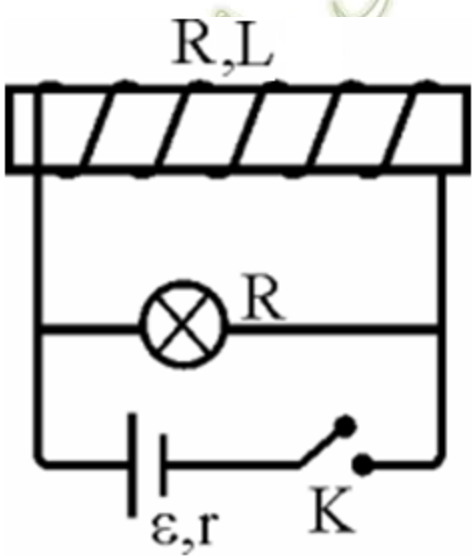
در مدار شکل زیر، یک سیملوله‌ی با یک لامپ موازی شده است .کلید را بسته و بعد از مدتی باز می‌کنیم .روشنایی لامپ در این مدت چگونه تغییر می‌کند؟



پاسخ :

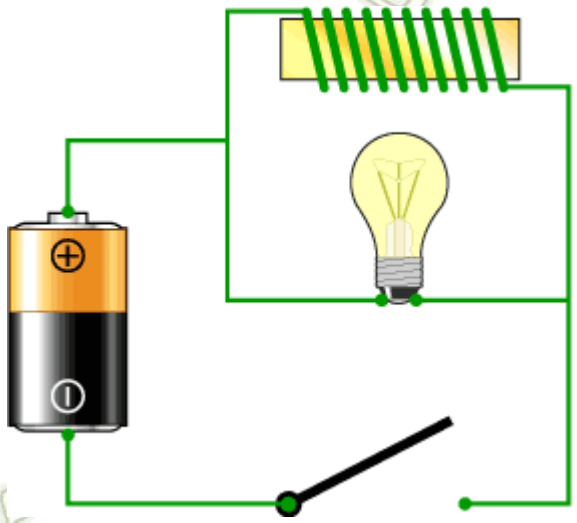
درست بلافاصله پس ازوصل کلید،به علت اثرخودالقایی شدیدسیملوله که با لامپ موازی شده است،ازسیملوله جریانی نمی‌گذردو تمام جریان از لامپ گذشته،لامپ پرنور می‌شود بعد از مدت کوتاهی اثر خودالقایی از بین رفته درنتیجه مقداری جریان نیز از سیملوله می‌گذرد ونور لامپ کم شده وثابت می ماند.

در لحظهٔقطع کلید به علت کاهش جریان گذرنده از سیملوله، سیملوله مانند یک مولد، باعث می‌شود که لامپ با شدت نور بیشتری روشن مانده و سپس خاموش شود.



پرسش:

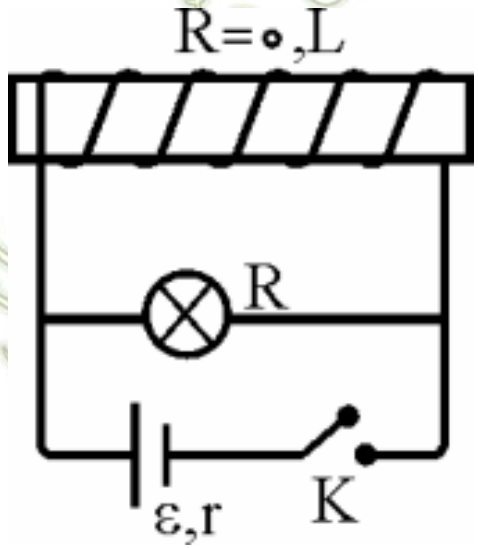
درمدار شکل زیر،یک سیملولهٔایده‌آل(مقاومت اهمی ناچیز) با یک لامپ موازی شده است . کلیدرا بسته و بعد از مدتی باز می‌کنیم.روشنایی لامپ در این مدت چگونه تغییر می‌کند؟



پاسخ :

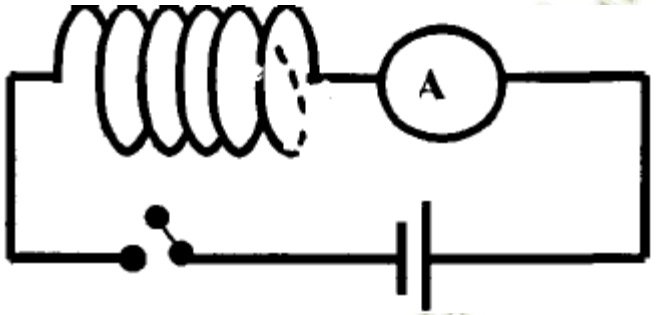
درست بلافاصله پس ازوصل کلید،به علت اثرخودالقایی شدیدسیملوله که با لامپ موازی شده است،ازسیملوله جریانی نمی‌گذردو تمام جریان از لامپ گذشته،لامپ پرنور می‌شود بعد از مدت کوتاهی اثر خودالقایی از بین می‌رود و چون سیملوله مقاومت اهمی ندارد،مانند اتصال کوتاه عمل می‌کندوجریان از لامپ نمی‌گذرد و لامپ خاموش می‌شود.

در لحظه‌ی قطع کلید به علت کاهش جریان گذرنده از سیملوله، سیملوله مانند یک مولد، باعث می‌شود که لامپ با شدت نور بیشتری روشن مانده و سپس خاموش شود.



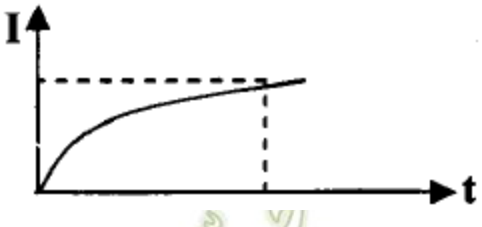
تمرین :

درمدارشکل روبه رو،نمودارکیفی تغییرات شدت جریان برحسب زمان رابه هنگام بستن کلید رسم نمایید وبنویسید این آزمایش نشانگر چه پدیده ای است؟



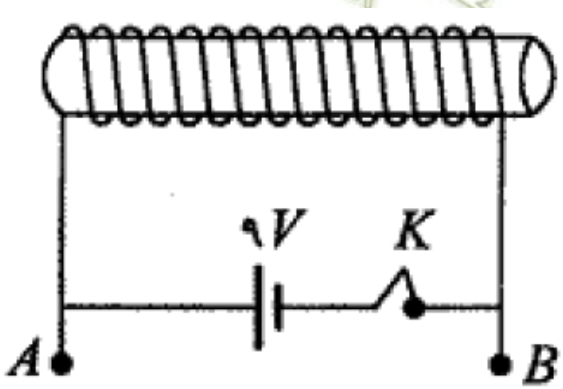
پاسخ :

پدیده ی خود-القاوری



تمرین :

درشکل روبه رودانش آموزی نقاط AوB رابادست خودگرفته ودوستش کلیدKراقطع می کند، هنگام قطع کلیددانش آموز احساس برق گرفتگی می کند.علت آن راتوضیح دهید.

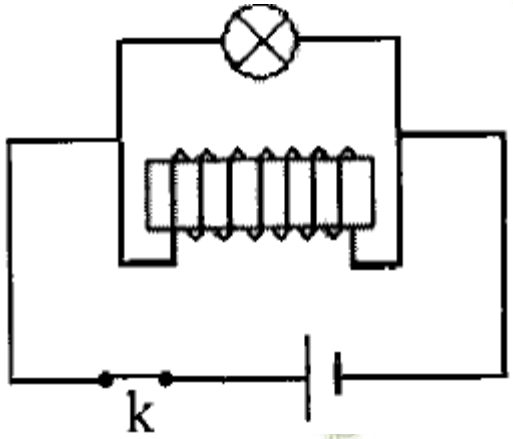


پاسخ :

به علت ایجاد نیروی محرکه ی خودالقاوری درسیملوله احساس برق گرفتگی می کند.

تمرین :

شکل مقابل،مربوط به آزمایش است.الف)این آزمایش برای نشان دادن کدام پدیدهٔ فیزیکی انجام می گیرد؟ب)وقتی کلیدراباز می کنیم،لامپ ابتدا پرنوروسپس خاموش می شود.علت راتوضیح دهید.



پاسخ :

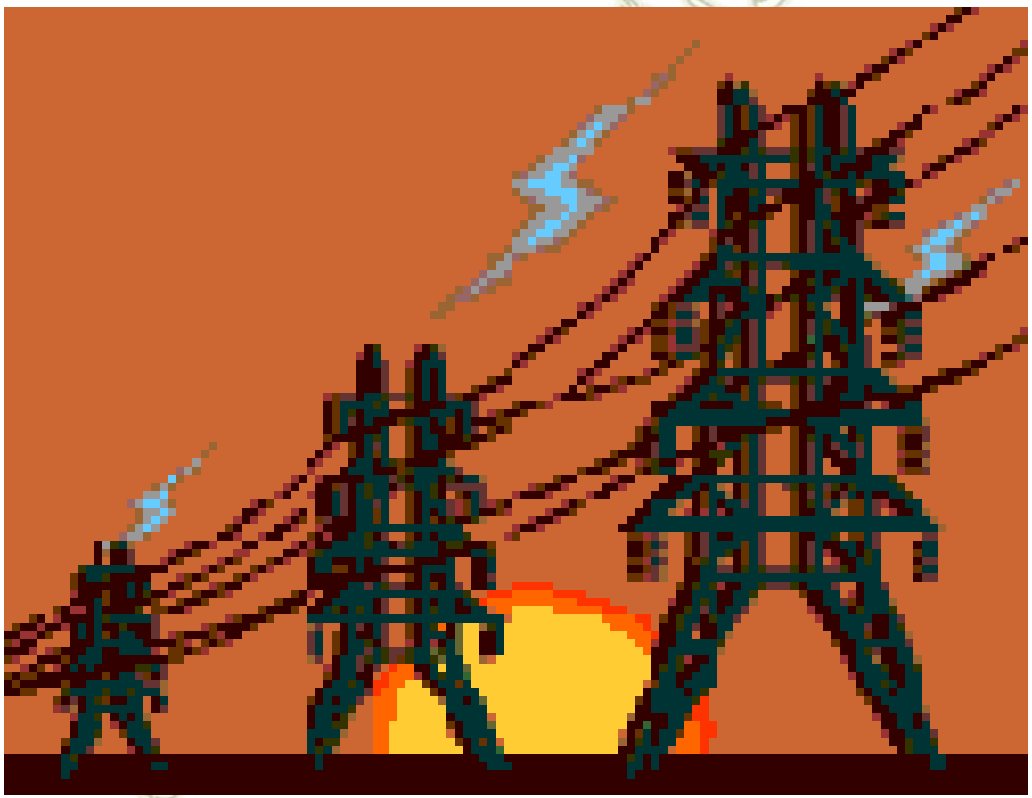
الف) پدیدهٔ خودالقاوری ب)برای مخالفت باکاهش جریان مدار،انرژی ذخیره شده درسیملوله،آزاد می شود.

