

به نام خدا

## پاسخ فعالیت ها و تمرین ها

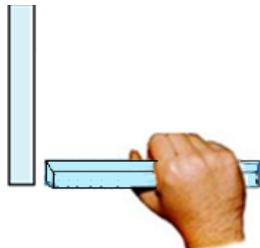
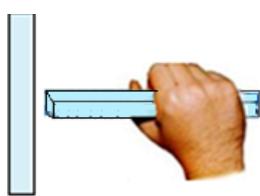
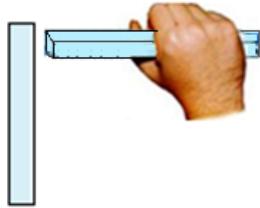
### فصل سوم(مغناطیس والقای الکترومغناطیسی)

فیزیک یازدهم تجربی

بهمن ۱۳۹۶



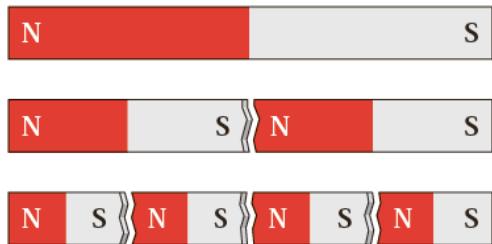
فرض کنید دو میله کاملاً مشابه، یکی از جنس آهن و دیگری آهن را در اختیار دارید. با گفت و گو در گروه خود، روشی را پیشنهاد کنید که با استفاده از آن و بدون استفاده از هیچ وسیله دیگر، بتوان میله‌ای را که از جنس آهن باشد مشخص کرد.



پاسخ:

یکی از میله‌ها در دست می‌گیریم و در سه وضعیت بر ابتدای میله، وسط میله و انتهای میله می‌گذاریم اگر رباشش در سه وضعیت یکسان باشد آن میله‌ای که در دست ماست **آهن رباشت**. اگر رباشش یکسان نباشد یعنی در دو سر میله خاصیت مغناطیسی زیاد و در وسط خاصیت مغناطیسی بسیار کم باشد آن میله که در دست ماست آهن است.

## ۱- دریافت خود را از شکل الف بیان کنید.

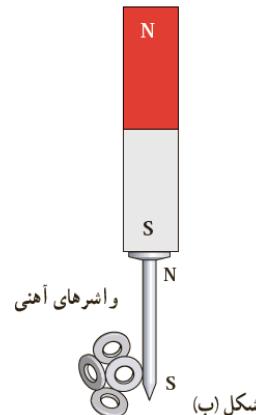


شکل (الف)

پاسخ:

اگر آهنربایی را از وسط نصف کنیم ، هر قسمت دارای دو قطب N و S است و اگر این تقسیم بندی ادامه یابد، به مولکولهایی از آهنربا می رسمیم که خاصیت مغناطیسی دارند آنها رادوقطبی مغناطیسی می نامند، این دو قطبی های مغناطیسی منشاء مغناطیسی مواد می باشند.

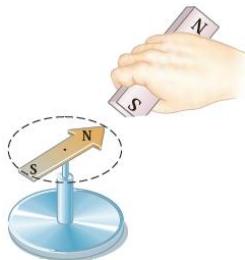
۲- در علوم هشتم با پدیده القای مغناطیسی آشنا شدید. با توجه به شکل ب این پدیده را توضیح دهید و بیان کنید چرا در پدیده القای مغناطیسی همواره جذب وجود دارد؟



پاسخ:

با نزدیک کردن آهن ربا به یک قطعه آهنی (فرومغناطیس) بر اثر پدیده القای مغناطیسی در قطعه، قطب های ناهمنام ایجاد می شود، در نتیجه در القای مغناطیسی همواره قطعه جذب آهن ربا می شود

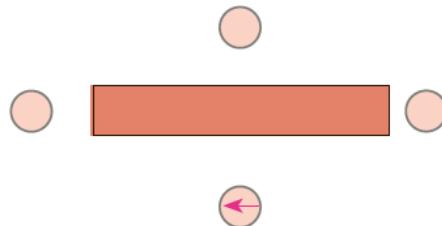
یکی از قطب های یک آهنربای میله ای را به یک عقربۀ مغناطیسی نزدیک کنید آنچه را می بینید توضیح دهید. با دور کردن آهنربا از قطب نما چه اتفاقی می افتد؟ دلیل آن را شرح دهید. در صورتی که قطب نما در اختیار ندارید، یک سوزن ته گرد مغناطیسی شده را روی سطح آب، درون ظرفی شناور سازید. به این ترتیب، سوزن ته گرد مانند عقربۀ مغناطیسی یک قطب نما رفتار می کند.



پاسخ:

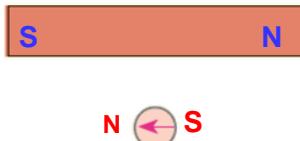
در این آزمایش با نزدیک کردن آهن ربا به عقربه مغناطیسی می چرخدوپس از دور کردن در جهت شمال مغناطیسی زمین قرار می گیرد. آهن ربا و قطب نما با قطب های مشخص شده **با نزدیک شدن** به یکدیگر قطب های ناهمنام همدیگر را می ریابند پس با نزدیک کردن قطب N آهن ربا قطب S قطب نما به سمت آن می چرخدو **با دور کردن آهن ربا** عقربه قطب نما تحت تاثیر میدان مغناطیسی زمین در راستای تقریبی شمال-جنوب قرار می گیرد.

۱- شکل رو به رو، یک آهنربای میله ای و تعدادی عقربۀ مغناطیسی را نشان می دهد. (الف) کدام سر آهنربا قطب N و کدام سر قطب S است؟

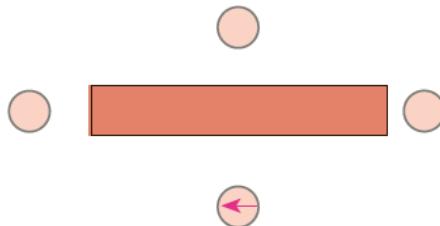


پاسخ:

الف) سمت راست میله قطب N و سمت چپ میله قطب S است.

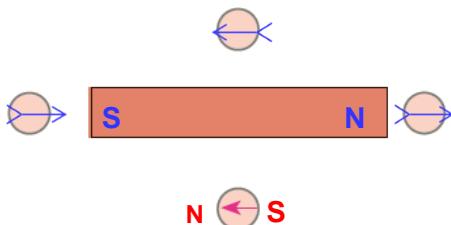


۱- شکل رو به رو، یک آهنربای میله ای و تعدادی عقربهٔ مغناطیسی را نشان می دهد. (ب) جهت گیری عقربه های مغناطیسی را در دیگر مکان های روی شکل تعیین کنید.

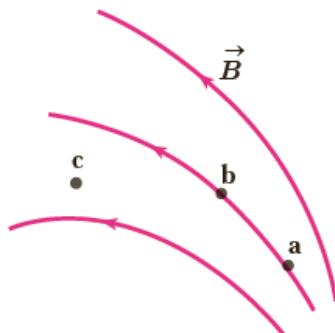


پاسخ:

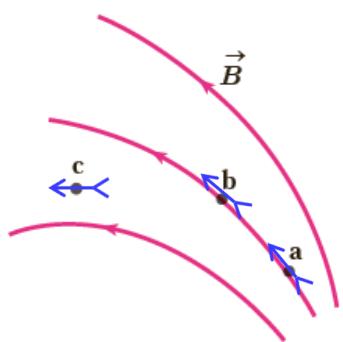
(ب) عقربهٔ مغناطیسی همواره مماس بر خطوط میدان مغناطیسی اطراف آهن ربا قرار می گیرد با داشتن قطب ها و رسم خطوط میدان در خارج آهن ربا (از N به S) جهت گیری عقربه را تعیین می کنیم



۲- شکل رو به رو، خط های میدان مغناطیسی در ناحیه ای از فضا را نشان می دهد. بردار میدان مغناطیسی را در هر یک نقطه ای روی شکل رسم کنید. به اندازه و جهت بردار میدان در هر نقطه توجه کنید.



