هم کلاسی

Hamkelasi.ir

۱- **شار مغناطیسی**

وقتی سیم‌پیچ یا مداری که مساحت آن برابر A می‌باشد در یک میدان مغناطیسی قرار گیرد، شار مغناطیسی که از سیم‌پیچ یا مدار عبور می‌کند طبق رابطه‌ی زیر قابل محاسبه است:

$\varphi = AB\cos\theta$

φ: شار مغناطیسی سیم پیچ(وبر Wb)، A: مساحت یک حلقه (m^2)، B: میدان مغناطیسی (T)، θ: زاویه ی بین نیم خط عمود بر سطح سیم پیچ و میدان مغناطیسی

۲- **شار مغناطیسی بیشینه**

وقتی سیم‌پیچ عمود بر میدان مغناطیسی است، شار مغناطیسی ماکزیمم می‌باشد.

$|\cos\theta| = ۱ \Rightarrow \theta = ۰^\circ \text{ یا } ۱۸۰^\circ \Rightarrow \varphi_{max} = \pm AB$ (سطح سیم پیچ عمود بر میدان)

۳- **شار مغناطیسی صفر**

وقتی سیم‌پیچ موازی میدان مغناطیسی باشد، شار مغناطیسی عبوری برابر صفر است.

$\cos\theta = ۰ \Rightarrow \theta = ۹۰^\circ \text{ یا } ۲۷۰^\circ \Rightarrow \varphi = ۰$ (سیم پیچ موازی میدان)

۴- **قانون فارادی**

هرگاه شار مغناطیسی که از یک مدار بسته می‌گذرد تغییر نماید، در آن نیروی محرکه‌ای القاء خواهد شد و جریانی در آن برقرار می‌شود به‌طوری که بزرگی نیروی محرکه‌ی القا شده متناسب با آهنگ تغییر شار است.

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

در این رابطه ε بر حسب ولت، $\frac{d\varphi}{dt}$ برحسب وبر بر ثانیه است.

۵- **قانون لنز**

سوی جریان حاصل از نیروی محرکه‌ی القایی به گونه‌ای است که به‌وسیله‌ی آثار مغناطیسی‌ای که به‌وجود می‌آورد با عامل به‌وجود آورنده خود (تغییر شار) مخالفت می‌کند.

۶- **محاسبه‌ی نیروی محرکه‌ی القایی متوسط و لحظه‌ای**

از ترکیب دو قانون فارادی و لنز، فرمول‌ها از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

$\varepsilon = -N\frac{d\varphi}{dt}$ (نیروی محرکه ی خودالقایی لحظه ای) $\Rightarrow$ $\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$ (نیروی محرکه ی خودالقایی متوسط)

N = تعداد حلقه های پیچه ، $\Delta\varphi$ = تغییر شار برحسب وبر (Wb) ، Δt = زمان تغییر شار برحسب ثانیه (S)

$\bar{\varepsilon}$ = نیروی محرکه ی القایی متوسط در پیچه بر حسب ولت (V) ، $\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$ = آهنگ تغییر شار در پیچه بر حسب $\left(\frac{wb}{s}\right)$

۷- **نکته:** در مواردی که حرکت باعث تغییر شار می‌شود، قانون لنز مانند نیروی اصطکاک عمل کرده و در مقابل حرکت مقاومت نشان می‌دهد.

مشاور و برنامه ریز کنکور
محمد گنجی
مدرس و مولف کتب فیزیک
www.m-ganji.com

۸- روش‌های ایجاد تغییر شار در یک مدار

طبق رابطه‌ی $\varphi = BA\,Cos\theta$ با تغییر هریک از عوامل میدان مغناطیسی، شدت میدان مساحت حلقه (A)، و زاویه‌ی بین سوی میدان مغناطیسی و نیم‌خط عمود بر صفحه (θ)، شار تغییر نموده و باعث ایجاد نیروی محرکه‌ی القایی در یک مدار بسته‌ی رسانا خواهد شد.

تغییر شار $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 \Rightarrow$
- تغییر شار به روش تغییر میدان $\Delta\varphi = A(\Delta B)Cos\alpha$
- تغییر شار به روش تغییر مساحت $\Delta\varphi = (\Delta A)BCos\alpha$
- تغییر شار به روش تغییر زاویه $\Delta\varphi = AB(Cos\alpha_2 - Cos\alpha_1)$

۹- تشریح قانون لنز

وقتی شار مغناطیسی به هر دلیلی تغییر کند، نیروی محرکه‌ی القایی و به دنبال آن جریان الکتریکی القایی تولید می‌شود. جریان الکتریکی القا شده، در اطراف مدار، میدان مغناطیسی به‌وجود می‌آورد که آن را میدان مغناطیسی القایی نامیده و با B_L نشان می‌دهیم.

طبق قانون لنز، نیروی محرکه‌ی القایی با آثاری که از خود به‌وجود می‌آورد، با تغییرات شار مخالفت می‌کند. به این ترتیب که اگر شار افزایش یابد با ایجاد میدان القایی در خلاف جهت میدان اصلی، با افزایش شار مخالفت می‌کند و اگر شار کاهش یابد با ایجاد میدان القایی در جهت میدان اصلی، با کاهش شار مخالفت خواهد کرد.