موضوع :جريان متناوب

خروج

پرسش:

ازداخل سیم کابلهای فشارقوی چه جریانی عبور می کند؟

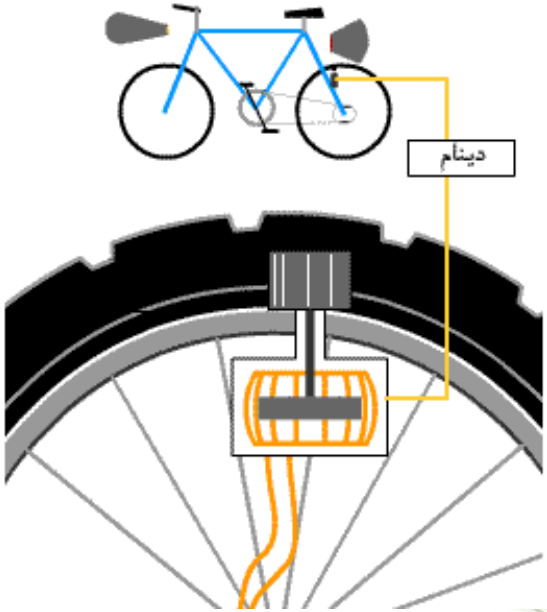


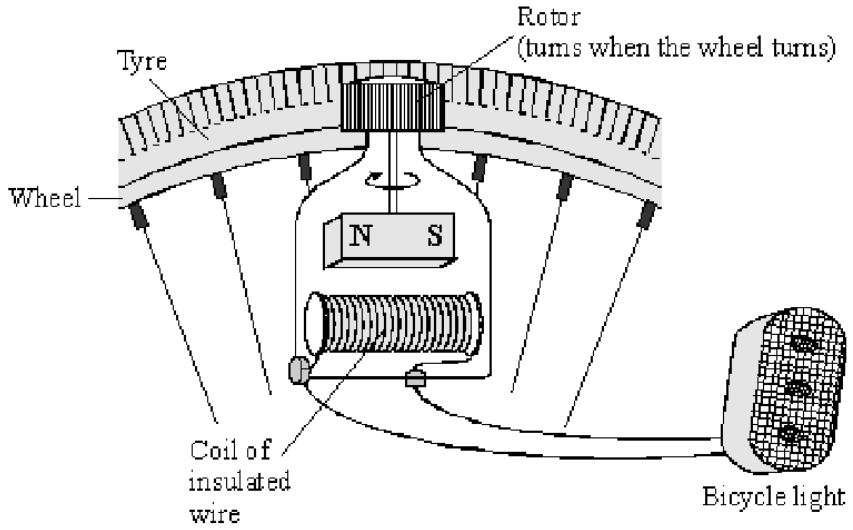
پرسش:

چگونه می توان با نیروی پا، چندلامپ راروشن نمود؟

پرسش:

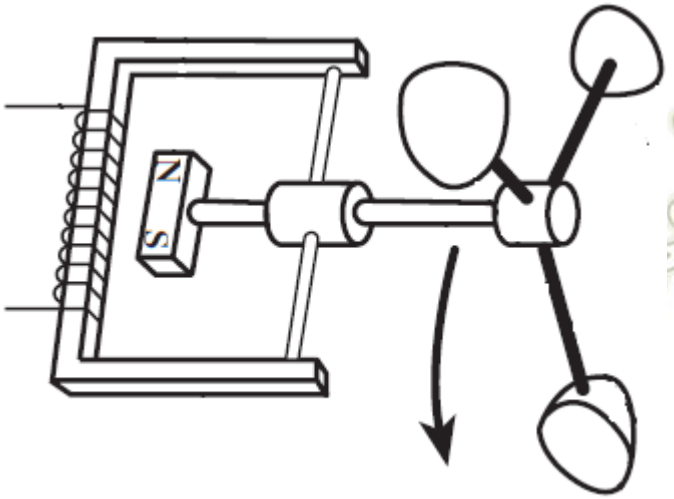
چگونه می توان با نیروی پا ، چندلامپ راروشن نمود؟

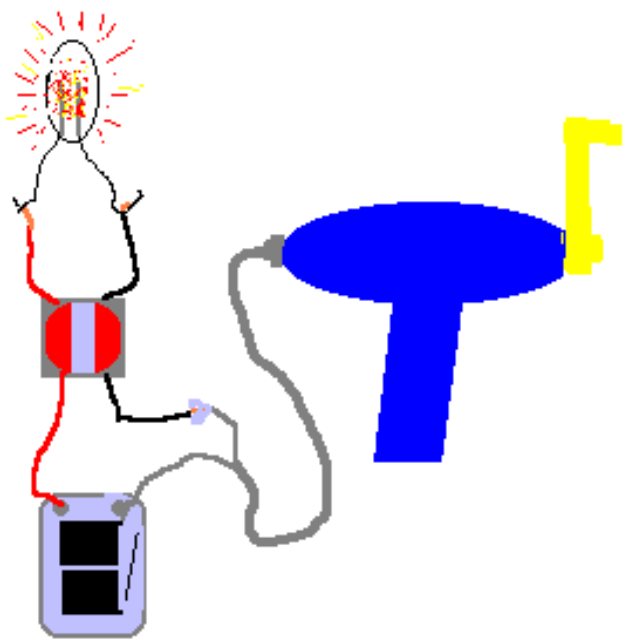




پرسش:

چگونه می توان با نیروی دست، لامپی راروشن نمود؟



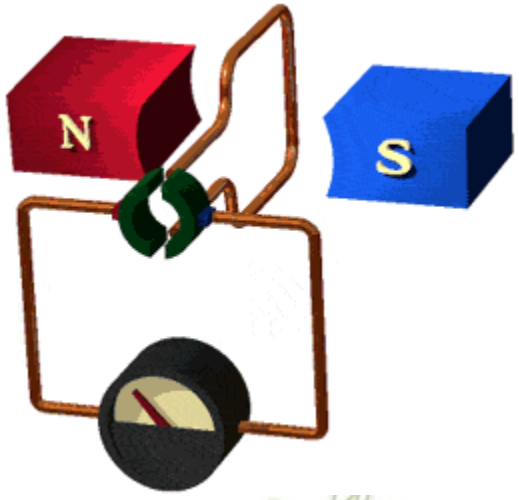


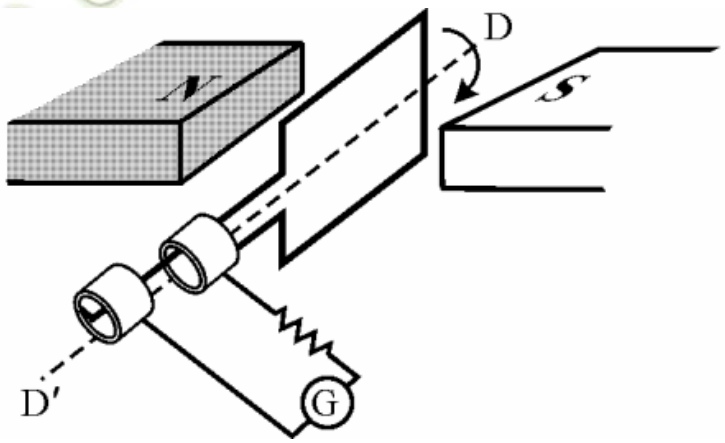
تولید جریان متناوب:

ساده‌ترین راه برای تغییر شارمغناطیسی وایجاد جریان، تغییر زاویه است.

بنابراین معادله شار به صورت زیر می باشد: $\Phi = B A \cos\theta$

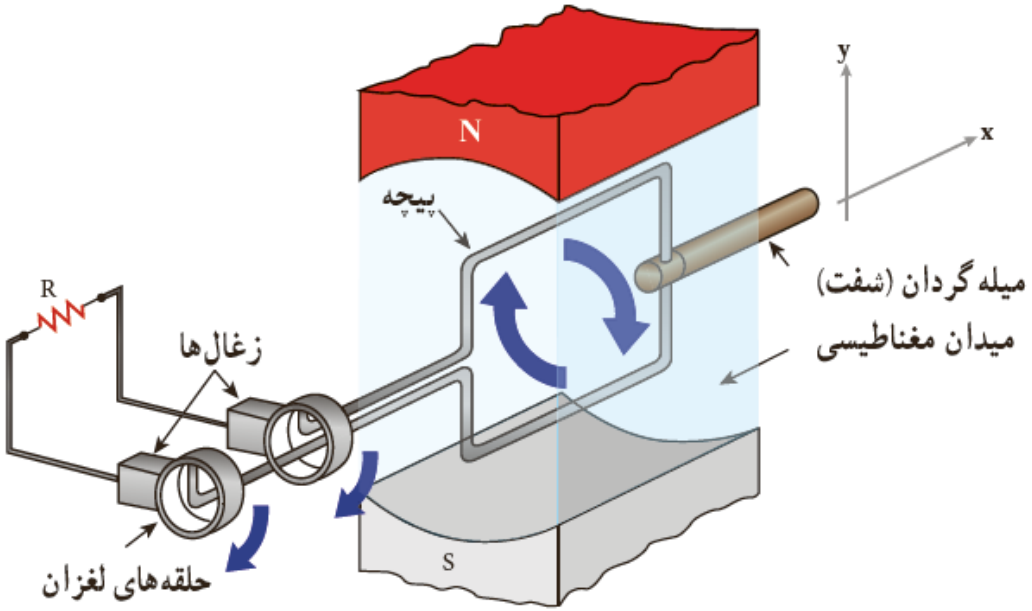
که در آن θ درحال تغییر است





اجزای یک مولّد (ژنراتور)جریان متناوب

حرکت یک میلهٔ گردان، باعث چرخش پیچه درفضای میدان مغناطیسی ناشی از یک آهن ربا می شود.با گردش پیچه،زاویه آن با خطوط میدان ودرنتیجه شار گذرنده از پیچه تغییر ونیروی محرکه و جریان الکتریکی در آن القا می شود.



دوره یازمان تناوب : T

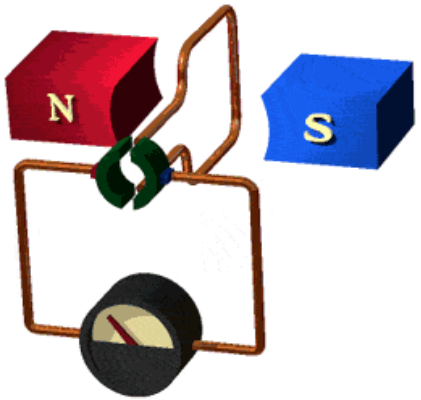
زمانی که طول می کشد تاپیچه یک دور کامل بچرخد را دوره می‌نامند. یکای آن در SI ثانیه است.

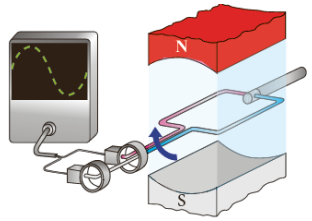
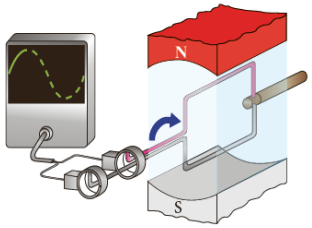
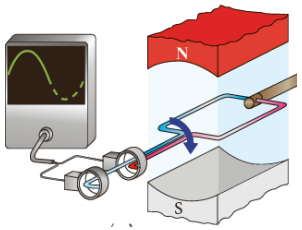
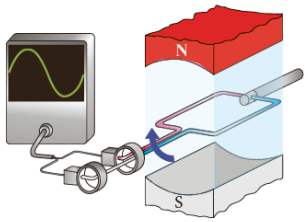
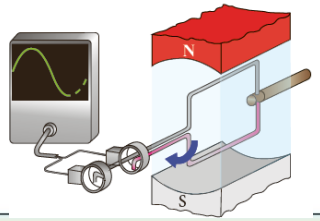
$$\frac{t(s)}{T} = \frac{N(\text{دور})}{1}$$

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

- دوره
- زمان سپری شده
- تعداد دورکامل

تی ان تی!