پاسخ:

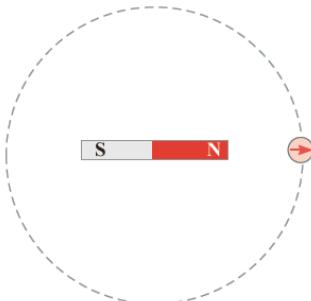


چون تراکم خطوط میدان مغناطیسی در نقطه a بیشتر از نقطه b است پس:

$$B_a > B_b > B_c$$

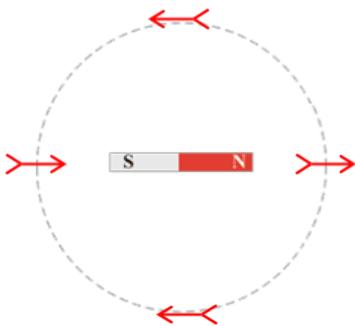
یک آهنربای میله‌ای را روی سطح افقی میزی قرار دهید. یک قطب نما یا عقربهٔ مغناطیسی را مقابل یکی از قطب‌های آهنربا قرار دهید. روند مسیری دایره‌ای شکل دور آهنربا، عقربه را به آرامی حرکت دهید (شکل زیر) بررسی کنید پس از یک دور حرکت، عقربه چند درجه می‌چرخد.

پاسخ:



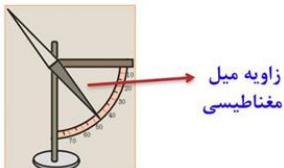
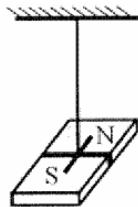
در هر ربع دایره عقربه  $180^\circ$  درجه می‌چرخد برای یک حرکت کامل دور دایره، عقربه  $720^\circ$  درجه می‌چرخد

$$4 \times 180^\circ = 720^\circ$$

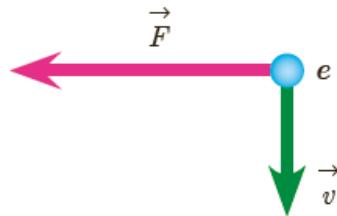


وقتی یک سوزن مغناطیسی شده یا یک عقربهٔ مغناطیسی را از وسط آن آویزان می‌کنیم در بیشتر نقاط زمین، به طور افقی قرار نمی‌گیرد و امتداد آن با سطح افقی زمین زاویهٔ می‌سازد. به این زاویه، شبیهٔ مغناطیسی گفته می‌شود. برای یافتن شبیهٔ مغناطیسی محلی که در آن زندگی می‌کنید درست به وسط یک سوزن مغناطیسی شده یا عقربهٔ مغناطیسی بزرگ، نخی را بیندید و آن را آویزان کنید. پس از تعادل، به کمک نقاله، زاویه‌ای را اندازه‌بگیرید که امتداد سوزن یا عقربهٔ مغناطیسی با راستای افق می‌سازد. عدد به دست آمده، شبیهٔ مغناطیسی محل زندگی شماست. چنانچه در آزمایشگاه مدرسه شبیه سنج مغناطیسی موجود باشد می‌توانید از آن نیز استفاده کنید.

پاسخ:



الکترونی عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی در حرکت است. با توجه به شکل، جهت میدان  $\vec{B}$  کدام است؟



برونو سو

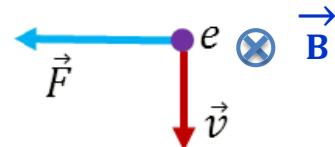
درون سو

راست

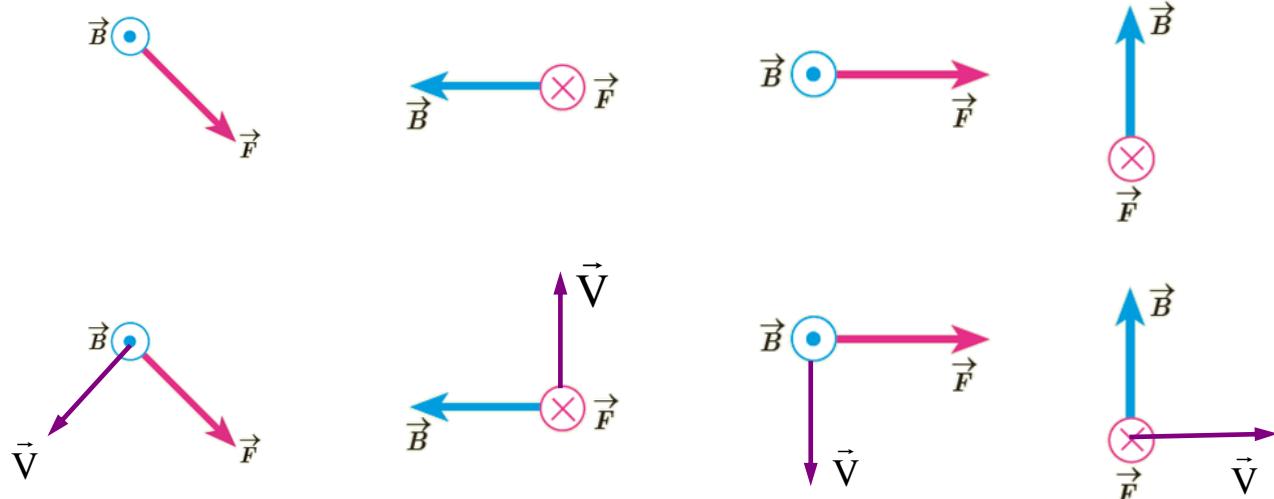
بالا

پاسخ:

میدان مغناطیسی درون سو



۷- نیروی مغناطیسی  $\vec{F}$  وارد بر الکترونی که در میدان مغناطیسی  $\vec{B}$  در حرکت است، در شکل زیر، نشان داده شده است. فرض کنید راستای حرکت الکترون بر میدان مغناطیسی عمود است؛ در هر یک از حالت‌های نشان داده شده جهت سرعت الکترون را تعیین کنید.



پاسخ:

۱- برپروتونی که با زاویه  $\theta = ۳۰^\circ$  نسبت به میدان مغناطیسی یکنواختی به اندازه  $B = ۳۲ \text{ G}$  در حرکت است نیرویی به اندازه  $F = ۵ / ۱۲ \times ۱۰^{-۱۴} \text{ N}$  وارد می شود.  
تندی پروتون چند کیلومتر بر ثانیه است؟

پاسخ:

$$\left\{ \begin{array}{l} |q| = ۱ / ۶ \times ۱۰^{-۱۹} \text{ C} \\ \theta = ۳۰^\circ \\ B = ۳۲۰ \times ۱۰^{-۴} \text{ T} \\ F = ۵ / ۱۲ \times ۱۰^{-۱۴} \text{ N} \\ V = ? \end{array} \right.$$

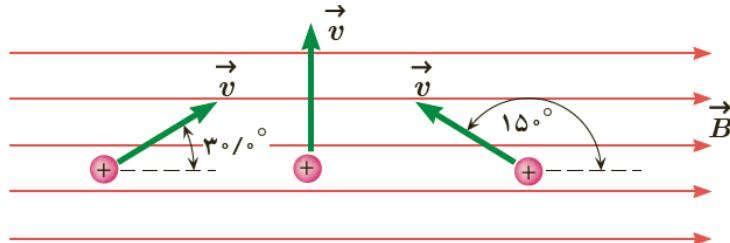
$$F = |q|vB \sin \theta$$

$$v = \frac{F}{|q|B \sin \theta}$$

$$v = \frac{۵ / ۱۲ \times ۱۰^{-۱۴}}{۱ / ۶ \times ۱۰^{-۱۹} \times ۳۲۰ \times ۱۰^{-۴} \sin ۳۰^\circ}$$

$$v = ۲ \times ۱ \cdot ^v \frac{\text{m}}{\text{s}} = ۲ \times ۱ \cdot ^v \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

۲- سه ذرّه، هر کدام با بار  $C = 1.5 \mu C$  و تندی  $v = 46 m/s$  در میدان مغناطیسی یکنواختی به اندازه  $T = 1.65 T$  در حرکت اند (شکل زیر) اندازه نیروی وارد بر هر ذرّه را حساب کنید.