- قطب آهن ربا به سیم پیچ نزدیک شود
- مساحت حلقه افزایش یابد
- شدت جریان در مدار دارای مولد افزایش یابد

$\Rightarrow$ میدان القایی در خلاف جهت میدان اصلی $\Rightarrow$ شار افزایش می یابد

- قطب آهن ربا از سیم پیچ دور می شود
- مساحت حلقه کاهش می یابد
- شدت جریان در مدار دارای مولد کاهش می یابد

$\Rightarrow$ میدان القایی در جهت میدان اصلی $\Rightarrow$ شار کاهش می یابد

۱۰- حرکت سیم رسانا در میدان

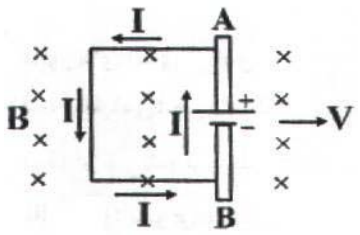
وقتی میله‌ای رسانا به‌طول l در امتداد عمود بر میدان مغناطیسی یکنواخت B با سرعت V و در امتداد عمود بر میدان مغناطیسی به حرکت درآید، نیروی محرکه‌ای در دو سر آن القا خواهد شد.

$$\varepsilon = LVB$$

۱۱- سوی جریان القایی در میله

اگر چهار انگشت دست راست، سوی حرکت میله (V) و جمع شدن انگشتان به سمت میدان باشد، انگشت شست سوی جریان القایی را نشان خواهد داد.

نکته: در این پدیده، میله به‌عنوان مولد عمل می‌کند که همانند درون یک مولد، جریان از انتهای منفی (پتانسیل کم‌تر) به انتهای مثبت (پتانسیل بیشتر) جریان خواهد یافت.



مشاور و برنامه ریز کنکور
محمد گنجی
مدرس و مولف کتب فیزیک
www.m-ganji.com

۱۲- نیروی محرکه‌ی خود القایی

هرگاه جریان الکتریکی از یک سیم‌پیچ عبور می‌کند در حال تغییر باشد در سیم‌پیچ تغییر شار مغناطیسی رخ می‌دهد که باعث ایجاد نیروی محرکه‌ای در سیم‌پیچ می‌شود که به آن نیروی محرکه‌ی خودالقایی می‌گوییم و از رابطه‌ی زیر قابل محاسبه است:

$$\bar{\varepsilon}_L = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$\bar{\varepsilon}_L$: نیروی محرکه ی خودالقایی متوسط(ولت)

L: ضریب خودالقایی

ΔI: تغییرات شدت جریان(آمپر)

Δt: مدت تغییر جریان(ثانیه)

۱۳- جهت نیروی محرکه‌ی خودالقایی

اگر جریان الکتریکی مدار در حال افزایش باشد، نیروی محرکه‌ی خودالقایی در خلاف جهت نیروی محرکه‌ی اصلی مدار (نیروی محرکه‌ی مولدها) ایجاد می‌شود و اگر جریان الکتریکی مدار، در حال کاهش باشد، نیروی محرکه‌ی خودالقایی هم‌جهت نیروی محرکه‌ی اصلی مدار (نیروی محرکه‌ی مولدها) ایجاد می‌شود.

۱۴- ضریب خودالقایی سیم‌لوله

ضریب خودالقایی سیم‌پیچ (L) کمیتی است که فقط به مشخصات ساختمانی سیم‌لوله بستگی دارد و با تغییرات شدت جریان یا شار مغناطیسی مقدار آن ثابت می‌ماند و بر اساس مشخصات ساختمانی سیم‌لوله (تعداد حلقه، مساحت هر حلقه، طول سیم‌پیچ و جنس هسته) از رابطه‌ی زیر قابل محاسبه است.

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

L: ضریب خودالقایی(هانری)

N: تعداد حلقه ها

A: مساحت هر حلقه

l: طول سیملوله

μ_0: ضریب مغناطیسی مربوط به هسته ی سیم پیچ (بدون واحد)

$k = 1$ هوا و خلا

$k >> 1$ آهن، نیکل و کبالت

۱۵- انرژی مغناطیسی ذخیره شده در یک سیم‌پیچ

هنگامی که جریان الکتریکی در یک سیم‌پیچ از صفر تا I افزایش می‌یابد، انرژی الکتریکی در سیم‌پیچ به‌صورت انرژی مغناطیسی ذخیره می‌شود که طبق رابطه‌ی زیر قابل محاسبه است.

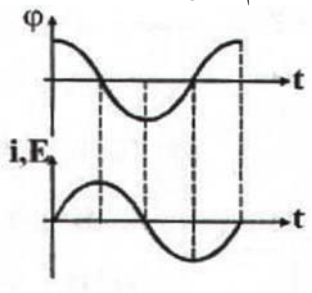
$$U = \frac{1}{2}LI^2 \Rightarrow \Delta U = \frac{1}{2}L\left(I_2^2 - I_1^2\right)$$

U: انرژی مغناطیسی (ژول)

مشاور و برنامه ریز کنکور
محمد گنجی
مدرس و مولف کتب فیزیک
www.m-ganji.com

۱۶- **مولد جریان متناوب**

هرگاه سیم‌پیچی را با N حلقه در یک میدان مغناطیسی یکنواخت با سرعت زاویه‌ای ثابت ω بچرخانیم، شار مغناطیسی که از آن عبور می‌کند به‌طور متناوب تغییر خواهد کرد و در نتیجه نیروی محرکه‌ی القایی و جریان الکتریکی القایی متناوبی در سیم‌پیچ ایجاد می‌گردد که نمودار تغییرات شار و نیروی محرکه و هم‌چنین معادله‌ی آن‌ها به‌صورت زیر می‌باشد.