پرسش:

بسامد برق تولید شده درایران ۵۰HZ است یعنی چه؟

پاسخ :

یعنی آهن ربا در هر ثانیه ۵۰ مرتبه دور پیچه می چرخد.یا بالعکس

یعنی دورهٔ گردش آن ۰۲/. s است

$$T = \frac{۱}{f} \rightarrow T = \frac{۱}{۵۰} = ./۰۲s$$

بسامد یا فرکانس f

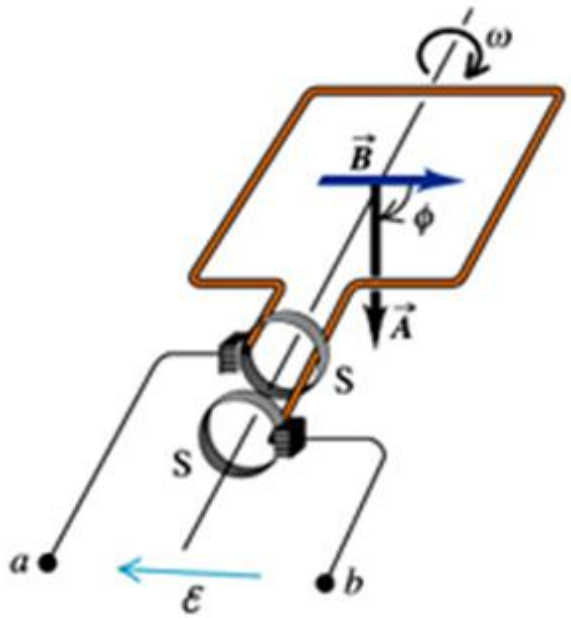
تعداد چرخش های کامل در مدت یک ثانیه را بسامد می‌نامند.

$t = 1s$

یکای بسامد(S^{-1}) است که معادل هرتز HZ است.

تعداد دورها / زمان(S)

$$\frac{T}{1} = \frac{1}{f} \rightarrow f = \frac{1}{T}$$



اللهم صل علی محمد و آل محمد

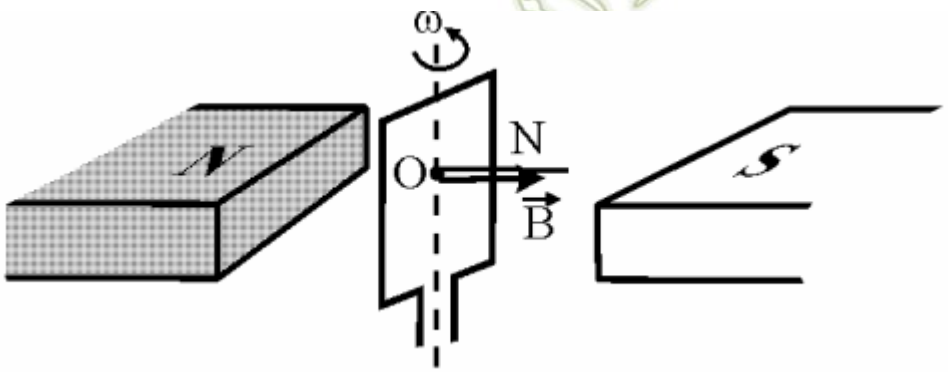
معادلهٔ نیروی محرکهٔ متناوب:

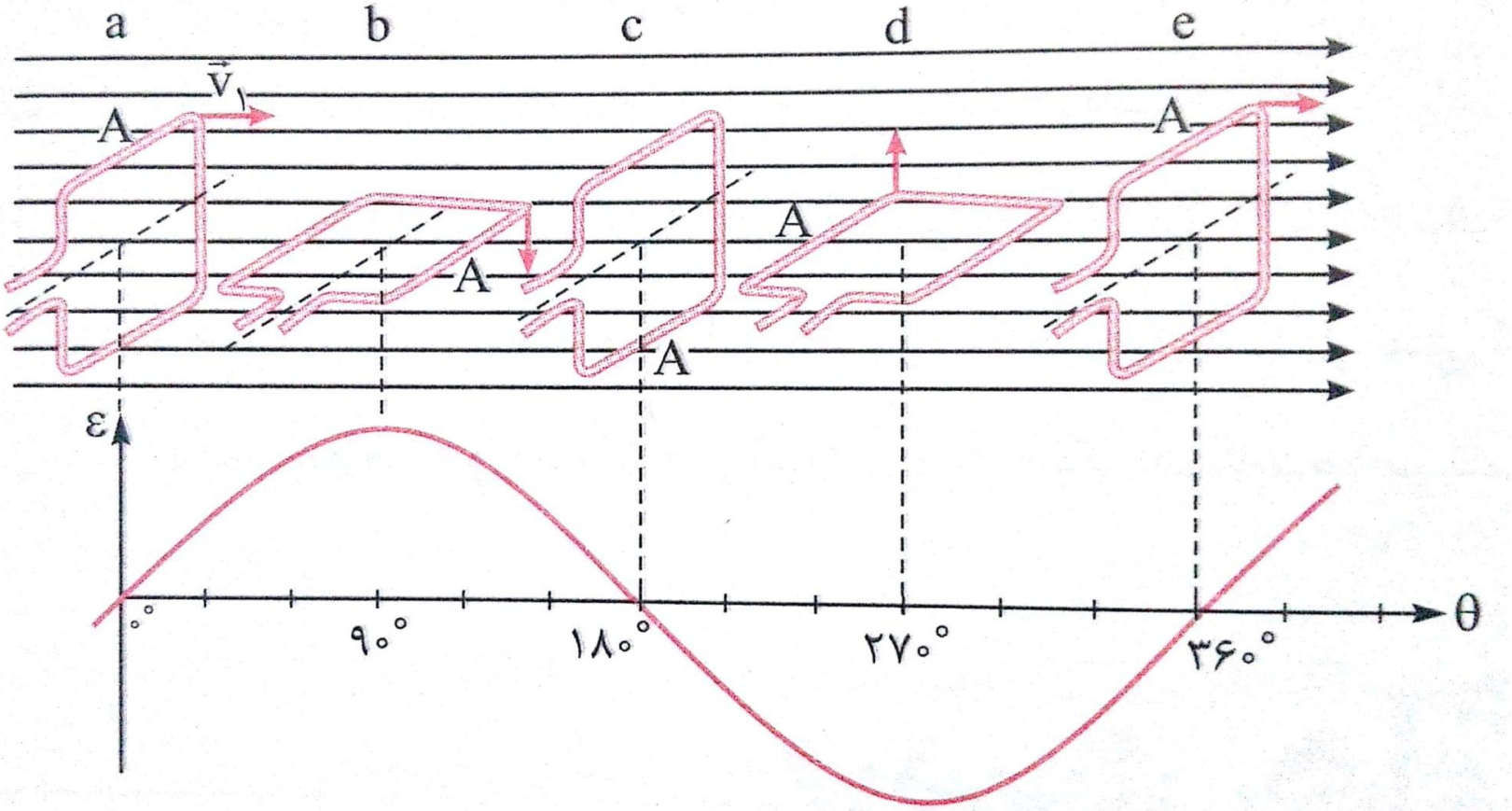
اگرهردور کامل برابر 2π وزمان یک دور چرخش کامل پیچه T باشد، θ زاویه پیچه در مدت زمان t ثانیه چرخیدن ازرابطه ی زیرپیدا می شود.

$$\frac{T(s)}{t} = \frac{2\pi}{\theta} \Rightarrow \theta = \frac{2\pi}{T}t$$

$$\Phi = BA\cos\theta \Rightarrow \Phi = \Phi_m \cos\frac{2\pi}{T}t$$

$$\varepsilon = -N\frac{d\Phi}{dt} \Rightarrow \varepsilon = \varepsilon_m \sin\frac{2\pi}{T}t$$




a
b
c
d
e
$\vec{v}_1$
A
A
A
A
A
ε
θ
۰°
۹۰°
۱۸۰°
۲۷۰°
۳۶۰°

معادلهٔ جریان متناوب:

$$\varepsilon = \varepsilon_{max} \sin \omega t$$

اگر دو طرف رابطه فوق را بر مقاومت مدار (R) تقسیم کنیم ، خواهیم داشت :

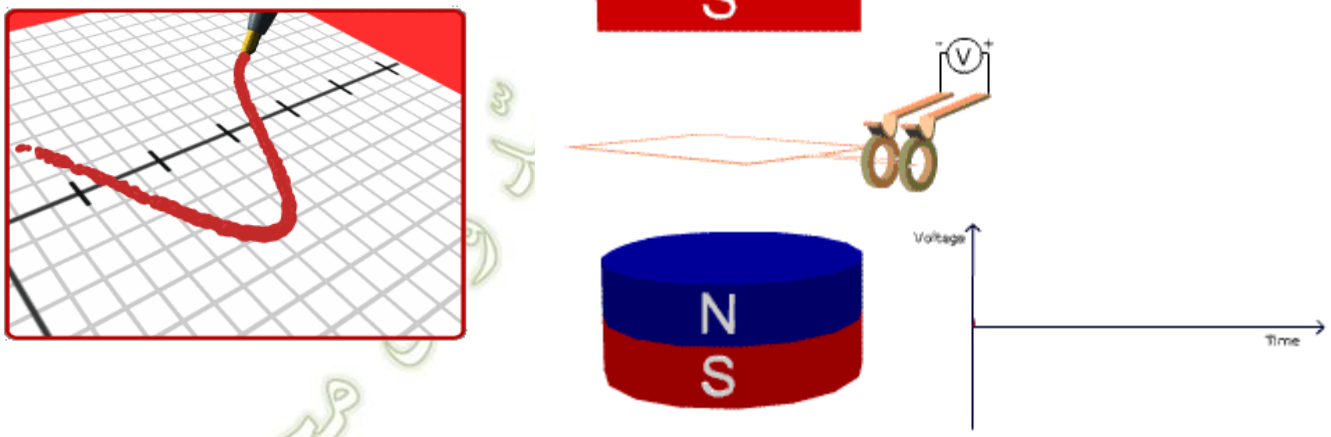
$$\left.\begin{aligned} \frac{\varepsilon}{R} &= \frac{\varepsilon_{max}}{R} \sin \omega t \\ I &= \frac{\varepsilon}{R} \\ I_{max} &= \frac{\varepsilon_{max}}{R} \end{aligned}\right\} \quad I = I_M \sin \omega t$$

اللهم صل علی محمد و آل محمد

جریان متناوب

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

اگرجریان الکتریکی تولیدشده درمدار، به طورسینوسی تغییرکند به چنین جریانی«جریان متناوب»گویند



انواع جریان :

جریان مستقیم : D.C.

اگر مقدار و جهت شدت جریان متوسط در تمام بازه‌های زمانی ثابت بماند

جریان متناوب : A.C.