پاسخ:

$$|q| = 1.5 \times 10^{-6} C$$

$$\sin(\pi - \theta) = \sin \theta$$

$$V = 46 \frac{m}{s}$$

$$\sin(180^\circ - 30^\circ) = \sin 30^\circ = 0.5$$

$$B = 1.65 T \quad F = |q|vB \sin \theta$$

$$F = ?$$

$$\theta_1 = 30^\circ \rightarrow F_1 = 1.5 \times 10^{-6} \times 46 \times 1.65 \sin 30^\circ \rightarrow F_1 \approx 2/33 \times 10^{-5} N$$

$$\theta_2 = 90^\circ \rightarrow F_2 = 1.5 \times 10^{-6} \times 46 \times 1.65 \sin 90^\circ \rightarrow F_2 \approx 4/67 \times 10^{-5} N$$

$$\theta_3 = 15^\circ \rightarrow F_3 = 1.5 \times 10^{-6} \times 46 \times 1.65 \sin(180^\circ - 30^\circ) \rightarrow F_3 \approx 2/33 \times 10^{-5} N$$

۳- الکترونی با تندی  $2/4 \times 10^5 \text{ m/s}$  درون میدان مغناطیسی یکنواختی در حرکت است. اندازه نیرویی که از طرف میدان مغناطیسی بر این الکترون وارد می شود، هنگامی بیشینه است که الکترون به سمت جنوب حرکت کند. الف) اگر جهت این نیروی بیشینه، رو به بالا و اندازه آن برابر  $10^{-14} \text{ N}$  باشد، اندازه و جهت میدان مغناطیسی را تعیین کنید.  
 ب) اندازه میدان الکتریکی چقدر باشد تا همین نیرو را ایجاد کند؟

$$V = 2/4 \times 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\sin 90^\circ = 1$$

$$q = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$F_{\text{MAX}} = 6/8 \times 10^{-14} \text{ N}$$

$$B = ?$$

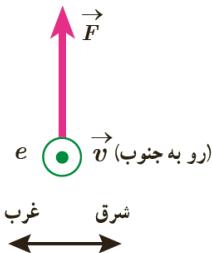
$$E = ?$$

$$F = qvB \sin \alpha$$

$$B = \frac{F_{\text{MAX}}}{qv \sin 90^\circ}$$

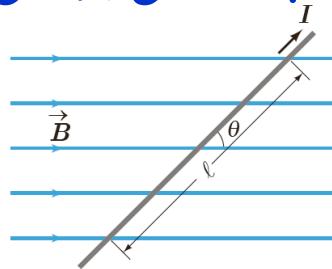
$$B = \frac{6/8 \times 10^{-14}}{1/6 \times 10^{-19} \times 2/4 \times 10^5} \rightarrow B = 1/77 \text{ T}$$

$$F = Eq \rightarrow E = \frac{F}{q} \rightarrow E = \frac{6/8 \times 10^{-14}}{1/6 \times 10^{-19}} = 4/25 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$



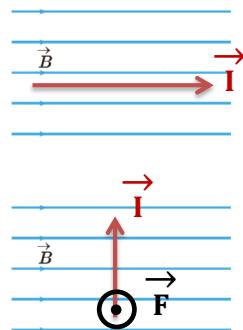
پاسخ:

۱- اگر در شکل ۱۳-۳ سیم حامل جریان در امتداد میدان مغناطیسی قرار گیرد، نیروی مغناطیسی وارد بر آن چقدر خواهد بود؟ در چه حالتی بزرگی این نیرو بیشینه می‌شود؟



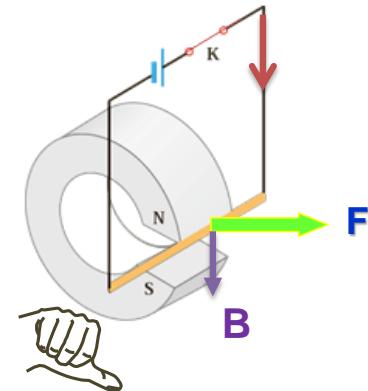
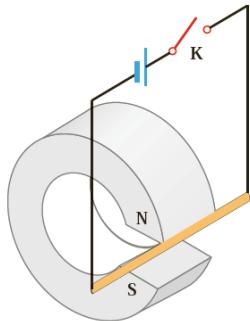
پاسخ:

$$\left. \begin{aligned} F &= BIL \sin \alpha \\ \alpha &= 0^\circ \\ \alpha &= 90^\circ \\ \sin 90^\circ &= 1 \end{aligned} \right\} F = BIL \times 0 = 0 \text{ N}$$



در حالتی که سیم در امتداد میدان مغناطیسی قرار بگیرد نیرو صفر است و در صورتی که عمود به میدان باشد بیشینه می‌شود

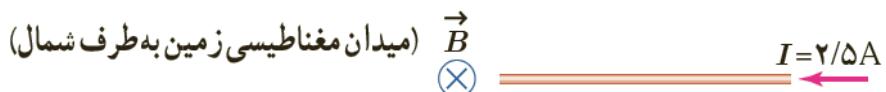
۲- یک میله رسانا به پایانه های یک باتری وصل شده و مطابق شکل در فضای بین قطب های یک آهنربای  $C$  شکل آویزان شده است و می تواند آزادانه نوسان کند. با بستن کلید  $K$ ، چه اتفاقی برای میله رسانا رخ می دهد؟ توضیح دهید.



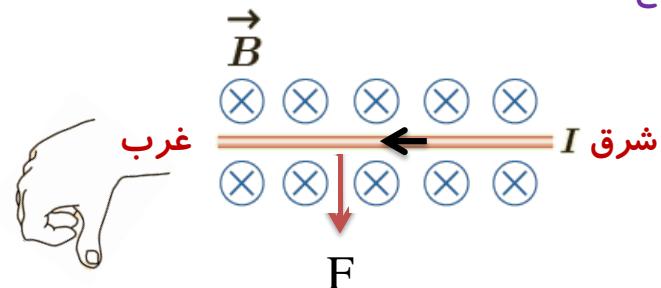
پاسخ:

با توجه به جهت جریان در میله و جهت میدان مغناطیسی در فضای بین قطب های آهنربا، از قاعده دست راست جهت نیروی وارد بر میله را پیدا کنید با بستن کلید  $K$  میله به طرف راست حرکت می کند.

۱- سیم مستقیمی به طول  $2/4\text{m}$  حامل جریان  $2/5\text{A}$  از شرق به غرب است. اندازهٔ میدان مغناطیسی زمین در محل این سیم  $45\text{G}$  و جهت آن از جنوب به شمال است. اندازه و جهت نیروی مغناطیسی وارد بر این سیم را تعیین کنید.