$$\varphi = BA\cos(\omega t) \Rightarrow \varphi = \varphi_m \cos\omega t \qquad \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu$$

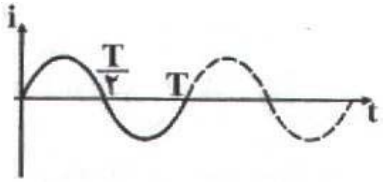
$$\varepsilon = -N\frac{d\varphi}{dt} \Rightarrow \varepsilon = NBA(\omega)\sin(\omega t) \Rightarrow \varepsilon = \varepsilon_m \sin\omega t$$

$$\varepsilon_m = NBA\omega$$

جریان القایی متناوب

طبق رابطه‌ی $I = \frac{\varepsilon}{R}$ در سیم‌پیچ، جریان الکتریکی القا می‌شود که تغییرات آن همانند تغییرات نیروی محرکه‌ی القایی می‌باشد. یعنی وقتی $\varepsilon = 0$ است باید $I = 0$ باشد و وقتی ε ماکزیمم است باید I نیز ماکزیمم باشد.

با دقت به شکل زیر می‌بینید که وقتی شار مغناطیسی عبوری از سیم‌پیچ ماکزیمم است (سطح سیم‌پیچ عمود بر میدان مغناطیسی) نیروی محرکه‌ی القایی و جریان الکتریکی القایی برابر صفر می‌باشد و هنگامی که شار مغناطیسی عبوری برابر صفر است (سطح سیم‌پیچ موازی میدان مغناطیسی) نیروی محرکه‌ی القایی و جریان الکتریکی القایی ماکزیمم می‌شود.



۱۷- **نیروی محرکه القایی در یک پیچه (یا سیم‌لوله)**

اگر در یک پیچه شار مغناطیسی تغییر کند به هر حلقه‌ی آن نیروی محرکه‌ای القا می‌شود. با فرض یکسان بودن حلقه‌ها نیروهای محرکه‌ی القایی نیز یکسان است.

پس نیروی محرکه‌ی القایی کل برابر است با تعداد حلقه‌ها ضرب در نیروی محرکه‌ی القایی هر حلقه.

$$\varepsilon = -N\frac{d\varphi}{dt}$$

۱۸- **یکای خودالقایی (هانری)**

یک هانری ضریب خودالقایی سیم‌لوله‌ای است که اگر جریان آن با آهنگ یک آمپر بر ثانیه تغییر کند، نیروی محرکه‌ی یک ولت در آن القا شود.

مشاور و برنامه ریز کنکور
محمد گنجی
مدرس و مولف کتب فیزیک
www.m-ganji.com

۱- حلقه‌ای به مساحت $۵۰\,cm^۲$ در یک میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ قرار دارد. با فرض این‌که خطهای میدان مغناطیسی $\vec{B}$ عمود بر سطح حلقه باشند، اگر بزرگی میدان مغناطیسی بدون تغییر جهت آن به اندازه‌ی $۰/۳\ T$ افزایش یابد، شار مغناطیسی که از سطح حلقه می‌گذرد، چه‌قدر تغییر می‌کند؟

$$A = ۵۰cm^۲ = ۵\times ۱۰^{-۴} m^۲$$
$$\theta = ۰$$
$$\Delta B = ۰/۳T$$

$$\begin{cases} \Delta\Phi = (\Delta B) A \cos\theta \\ \Delta\Phi = (۰/۳)\times ۵۰ \times ۱۰^{-۴} \times ۱ = ۱/۵ \times ۱۰^{-۳} wb \end{cases}$$

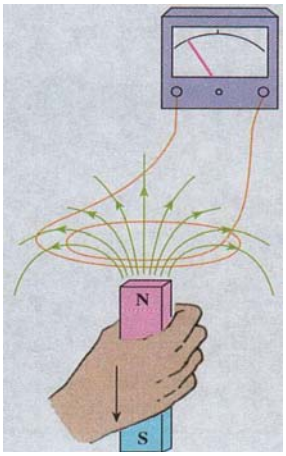
۲- میدان مغناطیسی عمود بر یک قاب دایره‌ای شکل به قطر ۲۰ سانتی‌متر با زمان تغییر می‌کند و در مدت $۰/۵s$ از $+۰/۲۸$ تسلا به $-۰/۱۲$ تسلا می‌رسد (تغییر علامت نشان می‌دهد که جهت میدان نیز وارون شده است.) نیروی محرکه‌ی القایی متوسط در حلقه را حساب کنید.

$$N = ۱$$
$$۲R = ۲۰cm \Rightarrow R = ۱۰cm = ۰/۱m$$
$$\Delta t = ۰/۵s$$
$$B_۱ = +۰/۲۸T$$
$$B_۲ = -۰/۱۲T$$
$$\theta = ۰$$
$$A = \pi R^۲ = \pi(۰/۱)$$

$$\begin{cases} |\bar{\varepsilon}| = \left|-N\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}\right| \\ \varphi = AB\cos\theta \\ |\bar{\varepsilon}| = \left|-N\left(\frac{B_۲ - B_۱}{\Delta t}\right) A\cos\theta\right| \\ |\bar{\varepsilon}| = -۱\times\left(\frac{-۰/۱۲ - ۰/۲۸}{۰/۵}\right)\times\pi\times(۰/۱)^۲ = ۸\pi\times ۱۰^{-۳} \text{ ولت} \end{cases}$$