اگرجهت جریان در زمانهای مساوی به طور متناوب عوض می شود .

رسم نمودار جریان – زمان

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

کافی است برای زمان‌های مشخص (صفر، $\frac{T}{4}$ ، $\frac{T}{2}$ ، $\frac{3T}{4}$ و T) مقدار I را مشخص کرده و با نقطه‌یابی، نمودار سینوسی آن را رسم کنیم .جدول زیر مقدارهای I ، φ و tرا نشان می‌دهد:

t	φ	I
۰	۰	۰
$\frac{T}{4}$	$\frac{\pi}{2}$	I_M
$\frac{T}{2}$	π	۰
$\frac{3T}{4}$	$\frac{3\pi}{2}$	$-I_M$
T	2π	۰

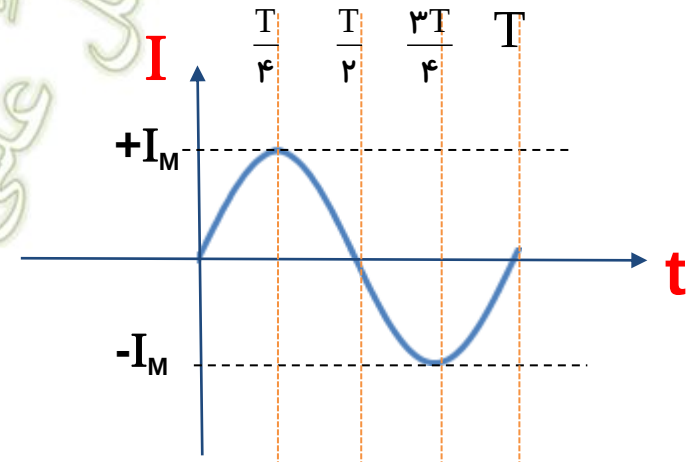
$$I = I_M \sin 0 = 0$$

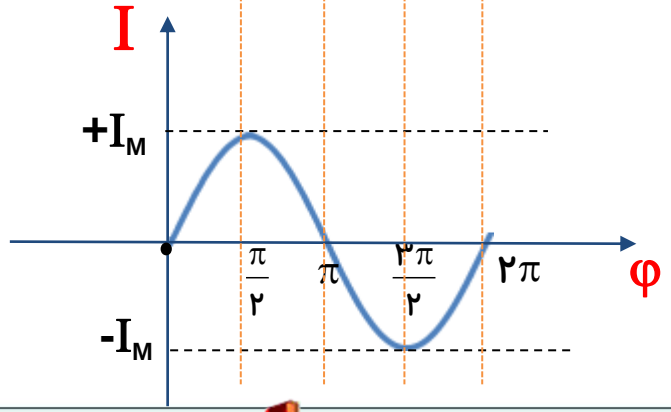
$$I = I_M \sin \frac{\pi}{2} = I_M$$

$$I = I_M \sin \pi = 0$$

$$I = I_M \sin \frac{3\pi}{2} = -I_M$$

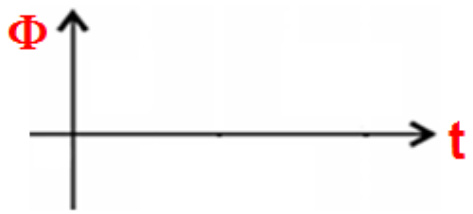
$$I = I_M \sin 2\pi = 0$$

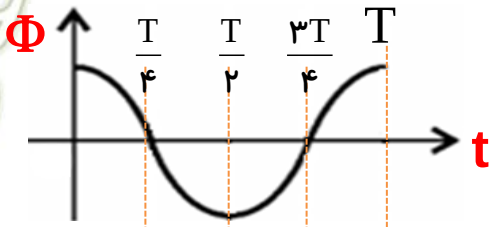




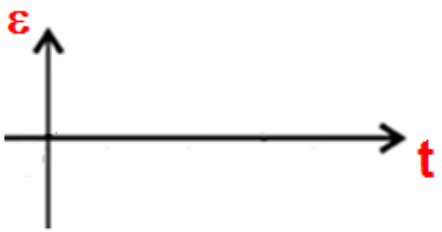
t	0	$\frac{T}{4}$	$\frac{T}{2}$	$\frac{T}{4}$	T
Φ	Φ_m	0	$-\Phi_m$	0	Φ_m
ε	0	ε_m	0	$-\varepsilon_m$	0
I	0	I_m	0	$-I_m$	0

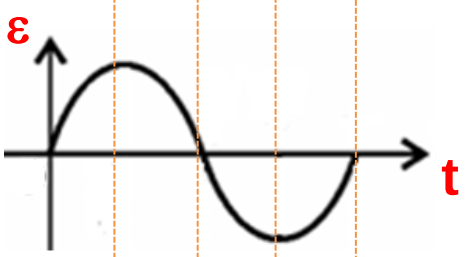
$$\Phi = \Phi_m \cos \frac{2\pi}{T} t$$



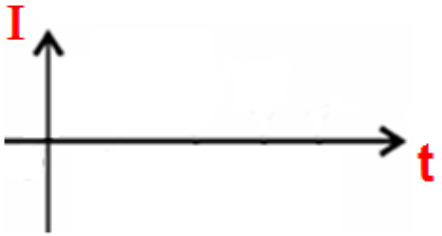


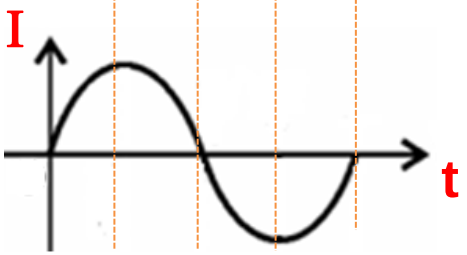
$$\varepsilon = \varepsilon_m \sin \frac{2\pi}{T} t$$





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





تمرین:

قابی در هر دقیقه، ۳۰۰ بار دورخود می چرخد.زمان تناوب و بسامد قاب را به دست آورید؟

پاسخ :

$t = ۱\min = ۶۰s$

$N = ۳۰۰$ دور

$T = ?$

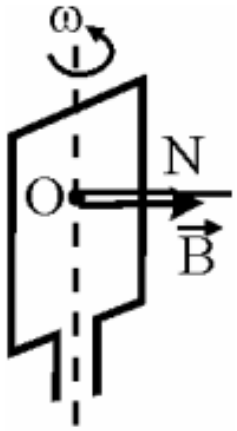
$f = ?$

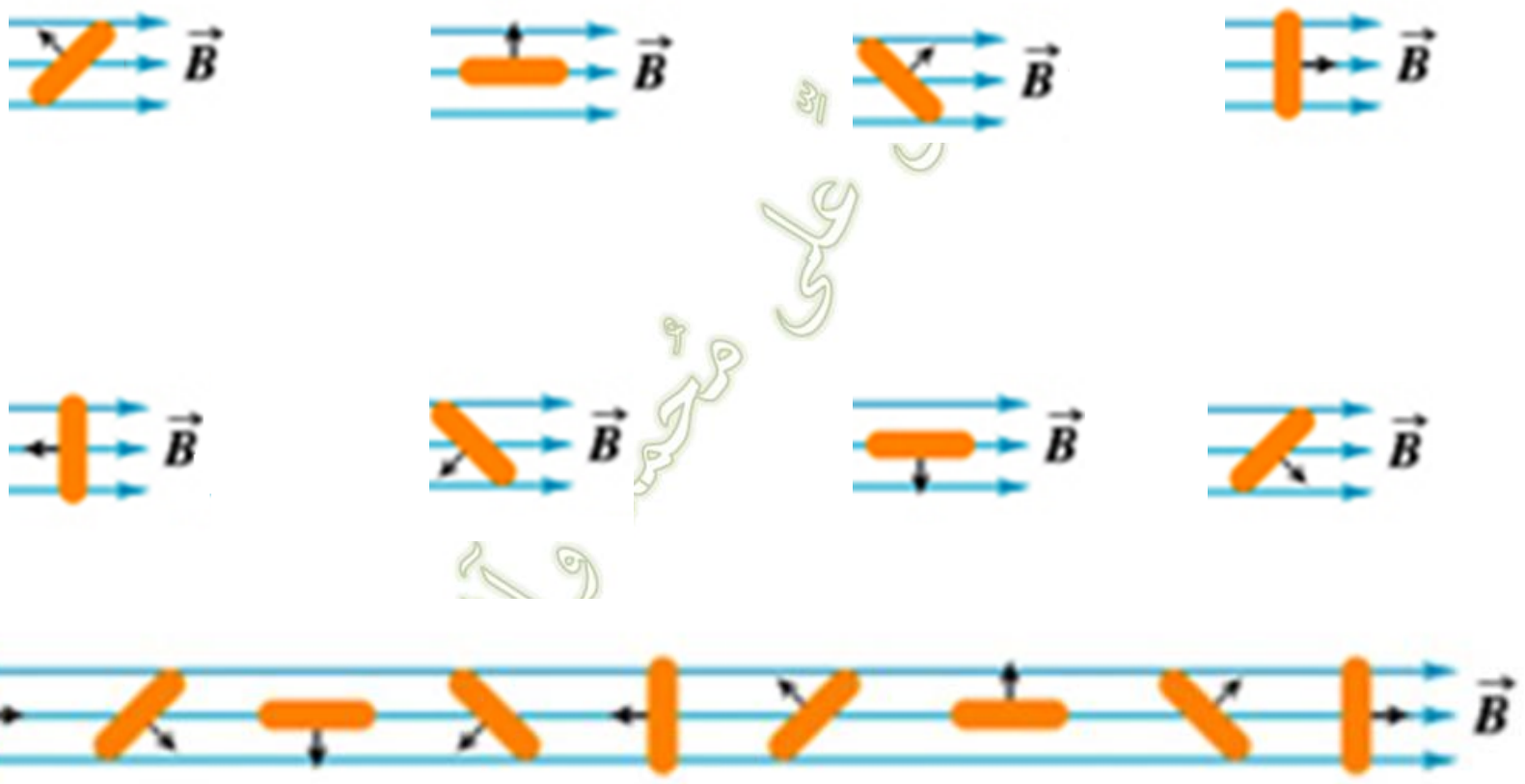
$$T = \frac{t}{N}$$

$$T = \frac{۶۰}{۳۰۰} = ./۲s$$

$$f = \frac{۱}{T}$$

$$f = \frac{۱}{./۲} = ۵HZ$$




B
B
B
B
B
B
B
B
B

تمرین ۴-۵

معادلهٔ جریان زمان یک مولد جریان متناوب برحسب یکاهای SIبه صورت $I=(۴\times۱۰^{-۳})\sin۲۵۰\pi t$ است.الف) جریان در دو لحظهٔ $t_۱=۲ms$ و $t_۲=۸ms$ چقدراست؟

پاسخ:

الف)

$$\left.\begin{matrix} I=۴\times۱۰^{-۳}\sin۲۵۰\pi t \\ t=۲\times۱۰^{-۳}s \end{matrix}\right\} I=۴\times۱۰^{-۳}\sin۲۵۰\pi\times۲\times۱۰^{-۳}=۴\times۱۰^{-۳}\sin\frac{\pi}{۲}=۴\times۱۰^{-۳}A$$

$$\left.\begin{matrix} I=۴\times۱۰^{-۳}\sin۲۵۰\pi t \\ t=۸\times۱۰^{-۳}s \end{matrix}\right\} I=۴\times۱۰^{-۳}\sin۲۵۰\pi\times۸\times۱۰^{-۳}=۴\times۱۰^{-۳}\sin۲\pi=۰$$