پاسخ:



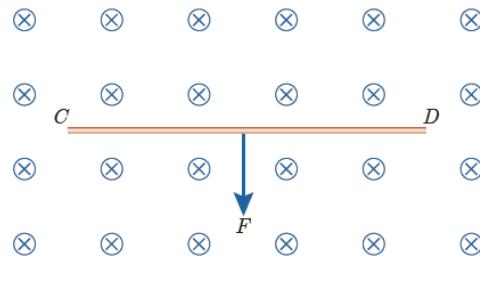
$$\left. \begin{array}{l} L = 2/4\text{m} \\ I = 2/5\text{A} \\ B = .45 \times 10^{-4}\text{T} \\ F = ? \\ \alpha = 90^\circ \end{array} \right\}$$

$$F = BIL \sin \alpha$$

$$F = 2/4 \times 2/5 \times .45 \times 10^{-4} \sin 90^\circ$$

$$F = 2/7 \times 10^{-4}\text{ N}$$

۲- سیم رسانای CD به طول ۲m مطابق شکل زیر عمود بر میدان مغناطیسی درون سو با اندازه  $T/5$  قرار گرفته است؛ اگر اندازه نیروی مغناطیسی وارد بر سیم برابر  $N$  باشد، جهت و مقدار جریان عبوری از سیم را تعیین کنید.



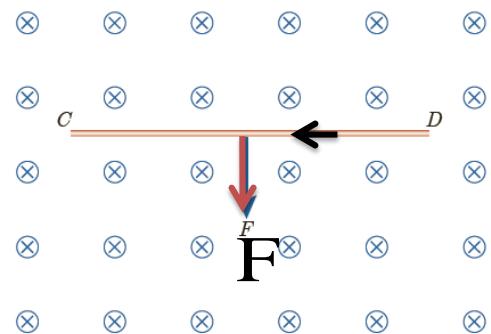
پاسخ:

$$\left\{ \begin{array}{l} L = 2m \\ B = ./. 5T \\ F = 1N \\ \alpha = 90^\circ \\ I = ? \end{array} \right.$$

$$I = ./. 5 \times I \times 2 \sin 90^\circ$$

$$I = I \sin 90^\circ$$

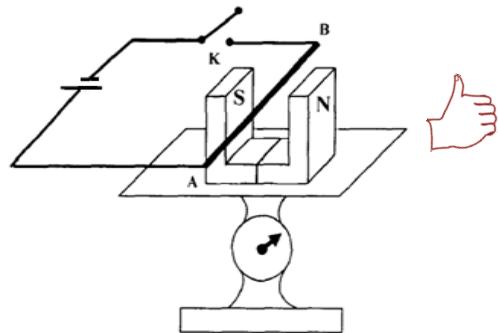
$$I = 1A$$



آزمایشی را طراحی کنید که به کمک آن بتوان نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان الکتریکی درون میدان مغناطیسی را اندازه گیری کرد. در صورت لزوم، برای اجرای این آزمایش می توانند از ترازو های دیجیتال (رقمی) با دقت ۱۰٪ استفاده کنند.

پاسخ:

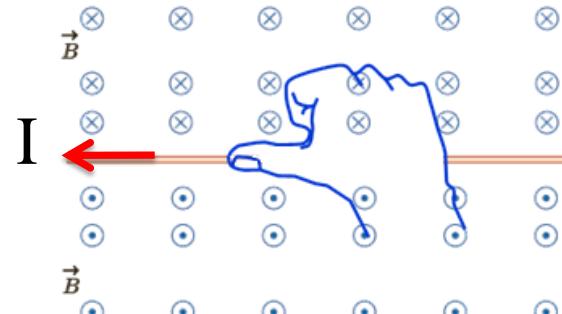
مطابق شکل سیم را در دهانه یک آهنربای نعلی شکل قرار می دهیم عددی که نیروسنجد نشان می دهد برابر وزن آهنرباست. پس از وصل کلید عددی که نیروسنجد نشان می دهد تغییر کرده و افزایش می یابد. مقدار تغییر عدد ترازو نشان دهنده نیرویی است که میدان و سیم به هم وارد می کنند.



شکل روبرو، جهت میدان مغناطیسی در اطراف یک سیم افقی و مستقیم حامل جریان را نشان می‌دهد. در ناحیه بالای سیم، جهت میدان مغناطیسی درون سو و در ناحیه پایین آن بروز سواست. جهت جریان را در سیم تعیین کنید.

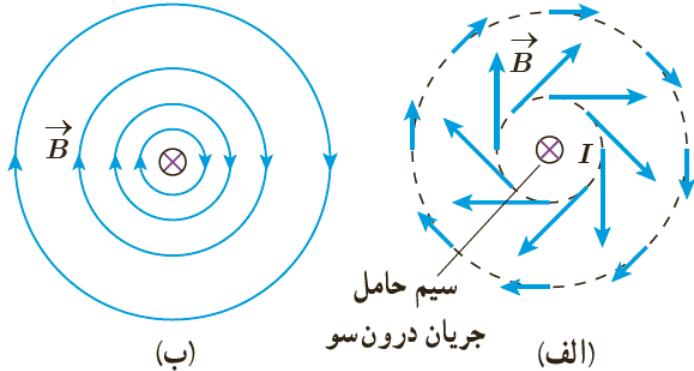


پاسخ:



جهت جریان با توجه به قاعده دست راست به سمت چپ می‌باشد

۱- دریافت خود را از شکل های الف و ب بیان کنید. در بیان خود، به چگونگی تغییر جهت و اندازه میدان  $B$  در اطراف سیم حامل جریان اشاره کنید.

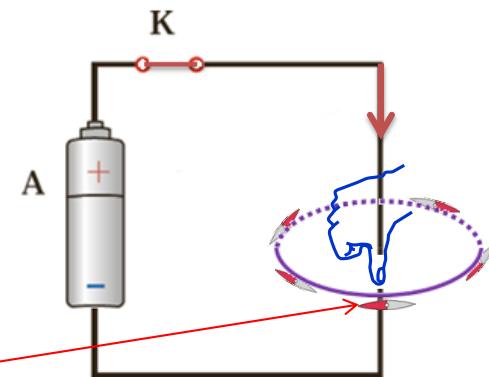
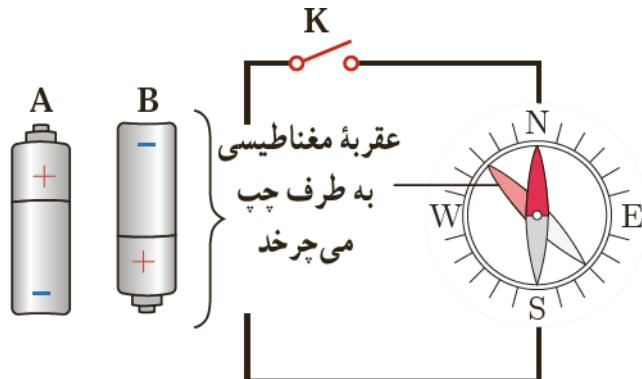


پاسخ:

الف) بردار میدان مغناطیسی در هر نقطه مماس و هم جهت با خط میدان در آن نقطه است در فاصله های مساوی از سیم اندازه میدان یکسان است. و بادور شدن از سیم اندازه میدان مغناطیسی حاصل از سیم حامل جریان کاهش یافته است

ب) جهت میدان مغناطیسی طبق قانون دست راست مشخص می شود. میدان مغناطیسی در اطراف سیم بصورت دایره های متعدد مرکز است و در نزدیک سیم خطوط میدان بهم نزدیکتر و میدان قویتر است و بالعکس

۲- کدام باتری را در مدار شکل زیر قرار دهیم تا پس از بستن کلید K، عقربه قطب نما که روی سیم قرار دارد، در خلاف جهت حرکت عقربه های ساعت شروع به چرخش کند؟ دلیل انتخاب خود را توضیح دهید.