مشاور و برنامه ریز کنکور
محمد گنجی
مدرس و مولف کتب فیزیک
www.m-ganji.com

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



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

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

$$\begin{cases} L = k\mu_{\circ}\dfrac{N^{۲}A}{l} \\ N_{۱} = N_{۲} \\ A_{۱} = A_{۲} \\ k_{۱} = k_{۲} \\ L \text{ ضریب خودالقایی سیم لوله} \\ l \text{ طول سیم لوله} \end{cases} \Rightarrow \frac{L_{۲}}{L_{۱}} = \frac{l_{۱}}{l_{۲}} = \frac{l_{۱}}{۲l_{۱}} = \frac{۱}{۲}$$

مشاور و برنامه ریز کنکور
محمد گنجی
مدرس و مولف کتب فیزیک
www.m-ganji.com

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

$$\begin{cases} L = k\mu_{\circ}\dfrac{N^{۲}A}{L} \\ k = ۱ \Rightarrow L = \mu_{\circ}\dfrac{N^{۲}A}{L} \end{cases}$$

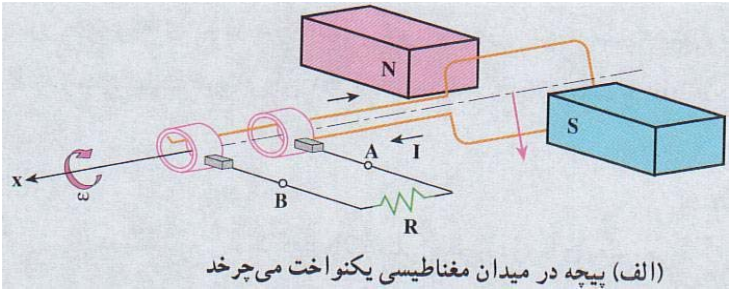
اگر طرفین معادله را در $\mu_{\circ} I$ ضرب کنیم، خواهیم داشت:

$$\begin{cases} U = \frac{۱}{۲}\mu_{\circ}\dfrac{N^{۲}A}{L}\times I^{۲}\times\left(\dfrac{\mu_{\circ}\times L}{\mu_{\circ}\times L}\right) \\ B^{۲} = \mu_{\circ}^{۲}\dfrac{N^{۲}I^{۲}}{L^{۲}} \end{cases} \Rightarrow U = \frac{۱}{۲}B^{۲}A\left(\frac{L}{\mu_{\circ}}\right)$$

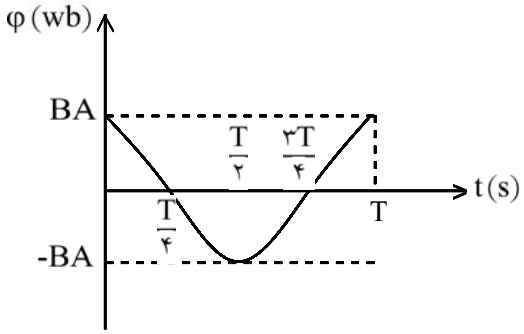
$$\begin{cases} U = \frac{۱}{۲}B^{۲}A\left(\dfrac{L}{\mu_{\circ}}\right) \\ V = AL \text{ حجم سیملوله} \Rightarrow U = \dfrac{B^{۲}V}{۲\mu_{\circ}} \end{cases}$$

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

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



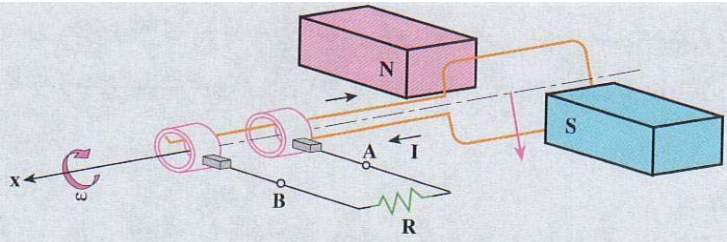
(الف) پیچه در میدان مغناطیسی یکنواخت می‌چرخد



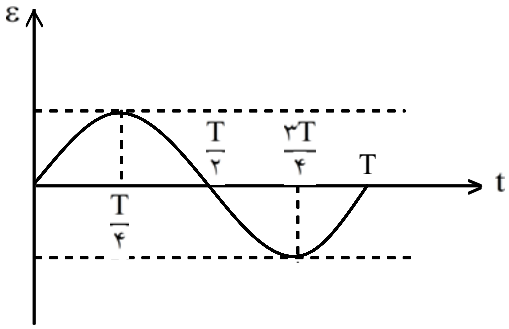
$$\varphi = \varphi_m \cos\omega t$$

مشاور و برنامه ریز کنکور
محمد گنجی
مدرس و مولف کتب فیزیک
www.m-ganji.com

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

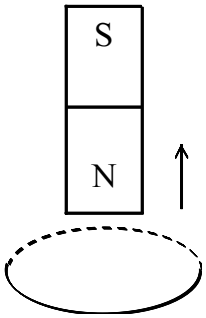


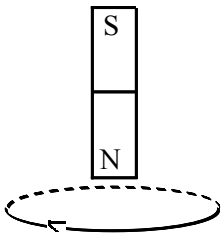
(الف) پیچه در میدان مغناطیسی یکنواخت می‌چرخد