اللهم صل علی محمد و آل محمد

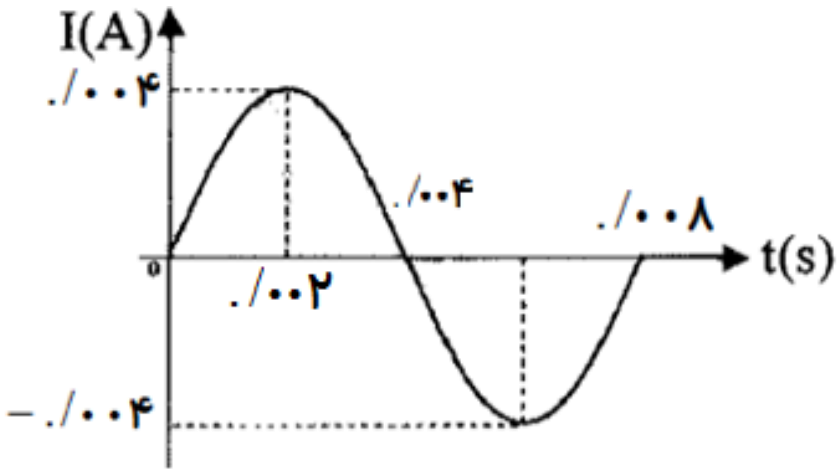
تمرین ۴-۵

معادلهٔ جریان زمان یک مولد جریان متناوب برحسب یکاهای SIبه صورت $I=(۴\times۱۰^{-۳})\sin۲۵۰\pi t$ است. ب)دورهٔ تناوب جریان را به دست آورید و نمودار جریان زمان را در یک دورهٔ کامل رسم کنید.

پاسخ:

$$I = ۴\times۱۰^{-۳}\sin۲۵۰\pi t$$

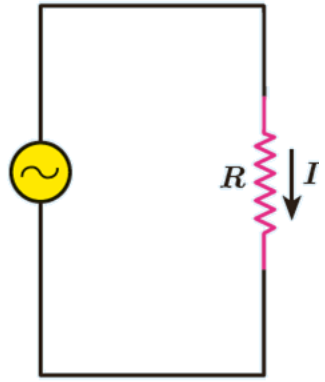
$$۲۵۰\pi = \frac{۲\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{۲\pi}{۲۵۰\pi} = ./۰۰۸s$$



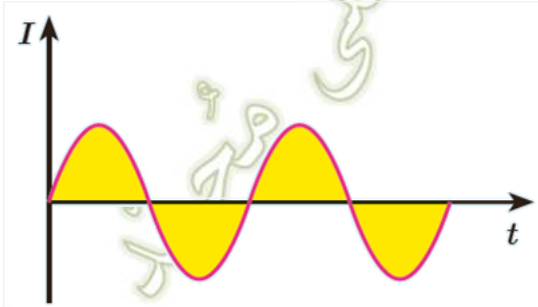
فعالیت ۴-۱

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 یکسوکنندهٔ جریان می نامند. نمودار شکل ب، تغییرات جریان برحسب زمان را برای مدار شکل الف نشان می دهد. پس از گفت و گو در گروه خود، نمودار تغییرات جریان برحسب زمان را برای مدار شکل پ رسم کنید.

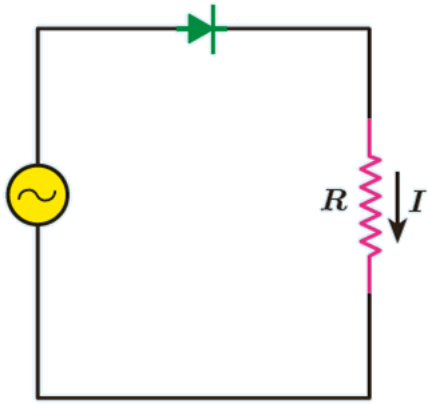
پاسخ:



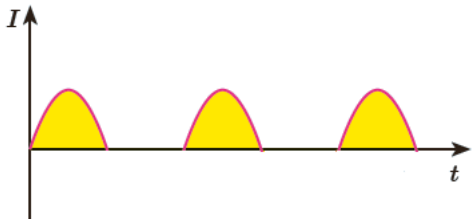
(الف)



(ب)



(پ)



تمرین:

به دو سرپیچه‌ای با مقاومت ۲Ω نیروی محرکه ($\varepsilon = ۵\sin(۱۰۰\pi t)$ ε برحسب ولت و t برحسب ثانیه) متصل است.بیشینه‌ی شدت جریان را محاسبه کنید .

پاسخ :

$$I = ۲/۵A$$

$$\begin{cases} R = ۲\Omega \\ \varepsilon = ۵\sin ۱۰۰\pi t \\ I_{max} = ? \end{cases}$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R} \rightarrow I = \frac{۵\sin ۱۰۰\pi t}{۲} = ۲/۵\sin ۱۰۰\pi t$$

زمانی که $\sin(۱۰۰\pi t) = \pm ۱$ باشد، $I = I_{max}$ می‌شود .بنابراین $I_m = ۲/۵\,A$

رسم نمودار: $I = ./.۵\sin ۲۰\pi t$

t	θ	I
۰	۰	۰
$\frac{T}{۴}=\frac{۱}{۴۰}s$	$\frac{\pi}{۲}$	./۰۵
$\frac{T}{۲}=\frac{۱}{۲۰}s$	π	۰
$\frac{۳T}{۴}=\frac{۳}{۴۰}s$	$\frac{۳\pi}{۲}$	-./۰۵
$T = ./۱s$	۲π	۰

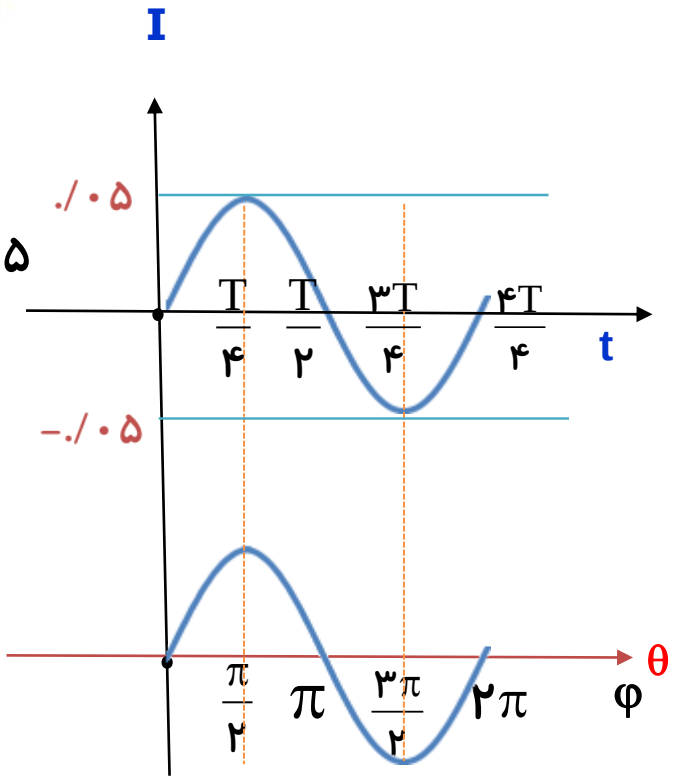
$I = ./۰۵\sin ۲۰\pi\times ۰ = ۰$

$I = ./۰۵\sin\frac{\pi}{۲} = ./۰۵$

$I = ./۰۵\sin\pi = ۰$

$I = ./۰۵\sin\frac{۳\pi}{۲} = -./۰۵$

$I = ./۰۵\sin ۲\pi = ۰$



تمرین :

معادله ی جریان متناوبی در SI به صورت $I = ۱۰ \sin(۲۰\pi t)$ است

الف) دوره یازمان تناوب چندثانیه است؟ ب)اگرمقاومت سیم حامل جریان برابر ۴Ω باشد نیروی محرکه ی بیشینه چندولت خواهدبود؟

پاسخ :

$$I = ۱۰ \sin ۲۰\pi t \begin{cases} I_{max} = ۱۰ A \\ ۲۰\pi = \dfrac{۲\pi}{T} \rightarrow T = \dfrac{۲\pi}{۲۰\pi} = ./۱ s \end{cases}$$

$$T = ./۱ s$$

$$\varepsilon_{max} = ۴۰ v$$

$$I_{max} = \frac{\varepsilon_{max}}{R} \rightarrow \varepsilon_{max} = RI_{max} \rightarrow \varepsilon_{max} = ۴ \times ۱۰ = ۴۰ v$$

تمرین :

جریان متناوبی بامعادلهٔ $I = ۵\sin(۵۰\pi t)$ ازیک رسانا به مقاومت ۱۰ اهم می گذرد.

الف) درچه لحظه ای برای اولین بار شدت جریان بیشینه می شود؟

ب)نیروی محرکهٔ القایی بیشینه چقدراست؟

پاسخ :

$$t = ./۰۱s$$

$$\varepsilon_{max} = ۱۰\times۵ = ۵۰v$$

$$I = ۵\sin ۵۰\pi t \rightarrow \sin ۵۰\pi t = ۱ \rightarrow \sin ۵۰\pi t = \sin\frac{\pi}{۲} \rightarrow ۵۰\pi t = \frac{\pi}{۲} \rightarrow t = ./۰۱s$$

$$I_{max} = \frac{\varepsilon_{max}}{R} \rightarrow \varepsilon_{max} = RI_{max} \rightarrow \varepsilon_{max} = ۱۰\times۵ = ۵۰v$$

تمرین :

معادلهٔ جریان متناوب به معادلهٔ $I = ۴\sin(۲۰\pi t)$ ازمقاومت $۵۰\ \Omega$ عبور می کند.معادلهٔ نیروی محرکهٔ القایی آن را بنویسید.

پاسخ :

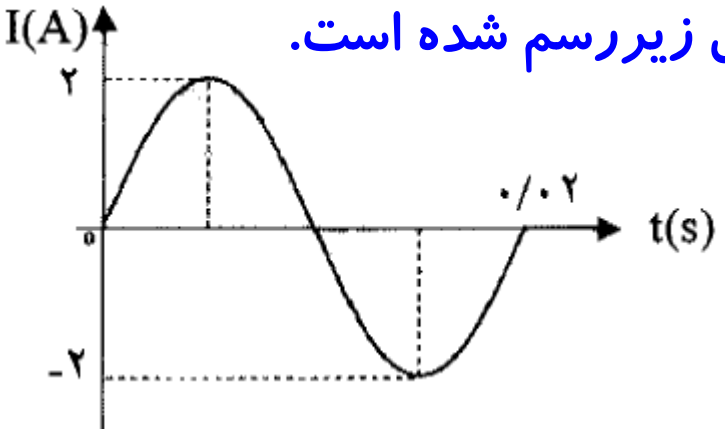
$$I = ۴\sin ۲۰\pi t$$

$$\varepsilon = RI \Rightarrow \varepsilon = ۵۰ \times ۴\sin ۲۰\pi t = ۲۰۰\sin ۲۰\pi t$$

$$\varepsilon = RI$$

نمودارتغییرات جریان متناوبی برحسب زمان درشکل زیررسم شده است.