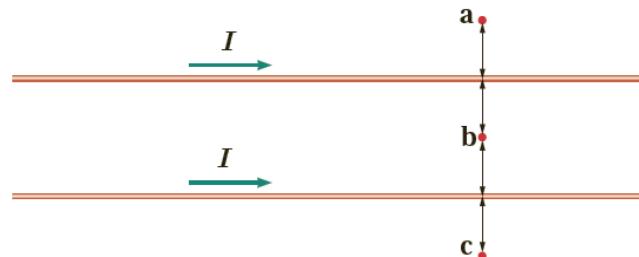


پاسخ:

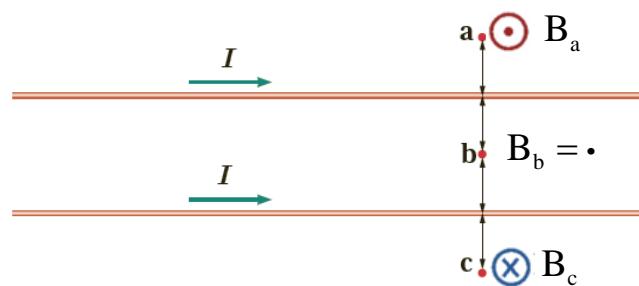
با توجه به جهت قراردادی جریان باتری A باید در مدار قرار گیرد تا عقربه مغناطیسی روی سیم به طرف چپ بچرخد.

۳-جهت میدان مغناطیسی برایند(خالص) را ناشی از سیم های موازی و بلند حامل جریان را در هر یک از نقطه های a، b و c پیدا کنید. نقطه b در فاصله مساوی از دو سیم قرار دارد.

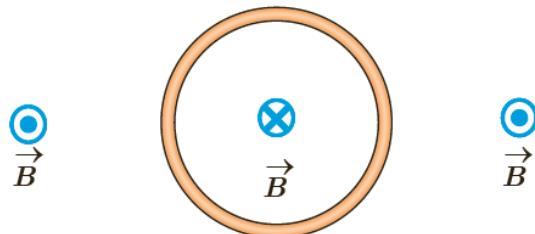
پاسخ:



میدان مغناطیسی برآیند در نقطه های a، b و c به ترتیب بروز سو، صفر و درن سو می باشد.

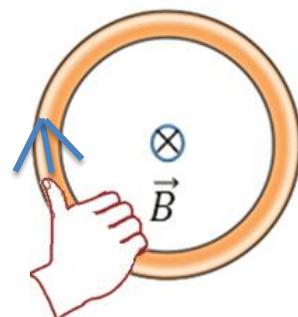


شکل رو به رو، یک حلقه حامل جریان را نشان می دهد که جهت خط های میدان مغناطیسی درون و بیرون آن نشان داده شده است. جهت جریان را در این حلقه تعیین کنید.



پاسخ:

جهت جریان ساعتگرد



سیم‌لوله‌ای آرمانی به طول  $40\text{ cm}$  چنان طراحی شده است که جریان ییشینه‌ای به شدت  $A/2\text{ A}$  می‌تواند از آن بگذرد. با عبور این جریان از سیم‌لوله، اندازهٔ میدان مغناطیسی درون آن و دور از لبه‌ها  $270\text{ G}$  می‌شود. تعداد دوره‌های سیم‌لوله چقدر باید باشد؟

$$\left\{ \begin{array}{l} L = .4\text{ m} \\ I = 1/2\text{ A} \\ B = 270 \times 10^{-4}\text{ T} \\ N = ? \end{array} \right.$$

$$B = \mu \cdot \frac{N}{L} I$$

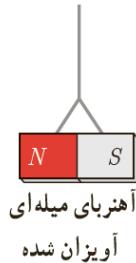
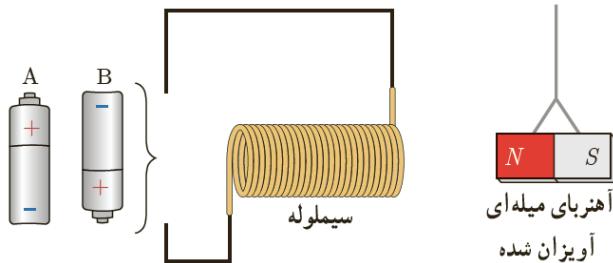
$$N = \frac{BL}{\mu \cdot I}$$

$$N = \frac{270 \times 10^{-4} \times .4}{4 \times 3/14 \times 10^{-7} \times 1/2}$$

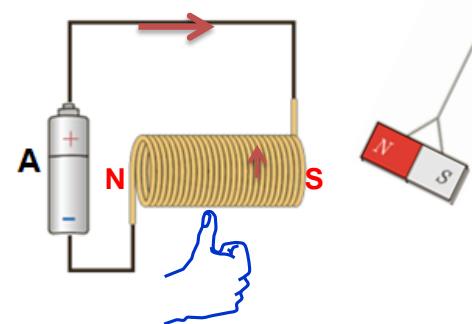
$$N \approx 7165$$

پاسخ:

کدام باتری را در مدار شکل زیر قرار دهیم تا آهنربای میله‌ای آویزان شده به طرف سیم‌لوله جذب شود؟ دلیل انتخاب خود را توضیح دهید.



پاسخ:



برای جذب شدن آهن ربا به سمت سیم‌لوله باید قطب نزدیک سیم‌لوله S باشد با توجه به قاعده دست راست جریان از بالا باید وارد سیم‌لوله شده و از پایین خارج شود که این جریان را باتری A می‌تواند ایجاد کند.

آزمایشی را طراحی و اجرا کنید که به کمک آن بتوان با استفاده از براده‌آهن، طرح خط‌های میدان مغناطیسی را در اطراف یک سیم بلند (شکل الف)، یک حلقه‌دایره‌ای (شکل ب) و یک سیم‌ملوله حامل جریان (شکل پ) ایجاد کرد.

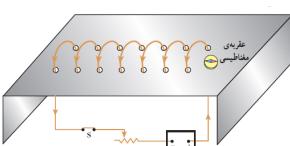
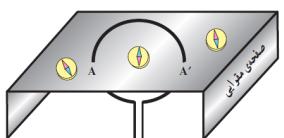


پاسخ:

تعدادی عقربه مغناطیسی (یا براده‌های آهن) در اطراف سیم راست حامل جریان الکتریکی قرار دهیم، ملاحظه می‌شود عقربه مغناطیسی (یا براده‌های آهن) در اطراف سیم، روی مسیرهای دایره‌ای جهت گیری می‌کنند.

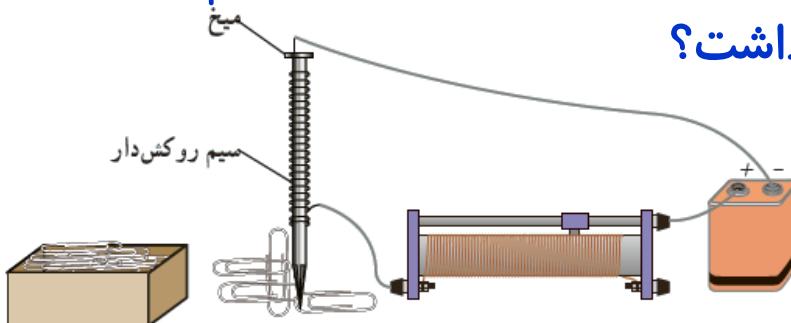


یک مقوا را از وسط حلقه‌دایره‌ای حامل جریان عبور می‌دهیم سپس تعدادی عقربه مغناطیسی مطابق شکل در اطراف حلقه قرار می‌دهیم، می‌بینیم جهت عقربه در داخل و خارج حلقه مخالف هم خواهد بود