$$\varepsilon = \varepsilon_m \sin\omega t$$

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





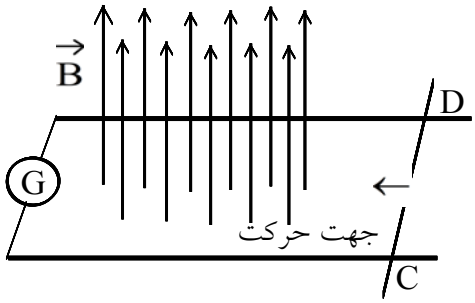
وقتی آهنربا از حلقه دور می‌شود، شار مغناطیسی در حلقه فلزی تغییر می‌کند و در آن نیروی محرکه القایی ایجاد می‌شود که باعث برقراری جریان القایی می‌گردد (قانون فارادی). جهت جریان القایی در جهتی است که آثار مغناطیسی حلقه با دور شدن آهنربا مخالفت می‌کند. هرگاه میدان مغناطیسی حلقه رو به بالا باشد، جهت جریان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

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

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

مشاور و برنامه ریز کنکور
محمد گنجی
مدرس و مولف کتب فیزیک
www.m-ganji.com

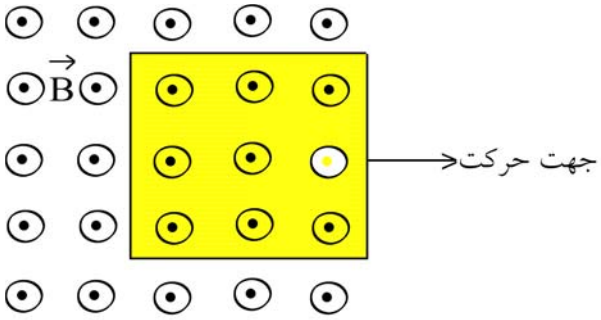
۱۰- دو میله‌ی رسانای موازی در صفحه‌ای عمود بر میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ قرار دارند. این میله‌ها توسط گالوانومتری مطابق شکل زیر به یک‌دیگر بسته شده‌اند. میله‌ی رسانای CD می‌تواند روی دو میله‌ی موازی بلغزد. اگر میله‌ی CD در جهت نشان داده شده در شکل به حرکت درآید جهت القایی در مدار در چه سویی است؟



وقتی میله CD به طرف چپ حرکت می‌کند، خطهای میدان مغناطیسی را قطع می‌کند و سطح قاب رو به کاهش خواهد بود و در نتیجه شار مغناطیسی کاهش می‌یابد در این‌صورت با توجه به قانون لنز جهت جریان القایی در جهتی خواهد بود که آثار مغناطیسی آن با تغییر شار مخالفت می‌کند و میدانی رو به بالا را ایجاد می‌کند. پس جهت جریان القایی از C به D می‌باشد، زیرا میدان مغناطیسی رو به بالا در قاب ایجاد کرده است تا با کاهش شار مغناطیسی مخالفت کند.

راه حل دیگر استفاده از قاعده دست راست است، به‌طوری که اگر نوک انگشتان دست راست بردار سرعت و خم چهار انگشت جهت مغناطیسی داخل قاب را نشان دهد، انگشت شست جهت جریان در میله را نشان می‌دهد که از C به D می‌باشد.

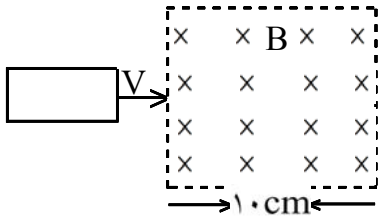
۱۱- پیچه‌ی مستطیلی را که در شکل زیر نشان داده شده است به‌طرف راست می‌کشیم و از میدان مغناطیسی برونسو خارج می‌کنیم. جهت جریان القایی در پیچه در چه سویی است؟



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

مشاور و برنامه ریز کنکور
محمد گنجی
مدرس و مولف کتب فیزیک
www.m-ganji.com

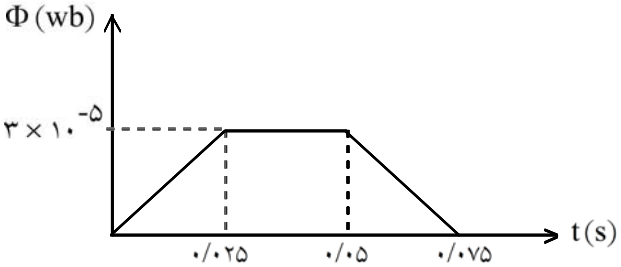
۱۲- حلقه‌ی فلزی مستطیلی شکلی به ابعاد $۳cm \times ۵cm$ مطابق شکل زیر با سرعت ثابت $۲m/s$ وارد میدان مغناطیسی یکنواخت $۰/۰۲\ T$ می‌شود و از طرف دیگر آن خارج می‌شود. نمودار تغییرات شاری که از حلقه می‌گذرد و نیروی محرکه‌ی القا شده در آن را بر حسب زمان رسم کنید.