معادلهٔ جریان را بنویسید.

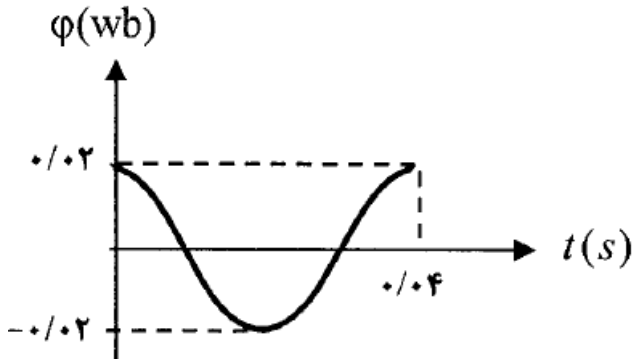


پاسخ :

$$\left.\begin{array}{l} I_{max} = ۲A \\ \\ T = ./۰۲S \end{array}\right\} I = I_m \sin\frac{۲\pi}{T}t \Rightarrow I = ۲\sin\frac{۲\pi}{./۰۲}t \Rightarrow I = ۲\sin ۱۰۰\pi t$$

تمرین :

نمودار $\Phi - t$ عبوری از یک حلقهٔ رسانا مطابق شکل روبه رواست. معادلهٔ شارمغناطیسی را برحسب زمان در SI بنویسید.



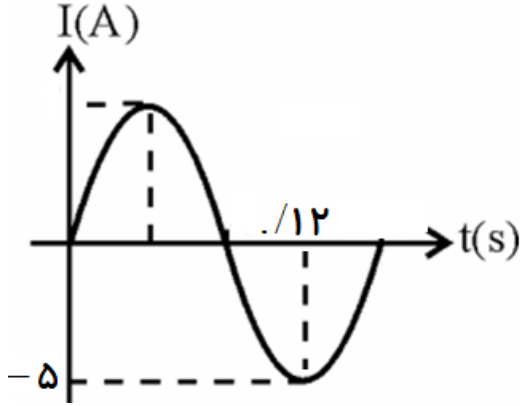
پاسخ :

$$\Phi = ./۰۲\cos ۵۰\pi t$$

$$\Phi = BA\cos\frac{۲\pi}{T}t \begin{cases} T = ./۰۴s \\ \Phi_{max} = ./۰۲Wb \end{cases} \xrightarrow{\Phi = \Phi_{max}\cos\frac{۲\pi}{T}t} \Phi = ./۰۲\cos\frac{۲\pi}{./۰۴}t \Rightarrow \Phi = ./۰۲\cos ۵۰\pi t$$

تمرین :

نمودارتغییرات جریان متناوبی برحسب زمان رسم شده است،معادله ی شدت جریان رابه دست آورید.



پاسخ :

$$I = ۵\sin\frac{۲۵\pi}{۲}t$$

$$I_{max} = ۵A$$

$$\frac{۳T}{۴} = ./۱۲ \rightarrow T = ./۱۶s$$

$$I = I_m \sin\frac{۲\pi}{T}t$$

$$I = ۵\sin\frac{۲\pi}{./۱۶}t = ۵\sin\frac{۲۰\pi}{۱۶}t$$

$$I = ۵\sin\frac{۲۵\pi}{۲}t$$

اللهم صل علی محمد و آل محمد

تمرین :

جریان متناوبی که بیشینهٔ آن ۵آمپرودوره ی آن۴./.ثانیه است ازیک رسانای ۵ اهمی می گذرد،درچه لحظه ای شدت جریان برای اولین بار بیشینه خواهدبود؟

پاسخ :

$t = ./۰۱s$

اللهم صل علی محمد و آل محمد

تمرین :

معادله ی جریان متناوبی به صورت($I = ۳ \sin(۱۰۰\pi t)$ است

الف)بیشینه جریان چندآمپراست؟

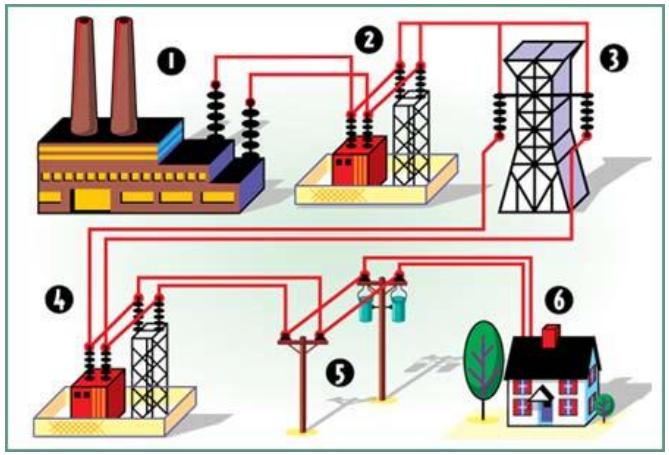
ب)دوره یازمان تناوب چندثانیه است؟

پاسخ :

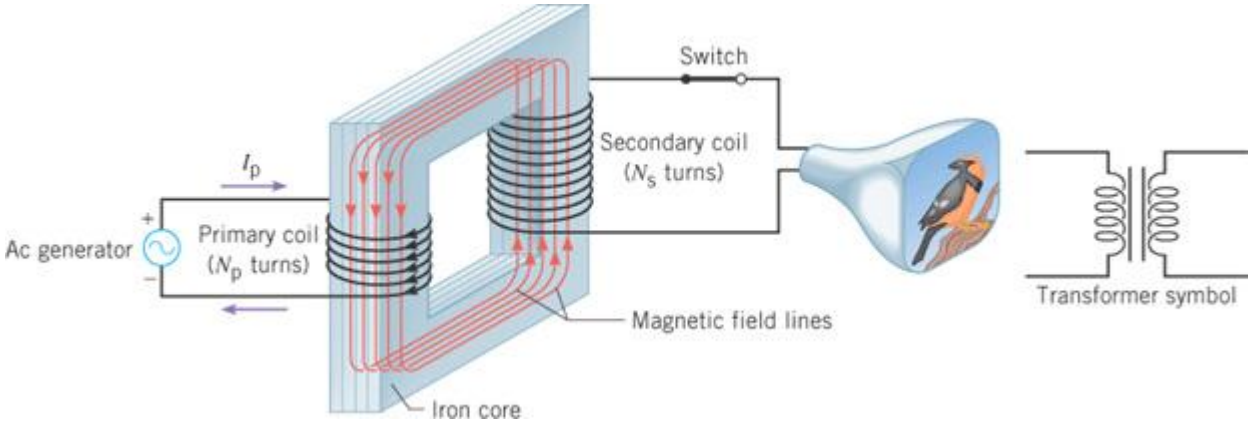
$I_{max} = ۳A$

$T = ۰/۰۲s$

اللهم صل علی محمد و آل محمد



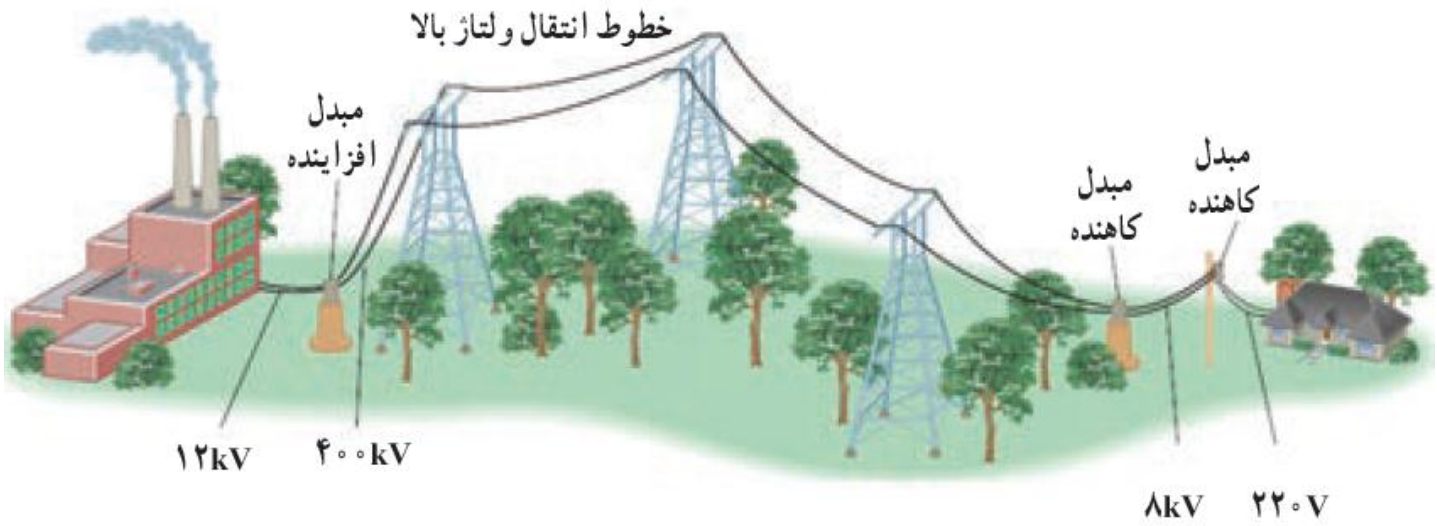
موضوع :مبدل ها



مزایای مولد های AC نسبت به DC

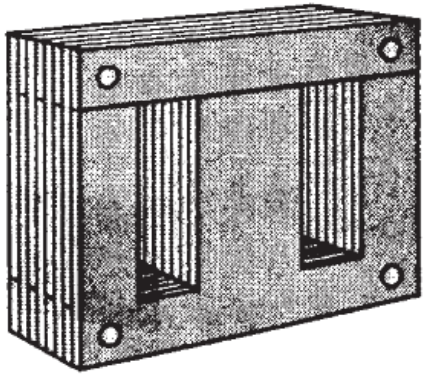
۱-درانتقال توان درفاصله های دور،ازولتاژ هرچه بالاتر و جریان هرچه کمتری استفاده کنیم، باعث کاهش اتلاف RI^2 در خط های انتقال می شود .