در داخل سیم لوله براده‌ای آهن هم ردیف شده و خطوط موازی تشکیل داده اند که نشان دهنده میدان یکنواخت در درون سیم لوله دور از لبه هاست و تجمع براده‌ها در داخل سیم لوله بیشتر از خارج آن است که نشان دهنده میدان مغناطیسی قوی در داخل سیم‌ملوله است

قسمتی از سیم نازک روکش داری را دور میخ آهنی نسبتاً بلندی بپیچید و مداری مطابق شکل تشکیل دهید. با تغییر مقاومت رئوستا، جریان عبوری از مدار را تغییر دهید. الف) بررسی کنید برای جریان های متفاوت، آهنربای الکتریکی چه تعداد گیره فلزی رامی تواند بلند کند. ب) اگر تعداد دورهای سیم دو برابر شود، نتیجه کار چه تفاوتی خواهد داشت؟



پاسخ:

الف) اگر جریان عبوری از سیم لوله زیاد باشد، چون میدان مغناطیسی ایجاد شده در میخ آهنی افزایش می یابد، در نتیجه تعداد گیره های بیشتری جذب می کند. وبا کاهش جریان نیز میدان مغناطیسی کاهش یافته و گیره های کمتری جذب می کند.

ب) چون میدان مغناطیسی با تعداد دورها متناسب است پس با افزایش تعداد دورها، میدان مغناطیسی نیز افزایش یافته و تعداد گیره های بیشتری جذب خواهد کرد.

یک لوله آزمایش را تا نزدیکی لبۀ آن از الكل طبی (اتانول ۹۶ درجه) پر کنید. در لوله را بیندید و آن را به طور افقی قرار دهید. مطابق شکل، یک آهنربای نئودیمیم را بالای حباب هوای درون لوله بگیرد و به آرامی آهنربارا حرکت دهید. دلیل آنچه را مشاهده می کنید در گروه خود به گفت و گو بگذارید.



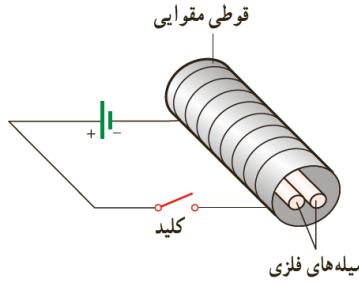
پاسخ:

در این آزمایش الكل دیامغناطیس توسط آهن ربا رانده می شود و این رانده شدن سبب جذب حباب درون الكل به آهن ربا خواهد شد.

دو میلهٔ فلزی بلند مطابق شکل روبرو درون سیم‌لوله‌ای دور یک قوطی مقواپی پیچیده شده است قرار دارند. با بستن کلید و عبور جریان از این سیم‌لوله، مشاهده می‌شود که دو میله از یکدیگر دور می‌شوند. وقتی کلید باز و جریان در مدار قطع می‌شود، میله‌ها به محل اولیه باز می‌گردند.

الف) چرا با عبور جریان از پیچه، میله‌ها از یکدیگر دور می‌شوند؟

ب) با دلیل توضیح دهید میله‌های فلزی از نظر مغناطیسی در کدام دسته قرار می‌گیرند.



پاسخ:

الف) براثر عبور جریان از سیم‌لوله، میدان مغناطیسی درون پیچه، سبب مغناطیسی شدن میله‌ها و درنتیجه دور شدن آنها از هم می‌شود. ب) چون پس از بستن کلید میله‌ها از هم دور شده‌اند، باید از جنس فرومغناطیس نرم باشند. توجه کنید پس از باز کردن کلید، دوباره میله‌ها به محل اولیه بر می‌گردند و این نشان می‌دهد که پس از باز کردن کلید میله‌ها خاصیت مغناطیسی را در خود نگه نمی‌دارند و از جنس فرومغناطیس نرم هستند.

الف) حلقه ای به مساحت  $25\text{ cm}^2$  درون میدان مغناطیسی یکنواخت درون سویی به اندازه  $0.3\text{ T}$  قرار دارد (شکل الف) شار مغناطیسی عبوری از حلقه را به دست آورید. ب) اگر مطابق شکل ب و بدون تغییر  $\vec{B}$ ، مساحت سطح حلقه را به  $10\text{ cm}^2$  ابرسانیم، شار مغناطیسی عبوری از حلقه را دراین وضعیت به دست آورید. پ) اگراین تغییر شار در بازه زمانی  $\Delta t = 2\text{ s}$  رخ داده باشد، آهنگ تغییر شار ( $\Delta\Phi/\Delta t$ ) را پیدا کنید.

پاسخ:



$$A_1 = 25 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$B = 0.3\text{ T} \quad \phi = BA \cos \theta$$

$$\theta = 90^\circ$$

$$\phi_1 = ? \rightarrow \phi_1 = 0.3 \times 25 \times 10^{-4} \times \cos 90^\circ \rightarrow \phi_1 = 7.5 \times 10^{-5} \text{ wb}$$

$$A_2 = 10 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\phi_2 = ? \rightarrow \phi_2 = 0.3 \times 10 \times 10^{-4} \times \cos 90^\circ \rightarrow \phi_2 = 3 \times 10^{-5} \text{ wb}$$

$$\Delta t = 2\text{ s}$$

$$\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = ? \rightarrow \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = \frac{3 \times 10^{-5} - 7.5 \times 10^{-5}}{2} \rightarrow \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = -22.5 \times 10^{-5} \frac{\text{wb}}{\text{s}}$$

الف

ب

پ

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

$\Omega$

A

V

V/A

پاسخ:

V ولت

۱- میدان مغناطیسی بین قطب های آهنربای الکتریکی شکل روبه رو که بر سطح حلقه عمود است با زمان تغییر می کند و در مدت  $5\text{ s}$  از  $0.28\text{ T}$  ، روبه بالا، به  $0.17\text{ T}$  ، روبه پایین می رسد. در این مدت،  
 الف) نیروی حرکت القایی متوسط در حلقه را به دست آورید.  
 ب) اگر مقاومت حلقه  $\Omega = 1$  باشد، جریان القایی متوسط در حلقه را پیدا کنید.

$$\left. \begin{array}{l} N = 1 \\ \theta = 90^\circ \\ \Delta t = 5\text{ s} \\ B_1 = 0.28\text{ T} \\ B_r = -0.17\text{ T} \\ A = 100\text{ cm}^2 \\ R = 1\text{ }\Omega \\ I = ? \end{array} \right\}$$

$$\Delta B = B_r - B_1 = -0.17 - 0.28 = -0.45\text{ T}$$

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

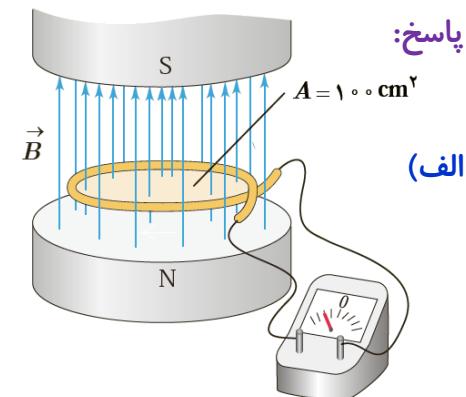
$$A_1 = 100 \times 10^{-4}\text{ m}^2 \quad \bar{\varepsilon} = -1 \times 10^{-2} \times \frac{-0.45}{0.45} \times \cos 90^\circ \rightarrow \bar{\varepsilon} = 10^{-2}\text{ V}$$

$$\bar{\varepsilon} = ? \quad \rightarrow$$

$$R = 1\text{ }\Omega$$

$$I = ? \quad \rightarrow$$

$$I = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} \rightarrow I = \frac{10^{-2}}{1} \rightarrow I = 10^{-3}\text{ A} = 1\text{ mA}$$



پاسخ:

(الف)

(ب)

۲- مساحت هر حلقه پیچه ای  $30 \text{ cm}^2$  و پیچه متتشکل از ۱۰۰۰ حلقه است. در ابتدا سطح پیچه ها بر میدان مغناطیسی زمین عمود است. اگر در مدت  $0.2 \text{ s}$  پیچه بچرخد و سطح حلقه ها موازی میدان مغناطیسی زمین شود، نیروی حرکت متوسط القایی در آن چقدر است؟ اندازه میدان زمین را  $5 \text{ G}$  در نظر بگیرید.