وقتی قاب با سرعت V وارد میدان مغناطیسی می‌شود، در لحظه‌ی اول $\Phi = ۰$ و وقتی به طور کامل وارد میدان می‌شود $\Phi_۲ = BA$ و هنگامی که از طرف دیگر خارج می‌شود شار مغناطیسی کم و به $\Phi_۳ = ۰$ می‌رسد.

$$\Phi_۱ = ۰$$
$$\Phi_۲ = BA\cos\theta$$
$$\Phi_۳ = ۰$$

$$\begin{cases} \Phi_۲ = BA\cos\theta \\ A = ۳\times۵ = ۱۵cm^۲ = ۱۵\times۱۰^{-۴}m^۲ \\ B = ۰/۰۲T \text{ و } \theta = ۰ \Rightarrow \Phi_۲ = ۰/۰۲\times(۱۵\times۱۰^{-۴}) = ۳\times۱۰^{-۵}(wb) \end{cases}$$



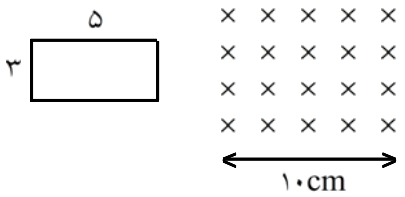
نمودار شار مغناطیسی - زمان

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

$$\begin{cases} x = V.\Delta t \\ x = ۵cm \text{ و } V = ۲m/s \Rightarrow \Delta t = \dfrac{x}{V} = \dfrac{۵\times۱۰^{-۲}}{۲} = ۰/۰۲۵ \end{cases}$$

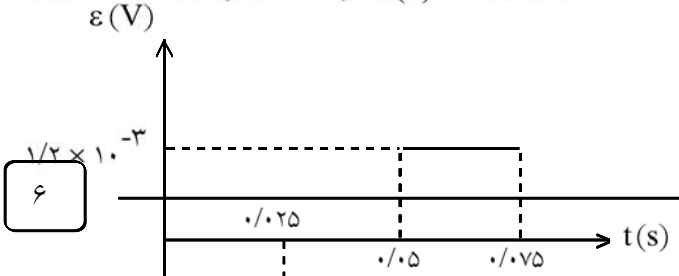
مدت زمانی که طول می‌کشد تا با سرعت ثابت از میدان مغناطیسی عبور کند، از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$\begin{cases} \Delta x = V(\Delta t) \\ x = ۵cm \text{ و } V = ۲m/s \Rightarrow \Delta t = \dfrac{\Delta x}{V} = \dfrac{۵\times۱۰^{-۲}}{۲} = ۰/۰۲۵s \end{cases}$$



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

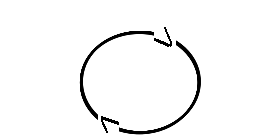
$$\begin{cases} \varepsilon = B.L.V.\sin\alpha \quad \alpha = ۰ \\ \varepsilon = ۰/۰۲\times(۳\times۱۰^{-۲})\times(۲) = ۱/۲\times۱۰^{-۳}V \end{cases}$$



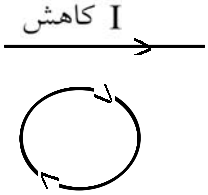
مشاور و برنامه ریز کنکور
محمد گنجی
مدرس و مولف کتب فیزیک
www.m-ganji.com

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

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



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



پیچه‌ای که دارای ۱۰۰۰ حلقه است، عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی که اندازه‌ی آن $۰/۰۴\ T$ و جهت آن از راست به چپ است، قرار دارد. میدان مغناطیسی در مدت $۰/۰۱s$ تغییر کرده و به $۰/۰۴\ T$ در خلاف جهت اولیه می‌رسد. اگر سطح هر حلقه‌ی پیچه $۵۰cm^۲$ باشد، به ۲ سوال بعدی پاسخ دهید.

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

$N = ۱۰۰۰$

$\theta = ۰$

$B_۱ = ۰/۰۴T$

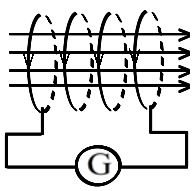
$\Delta t = ۰/۰۱s$

$B_۲ = -۰/۰۴T$

$A = ۵۰cm^۲ = ۵۰ \times ۱۰^{-۴} m^۲$

$$\begin{cases} |\bar{\varepsilon}| = \left|-N\left(\frac{B_۲ - B_۱}{\Delta t}\right) A\cos\theta\right| \\ |\bar{\varepsilon}| = \left|-۱۰۰۰\left(\frac{-۰/۰۴ - ۰/۰۴}{۰/۰۱}\right) \times \left(۵۰ \times ۱۰^{-۴}\right)\right| \end{cases} \Rightarrow |\bar{\varepsilon}| = ۴۰V$$

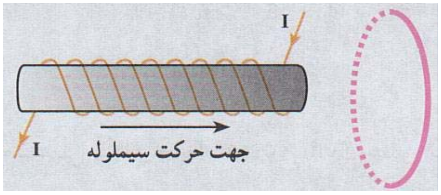
۱۵- جهت جریان القایی را تعیین کنید.



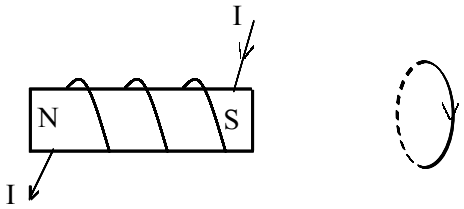
وقتی میدان مغناطیسی از $۰/۰۴T$ به صفر می‌رسد، جریان القایی در پیچه مطابق شکل در قسمت جلو حلقه رو به پایین از صفر تا I می‌رسد تا آثار مغناطیسی حاصل از آن با کاهش شار مغناطیسی مخالفت کند و وقتی میدان مغناطیسی از صفر تا $-۰/۰۴T$ می‌رسد، جریان در همان جهت قبلی ادامه خواهد داشت تا آثار مغناطیسی آن با افزایش میدان مغناطیسی در جهت منفی مخالفت کند.