۲-در انتقال انرژی الکتریکی از نیروگاه به محل مصرف کننده توسط یک مبدل ولتاژ را افزایش و جریان را کاهش می دهند(طبق رابطه $P=VI$ اگر توان تولیدی را ثابت فرض کنیم افزایش ولتاژ توسط یک مبدل با کاهش جریان همراه است) تا توان تلف شده در سیم ها انتقال (RI^2) به کمترین مقدار برسد

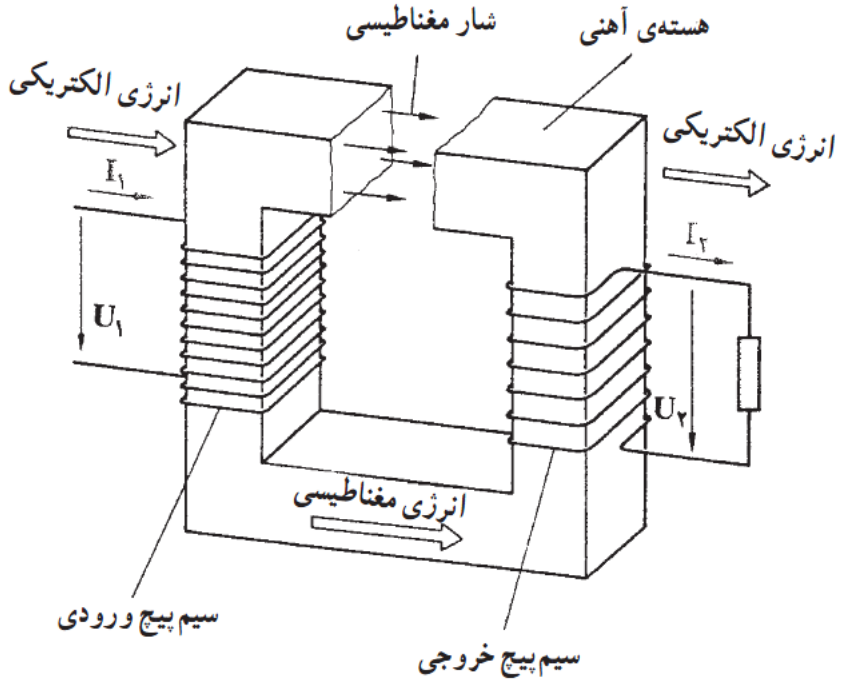


نحوهٔ کارکرد مبدل

مبدل شامل دو پیچه با روکش عایق که روی یک هستهٔ آهنی پیچیده شده اند. اگر پیچهٔ اولیه را به یک مولد جریان متناوب وصل کنیم، شارعبوری ازآن نیز تغییرمی کند،این شار متغییر از راه هسته ازپیچه ثانویه عبور می کند ودراثرپدیده القای متقابل باعث القای نیروی محرکه الکتریکی در پیچه ثانویه می شود



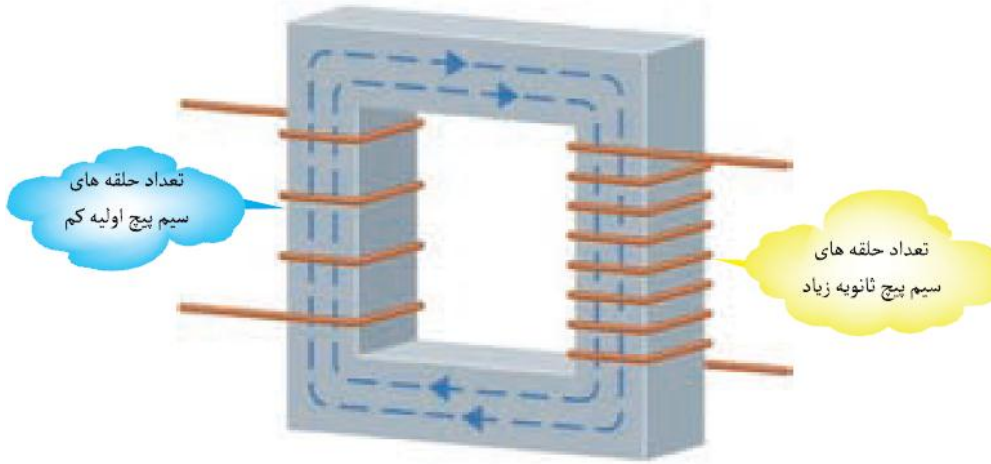
شکاف دار



رابطهٔ تعداددورها با ولتاژدر مبدل ها

ترانسفورماتور افزاینده

$$\varepsilon_1 = -N_1 \frac{\Delta\Phi_1}{\Delta t}$$



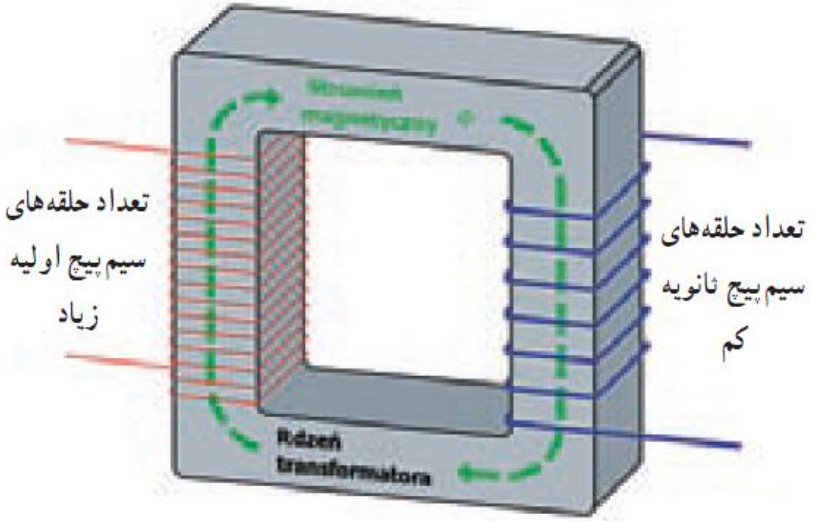
$$\varepsilon_2 = -N_2 \frac{\Delta\Phi_2}{\Delta t}$$

میدان وشارمغناطیسی درداخل هستهٔآهنی بسیار بیشتر از خارج هسته است ومی توان فرض کردتمام شارتولید شده درپیچهٔ اولیه از پیچهٔ ثانویه عبور می کند. $\Delta\Phi_1 = \Delta\Phi_2$

$$\frac{\Delta\Phi_1}{\Delta t} = \frac{\Delta\Phi_2}{\Delta t} \rightarrow \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1} = \frac{-N_2 \frac{\Delta\Phi_2}{\Delta t}}{-N_1 \frac{\Delta\Phi_1}{\Delta t}} \xrightarrow{\varepsilon = V} \frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

رابطهٔ تعداددورها باشدت جریان درمبدل های ایده آل(آرمانی):

مبدلی را ایده آل گویند که هیچ گونه اتلاف انرژی درآن وجودنداشته باشد.
درنتیجه توان ورودی به مبدل آرمانی برابر توان خروجی از آن است.



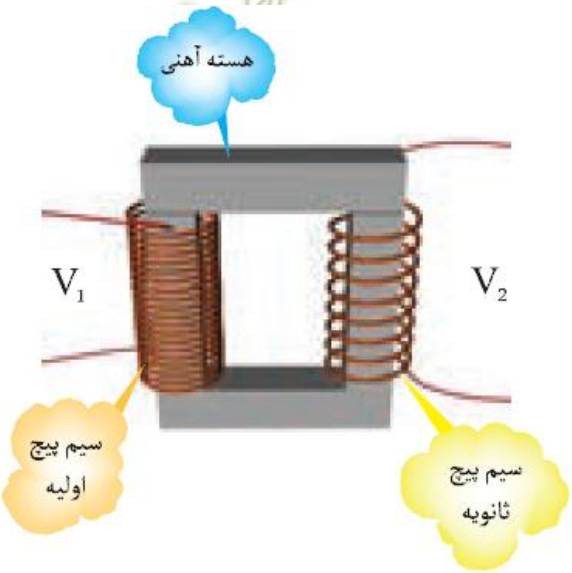
ترانسفورماتور کاهنده

$$P_1 = P_2 \rightarrow V_1 I_1 = V_2 I_2 \rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \frac{V_1}{V_2} \rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$$

فرمول مبدل ها(ترانسفورماتورها):

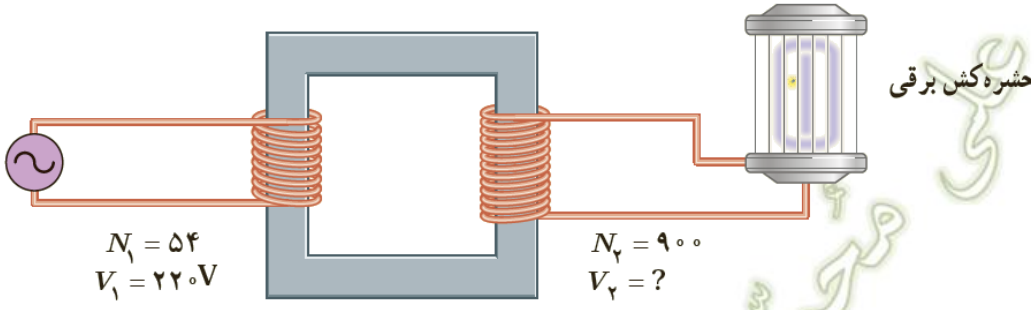
$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{I_1}{I_2}$$

- V_2: ولتاژ ثانویه — برحسب ولت
- V_1: ولتاژ اولیه — برحسب ولت
- N_2: تعداد دورهای سیم پیچ ثانویه
- N_1: تعداد دورهای سیم پیچ اولیه
- I_1 و I_2: بدون واحد



تمرین ۴-۶

برخی از وسیله های برقی، مانند حشره کش برقی، برای کار کردن نیاز به ولتاژهای بالا از مرتبهٔ چند هزار ولت دارند. شکل زیرمبدلی را نشان می دهد که ولتاژ لازم را برای کار یک دستگاه حشره کش برقی فراهم می کند. اگر تعداد دور اولیهٔمبدل $N_1 = ۵۴$ وتعداد دور ثانویه $N_2 = ۹۰۰$ باشد، مبدل چه ولتاژی را برای کار کردن دستگاه حشره کش تأمین می کند؟



پاسخ:

$$\begin{cases} N_1 = ۵۴ \\ V_1 = ۲۲۰v \\ N_2 = ۹۰۰ \\ V_2 = ? \end{cases}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

$$\frac{V_2}{۲۲۰} = \frac{۹۰۰}{۵۴}$$

$$V_2 \approx ۳۶۶۷\ v$$

تمرین :

درمبدل آرمانی شکل زیر،اگر بیشینه ولتاژ دوسر مقاومتRبرابر۶۷ باشد، بیشینه ولتاژ مولد چقدر است؟

پاسخ :

$V_1 \approx ۳/۶v$

$$\begin{cases} N_1 = ۱۱ \\ N_2 = ۱۸ \\ V_2 = ۶v \\ V_1 = ? \end{cases}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

$$\frac{۶}{V_1} = \frac{۱۸}{۱۱}$$

$$V_1 \approx ۳/۶v$$

تمرین :

درمبدل آرمانی شکل زیر، جریان متناوبی بامعادله ی $I = ۲ \sin(۲۰۰\pi t)$ از دوسر مقاومت $R = ۳\Omega$ می گذرد.