پاسخ:

$$A = 30 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$N = 1000$$

$$\alpha_1 = 90^\circ \rightarrow \theta_1 = 0^\circ$$

$$\bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t} \xrightarrow{\text{متغیر}} \bar{\varepsilon} = -NAB \frac{(\cos \theta_r - \cos \theta_i)}{\Delta t}$$

$$B = 5 \times 10^{-5} \text{ T}$$

$$\bar{\varepsilon} = -1000 \times 30 \times 10^{-4} \times 5 \times 10^{-5} \times \frac{(\cos 90^\circ - \cos 0^\circ)}{0.2}$$

$$\Delta t = 0.2 \text{ s}$$

$$\alpha_r = 0^\circ \rightarrow \theta_r = 90^\circ$$

$$\bar{\varepsilon} = -15 \times 10^{-5} \times \frac{(0 - 1)}{0.2} \rightarrow \bar{\varepsilon} = 7.5 \times 10^{-3} \text{ V}$$

$$\bar{\varepsilon} = ?$$

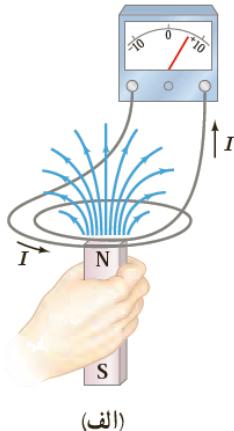
تندی سنج دوچرخه های مسابقه ای شامل یک آهنربای کوچک و یک پیچه است. آهنربا به یکی از پره های چرخ جلو و پیچه به دو شاخ فرمان متصل است (شکل زیر) دو سر پیچه با سیم های رسانا به نمایشگر تندی سنج (که در واقع نوعی رایانه کوچک است) وصل شده است. به نظر شما تندی سنج دوچرخه چگونه کار می کند؟ این موضوع را در گروه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

پاسخ:

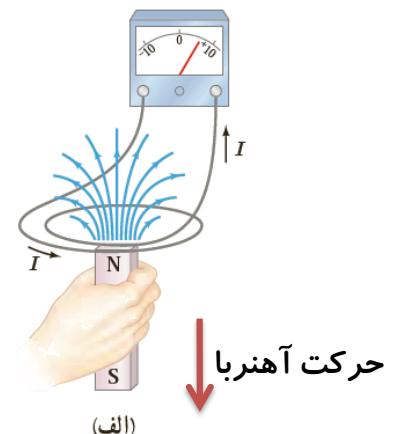


عبور آهنربا از جلوی پیچه متصل به دوشاخ جلوی دوچرخه، سبب تغییر شار مغناطیسی عبوری از پیچه و در نتیجه القای جریان می شود. این جریان توسط یک رایانه کوچک خوانده می شود و با توجه به تعداد مرتبه ای که این جریان القایی در یک زمان مشخص (مثلاً یک دقیقه) توسط رایانه ثبت می شود و همچنین با توجه به قطر چرخ که در رایانه وجود دارد، سرعت سنج دوچرخه کار می کند.

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



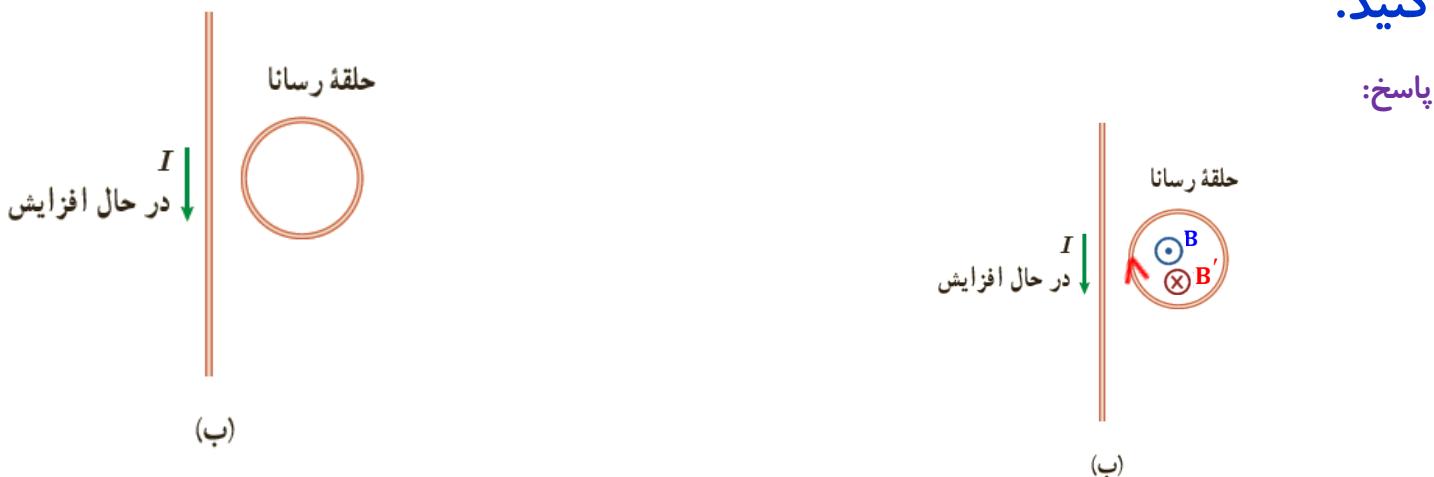
(الف)



(الف)

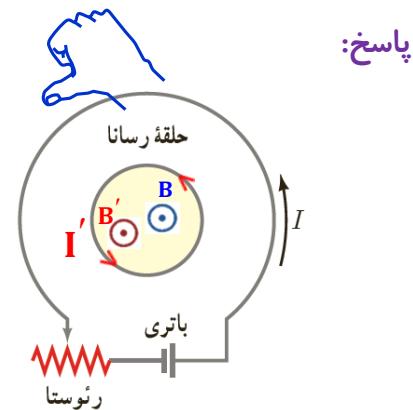
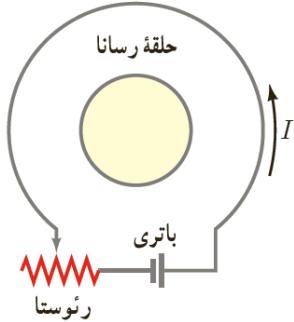
در شکل (الف) آهنربارو به پایین حرکت می کند و در شکل (ب) جهت جریان القایی را در حلقة ساعتگرد است.

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



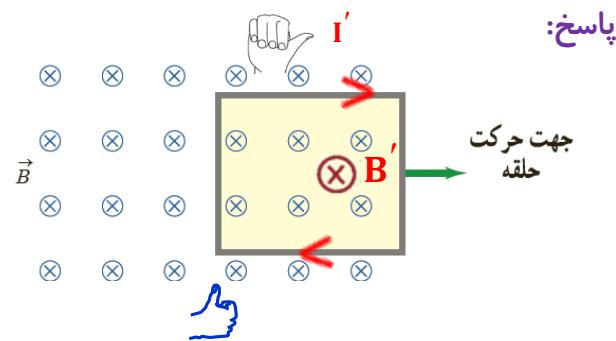
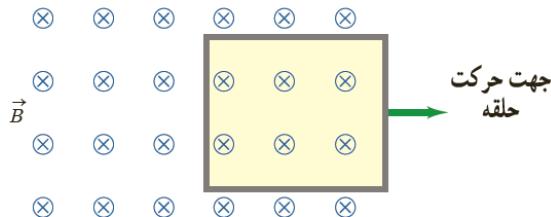
در شکل (الف) آهنربا رو به پایین حرکت می کند و در شکل (ب) جهت جریان القایی را در حلقة ساعتگرد است.