مشاور و برنامه ریز کنکور
محمد گنجی
مدرس و مولف کتب فیزیک
www.m-ganji.com

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



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



۱۷- پیچه‌ای با سطح مقطع $۳۰cm^۲$ دارای ۱۰۰۰ حلقه است و در ابتدا بر میدان مغناطیسی زمین عمود است. اگر در مدت ۰/۰۲s پیچه بچرخد و موازی میدان مغناطیسی زمین قرار بگیرد، نیروی محرکه‌ی متوسط القایی در آن چه‌قدر است؟ (اندازه‌ی میدان زمین را ۰/۵G در نظر بگیرید.)

$$A = ۳۰cm^۲ = ۳۰ \times ۱۰^{-۴} m^۲$$
$$N = ۱۰۰۰$$
$$\theta_۱ = ۰$$
$$\theta_۲ = \frac{\pi}{۲}$$
$$B = ۰/۵G = ۰/۵ \times ۱۰^{-۴} T$$
$$\begin{cases} \bar{\varepsilon} = -N\dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -N\dfrac{BA(\cos\theta_۲ - \cos\theta_۱)}{\Delta t} \\ \Delta t = ۰/۰۲s \Rightarrow \bar{\varepsilon} = -۱۰۰۰ \times \dfrac{۰/۵ \times ۱۰^{-۴} \times (۳۰ \times ۱۰^{-۴})(۰ - ۱)}{۰/۰۲} = \bar{\varepsilon} = ۷/۵ \times ۱۰^{-۳} V \end{cases}$$

مشاور و برنامه ریز کنکور
محمد گنجی
مدرس و مولف کتب فیزیک
www.m-ganji.com

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

$$\Phi_B = (۴t^۲ + ۳t - ۱) \times ۱۰^{-۳}$$

بزرگی نیروی محرکه‌ی القایی در لحظه‌ی $t = ۲s$ چه‌قدر است؟

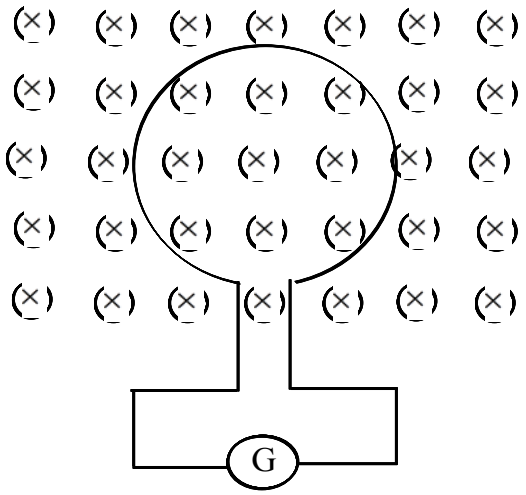
مشتق شار مغناطیسی نسبت به زمان برابر نیروی محرکه القایی لحظه‌ای است، پس:

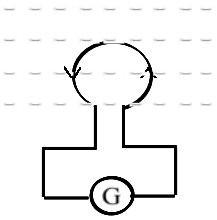
$$\begin{cases} \varepsilon = \dfrac{d\varphi}{dt} \\ \varphi_B = (۴t^۲ + ۳t - ۱) \times ۱۰^{-۳} \Rightarrow \dfrac{d\varphi}{dt} = (۸t + ۳) \times ۱۰^{-۳} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \varepsilon = (۸t + ۳) \times ۱۰^{-۳} \\ t = ۲s \Rightarrow \varepsilon = (۸ \times ۲ + ۳) \times ۱۰^{-۳} = ۱/۹ \times ۱۰^{-۲} V \end{cases}$$

نیروی محرکه در لحظه $t = ۲s$ برابر $۱/۹ \times ۱۰^{-۲}$ ولت می‌باشد.

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





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

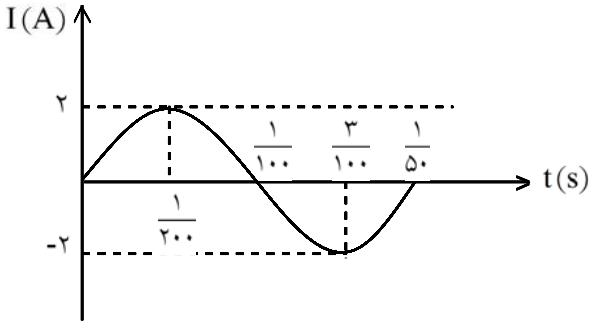
جریان متناوبی که بیشینه‌ی آن $۲A$ و دوره‌ی آن $۰/۰۲s$ است از یک رسانای ۵ اهمی می‌گذرد. به ۲ سوال بعدی پاسخ دهید.