الف) دورهٔ تناوب این جریان چندثانیه است؟

ب) بیشینه ولتاژ دوسر مولد چندولت است؟

پاسخ :

$T = ۰/۰۱s$

$V_۱ = ۴v$

اللهم صل علی محمد و آل محمد

تمرین :

درمبدل شکل زیر، اگر بیشینه ولتاژمولد، برابر۷ ۴باشدبیشینه ولتاژ دوسر پیچهٔ ثانویه چندولت است؟

پاسخ :

$V_۲ = ۶v$

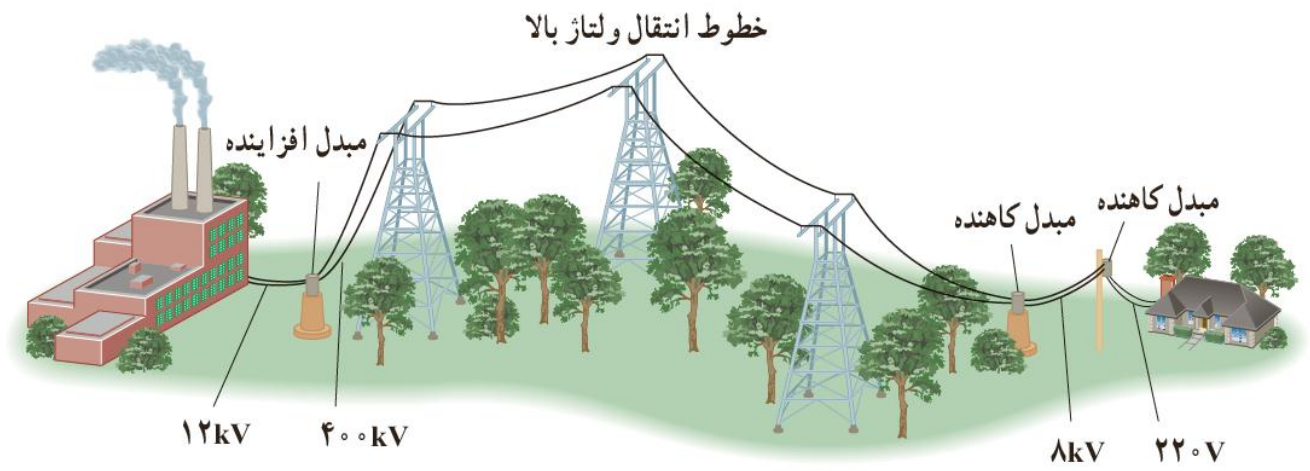
اللهم صل علی محمد و آل محمد

استفاده از مبدل برای کاهش اتلاف انرژی الکتریکی

درانتقال انرژی الکتریکی از نیروگاه به محل مصرف کننده توسط یک مبدل،ولتاژ را تا حد امکان افزایش وجریان را تاحد امکان کاهش می دهند تا توان تلف شده در سیم های انتقال برق (RI^2) به حداقل برسد

مصرف کننده — مبدل های کاهنده — مبدل های افزاینده — نیروگاه

خط های انتقال فشار قوی



توان تلف شده در خط انتقال

اگر توان تولیدی نیروگاه P ولتاژ بین خط های انتقال V باشد، شدت جریان در خط های فشار قوی $I = \frac{P}{V}$ می شود. فرض می کنیم که مقاومت خط های انتقال برابر R باشد. در این صورت توان تلف شده P' در خط انتقال برابر می شود با:

$$P = VI \rightarrow I = \frac{P}{V}$$

$$P' = RI^2$$

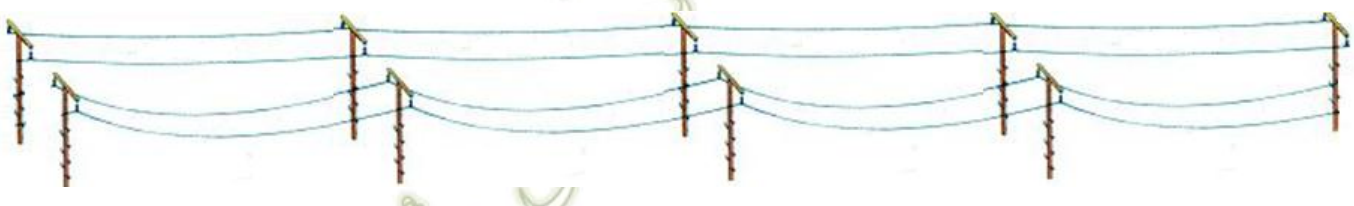
$$P' = R\frac{P^2}{V^2}$$

توان تولیدی نیروگاه

توان تلف شده

رابطه ی مقایسه ای توان تلف شده در دو خط انتقال

خط انتقال توان،توان الکتریکی ثابت P را تحویل می گیرد.اگرانشعابی درمسیر نیروگاه تا مقصدوجودنداشته باشد.نسبت توان تلف شده در دو خط انتقال به صورت رابطهٔ زیر است.



توان تلف شده خط انتقال اول نسبت به خط انتقال دوم

توان تولیدی نیروگاه

$$P' = RI^2 \rightarrow P' = R\frac{P^2}{V^2} \rightarrow \frac{P'_1}{P'_2} = \left(\frac{R_1}{R_2}\right)\left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2$$

تمرین :

توان تولیدی نیروگاهی ۲MW است.می خواهیم این انرژی را باکابل های مسی به طول ۲۰km وسطح مقطع ۲cm² انتقال دهیم.اگرولتاژ خط های انتقال ۴۰۰kv باشد،توان تلف شده در خط های انتقال،چندولت می شود؟

مقاومت ویژه مس Ωm $۱/۸ \times ۱۰^{-۸}$

پاسخ :

$P' = ۴۵W$

$P = ۲ \times ۱۰^{۶} W$

$L = ۲۰ \times ۱۰^{۳} m$

$A = ۲ \times ۱۰^{-۴} m^{۲}$

$V = ۴۰۰ \times ۱۰^{۳} kV$

$P' = ?$

$\rho = ۱/۸ \times ۱۰^{-۸} \Omega m$

$$R = \rho \frac{L}{A} \rightarrow R = ۱/۸ \times ۱۰^{-۸} \times \frac{۲ \times ۱۰^{۴}}{۲ \times ۱۰^{-۴}} \rightarrow R = ۱/۸ \Omega$$

$$P' = R \frac{P^{۲}}{V^{۲}} \rightarrow P' = ۱/۸ \times \frac{(۲ \times ۱۰^{۶})^{۲}}{(۴۰۰ \times ۱۰^{۳})^{۲}} \rightarrow P' = ۴۵W$$

تمرین :

ولتاژ انتقال چندکیلوولت باشدتا اتلاف انرژی در انتقال با خط هایی به مقاومت ۲ اهم، ۰/۰۲ درصد توان تولیدی نیروگاه شود؟ توان تولیدی نیروگاه ۴MW است

پاسخ :

$V = ۲۰۰kV$

$V = ?$

$R = ۲\Omega$

$\frac{P'}{P} = ./۰۲\%$

$P = ۴\times ۱۰^{۶}W$

$\frac{P'}{P} = \frac{./۰۲}{۱۰۰} \rightarrow P' = ۲\times ۱۰^{-۴}P = ۲\times ۱۰^{-۴}\times ۴\times ۱۰^{۶} \rightarrow P' = ۸۰۰W$

$P' = R\frac{P^{۲}}{V^{۲}} \rightarrow ۸۰۰ = ۲\times \frac{P^{۲}}{V^{۲}} \rightarrow (\frac{P}{V})^{۲} = ۴۰۰ \rightarrow \frac{P}{V} = ۲۰$

$V = \frac{P}{۲۰} \rightarrow V = \frac{۴\times ۱۰^{۶}}{۲۰} \rightarrow V = ۲\times ۱۰^{۵}V \rightarrow V = ۲۰۰kV$

تمرین :

یک نیروگاه،توان۴۴۰MWباولتاژ ۸۸۰ kv تولید نموده است.الف)اگربخواهیم این توان را به شهر دور که مقاومت سیم های انتقال ۲۰۰Ω است منتقل کنیم،چندمگا وات توان در این سیم ها تلف می شودوچند مگاوات به شهر خواهدرسید؟ب) اگر قبل از انتقال ،توسط یک مبدل که تعداد دور ثانویه آن ۱۰برابر اولیه است،ولتاژ را بالا برده و سپس با همان سیستم ها به شهر منتقل کنیم،چندمگا وات توان تلف شده وچه توانی به شهر می رسد؟

پاسخ :

الف)

$$P' = ۵۰MW$$

$$P_{\text{رسیده به شهر}} = ۳۹۰MW$$

ب)

$$P' = ./۵MW$$

$$P_{\text{رسیده به شهر}} = ۴۳۹/۵MW$$

تمرین :

دو خط هم طول انتقال توان الکتریکی ازیک نیروگاه تامقصدمعین کشیده اند؛درخط اول ازولتاژ۴۰۰KVبین دوسرخط و ازکابل هایی به قطرمقطع d ودرخط دوم،از ولتاژ۳۰۰KV بین دوسرخط واز کابل هایی به قطرمقطع ۳d استفاده شده است.اگرجنس کابل های دو خط یکسان باشد.اتلاف توان الکتریکی درخط اول ،چندبرابر اتلاف توان الکتریکی در خط دوم است؟

پاسخ :

$$\frac{P'_1}{P'_2}=(\frac{3}{2})^4$$

تست :

برای انتقال انرژی الکتریکی از نیروگاه به محل مصرف یک بار آن را با اختلاف پتانسیل ۲۰۰۰ولت وبار دیگربا اختلاف پتانسیل ۱۲۰۰۰۰ولت منتقل می کنیم.توان تلف شده در حالت اول به توان تلف شده درحالت دوم تقریباً چقدر است؟

الف) ۶۰ ب) ۷۲۰ ج) ۳۶۰۰ د) ۶۰۰۰

پاسخ :

گزینه۳ صحیح است.

اللهم صل علی محمد و آل محمد

روابط وفرمولهای فصل الکترومغناطیس

۱-شار مغناطیسی عبوری ازیک سطح بسته : $\Phi = BA\cos\theta$

۲- نیروی محرکهٔ القایی متوسط : $\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

۳-نیروی محرکهٔ القایی در رسانای متحرک در میدان مغناطیسی: $\varepsilon = VBL$

۴- ضریب خودالقاوری وشارعبوری ازسیملوله: $L = \frac{AK\mu.N^2}{L}$ و $N\Phi = LI$

۵- انرژی ذخیره شده در القاگر: $U_L = \frac{1}{2}LI^2$

۶- زمان تناوب وبسامد : $T = \frac{t}{N}$ و $f = \frac{1}{T}$

۷- معادلهٔ نیروی محرکهٔ القایی در جریان متناوب : $\varepsilon = \varepsilon_{max}\sin\omega t$

۸- معادلهٔ جریان متناوب: $I = I_M \sin\omega t$ و $I_{max} = \frac{\varepsilon_{max}}{R}$

۹-رابطهٔ تعداددورها با شدت جریان و ولتاژدر مبدل ها : $\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{I_1}{I_2}$

۱۰-توان تلف شده در خط انتقال : $P' = R\frac{P^2}{V^2}$

شناسنامه الکترومغناطیس

نام کمیت	علامت	یکا(SI)
شار مغناطیسی	Φ	(وبر)Wb
مساحت	A	m^2(مترمربع)
تغییرات شار مغناطیسی	$\Delta\Phi$	(وبر)Wb
آهنگ تغییرشار مغناطیسی	$\Delta\Phi/\Delta t$	wb/s (وبر بر ثانیه)
آهنگ تغییرمساحت	$\Delta A/\Delta t$	m^2 /s (وبر بر ثانیه)
آهنگ تغییرات میدان مغناطیسی	$\Delta B/\Delta t$	T/S (تسلا بر ثانیه)
نیروی محرکه القایی	ε	V (ولت)
ضریب خود القاوری	L	H(هانری)

با نظارت جمعی از اساتید و معلمان گروه فیزیک البرز :

عظیم آقچه جلی

افشین کردکتولی

شهریار زینالی

فاطمه زارعی

فتانه باقرزاده

محمد انصاری تبار

تاریخ ویرایش نهایی : بهمن ماه ۱۳۹۶

ارتباط تلگرامی : @ansari132

موفق وپیروز باشید

خروج

خروج