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

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

$$\begin{cases} I_m = ۲A \\ T = ۰/۰۲s \\ R = ۵\Omega \end{cases} \quad \begin{cases} \omega = \frac{۲\pi}{T} \\ T = ۰/۰۲s \Rightarrow \omega = \frac{۲\pi}{۰/۰۲} = ۱۰۰\pi \ rad/s \end{cases}$$

$$\begin{cases} I = I_m \ Sin\omega t \\ I_m = ۲A \Rightarrow I = ۲Sin۱۰۰\pi t \end{cases}$$



با توجه به نمودار و معادله شدت جریان - زمان در لحظه‌های $\frac{۱}{۲۰۰}$ و $\frac{۳}{۲۰۰}$ شدت جریان ماکزیمم است، یعنی در لحظه $\frac{۱}{۲۰۰}$ برابر $(+۲A)$ و در لحظه $\frac{۳}{۲۰۰}$ $(-۲A)$ می‌باشد. در این مدار نیروی محرکه القایی با شدت جریان الکتریکی هم فاز است و در لحظه‌هایی که شدت جریان ماکزیمم است، نیروی محرکه‌ی القایی نیز ماکزیمم است. در روش دیگر می‌توان گفت وقتی $Sin۱۰۰\pi t$ برابر (± ۱) گردد، شدت جریان و نیروی محرکه‌ی القایی ماکزیمم است.

$$\begin{cases} Sin۱۰۰\pi t = \pm ۱ \\ Sin\frac{\pi}{۲} = ۱ \Rightarrow ۱۰۰\pi t = \frac{\pi}{۲} \Rightarrow t = \frac{۱}{۲۰۰}s \\ Sin\frac{۳\pi}{۲} = -۱ \Rightarrow ۱۰۰\pi t = \frac{۳\pi}{۲} \Rightarrow t = \frac{۳}{۲۰۰}s \end{cases}$$

۲۱- در لحظه‌ی $t = \frac{۱}{۴۰۰}\ s$ ، شدت جریان چه‌قدر است؟

برای به دست آوردن شدت جریان در لحظه $t = \frac{۱}{۴۰۰}s$ مقدار آن را در معادله شدت جریان - زمان قرار می‌دهیم.

$$\begin{cases} I = ۲Sin۱۰۰\pi t \\ t = \frac{۱}{۴۰۰}s \Rightarrow I = ۲Sin\ ۱۰۰\pi \times \frac{۱}{۴۰۰} \end{cases}$$

$$I = ۲Sin\frac{\pi}{۴} \Rightarrow I = ۲ \times \frac{\sqrt{۲}}{۲} = \sqrt{۲}A$$

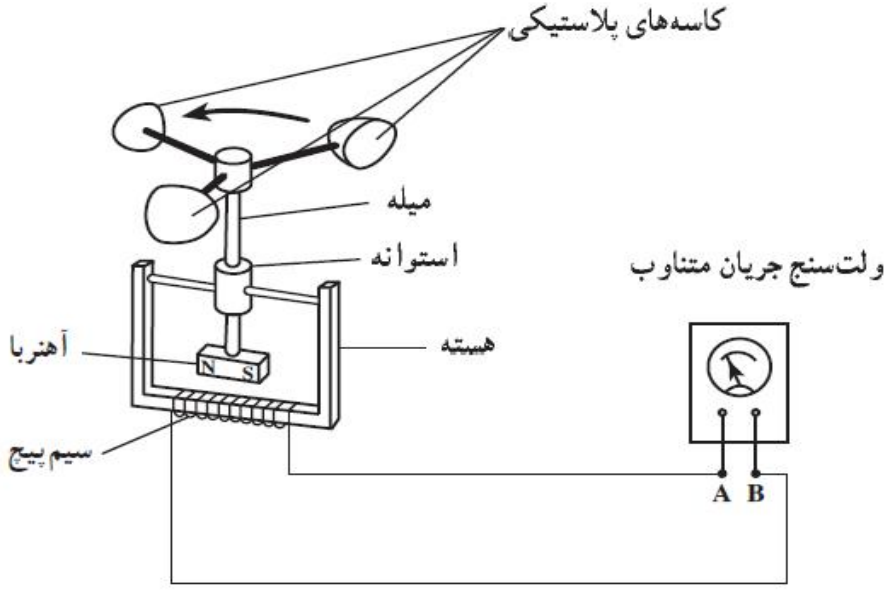
مشاور و برنامه ریز کنکور
محمد گنجی
مدرس و مولف کتب فیزیک
www.m-ganji.com

۲۲- شکل زیر، ساختمان یک بادسنج را نشان می‌دهد. اگر این بادسنج را روی بام خانه نصب کنیم، به هنگام وزیدن باد، میله‌ی آن می‌چرخد و ولت‌سنج عددی را نشان می‌دهد.

الف) چرا چرخش میله سبب انحراف عقربه‌ی ولت‌سنج می‌شود؟

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

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



الف) طبق قانون لنز، با چرخش آهن‌ربا، میدان مغناطیسی اطراف سیم‌پیچ تغییر می‌کند و سیم‌پیچ با ایجاد جریانی (اختلاف پتانسیل القایی) با آن مخالفت می‌کند.

ب) بله، هرچه سرعت چرخش آهن‌ربا بیش‌تر شود، تغییرات میدان به زمان بیش‌تر می‌شود. $\varepsilon = \frac{-d\varphi}{dt}$

پ) استفاده از آهن‌ربای قوی‌تر و خم کردن سر هسته‌ی آهنی به سمت آهن‌ربا.

مشاور و برنامه‌ریز کنکور
محمد گنجی
مدرس و مولف کتب فیزیک
www.m-ganji.com