### ۳-اگر در مدار شکل زیر مقاومت رُوستا افزایش یابد، جریان القایی در حلقه رسانای داخلی در چه جهتی ایجاد می‌شود؟



با افزایش مقاومت رُوستا، جریان عبوری از مدار کاهش می‌یابد و در نتیجه شار عبوری از حلقه رسانا نیز کاهش می‌یابد. با توجه به جهت جریان و میدان مغناطیسی ناشی از مدار، جریان القایی در جهت پادساعتگرد در حلقه رسانا به وجود می‌آید.

۴- حلقه رسانای مسنجی شکلی را مطابق شکل زیر به طرف راست می کشیم و از میدان مغناطیسی درون سویی خارج می کنیم. جهت جریان القایی در حلقه در چه جهتی است؟



با خروج قاب میدان مغناطیسی و شار عبوری از آن کاهش می یابد و طبق قانون لنز برای مخالفت با تغییر شار،  $B'$  القا شده در مرکز قاب هم جهت با  $B$  و جریان القایی ساعتگرد است.

معادله جریان زمان یک مولد جریان متناوب بر حسب یکاهای SI به صورت  $I = 4 \times 10^{-3} \sin 25\pi t$  است. الف) جریان در دو لحظه  $t_1 = 2 \times 10^{-3}$  و  $t_2 = 4 \times 10^{-3}$  چقدر است؟

پاسخ:

$$\left. \begin{array}{l} I = 4 \times 10^{-3} \sin 25\pi t \\ t = 2 \times 10^{-3} \text{ s} \end{array} \right\} \quad \text{(الف)}$$

$$I = 4 \times 10^{-3} \sin 25\pi \times 2 \times 10^{-3} = 4 \times 10^{-3} \sin \frac{\pi}{2} = 4 \times 10^{-3} \text{ A}$$

$$\left. \begin{array}{l} I = 4 \times 10^{-3} \sin 25\pi t \\ t = 4 \times 10^{-3} \text{ s} \end{array} \right\} \quad \text{(الف)}$$

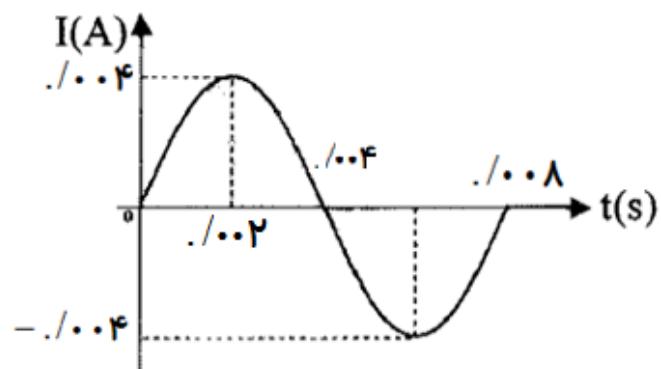
$$I = 4 \times 10^{-3} \sin 25\pi \times 4 \times 10^{-3} = 4 \times 10^{-3} \sin 2\pi = 0$$

معادله جریان زمان یک مولد جریان متناوب بر حسب یکاهای SI به صورت  $I = 4 \times 10^{-3} \sin 25\pi t$  است. ب) دورهٔ تناوب جریان را به دست آورید و نمودار جریان زمان را در یک دورهٔ کامل رسم کنید.

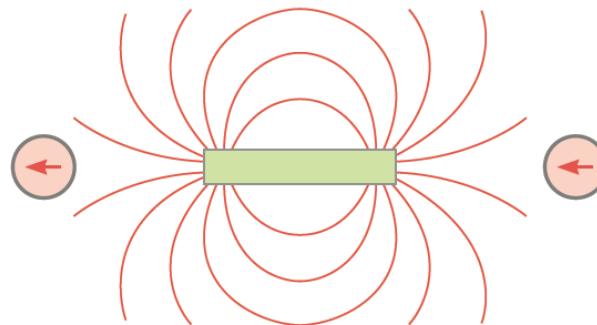
$$I = 4 \times 10^{-3} \sin 25\pi t$$

پاسخ:

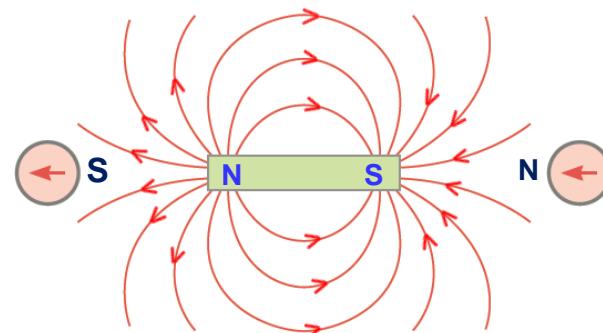
$$25\pi = \frac{2\pi}{T} \rightarrow T = \frac{2\pi}{25\pi} = 0.08 \text{ s}$$



۱- با توجه به جهت گیری عقربه های مغناطیسی در شکل زیر، قطب های آهنربای میله ای و جهت خط های میدان مغناطیسی را تعیین کنید



پاسخ:



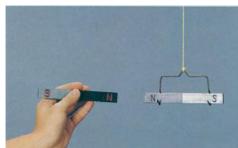
۲-الف) آهنربای میله ای با قطب های نامشخص در اختیار داریم. دست کم دو روش را برای تعیین قطب های این آهنربا بیان کنید.



پاسخ:

### ۱-با ناخ آویزان کردن

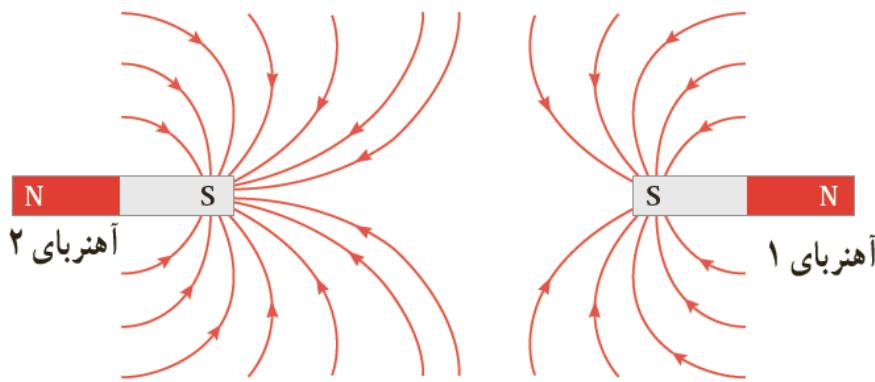
آهنربا را ناخ آویزان می کنیم پس از چند نوسان درامتداد شمال و جنوب جغرافیایی می ایستد قطبی که طرف شمال را نشان می دهد **N** و طرف دیگر **S** است.



### ۲-استفاده از یک آهنربای با قطب معلوم

آهنربایی که قطب های مشخص دارد به آن نزدیک و از روی تاثیر قطب های **N** و **S** بر یکدیگر قطب های آهنربا مشخص می شود.

۲-ب) خط های میدان مغناطیسی بین دو آهنربا در شکل زیرنشان داده شده است. اندازه میدان مغناطیسی را در نزدیکی قطب های آهنرباها با هم مقایسه کنید.

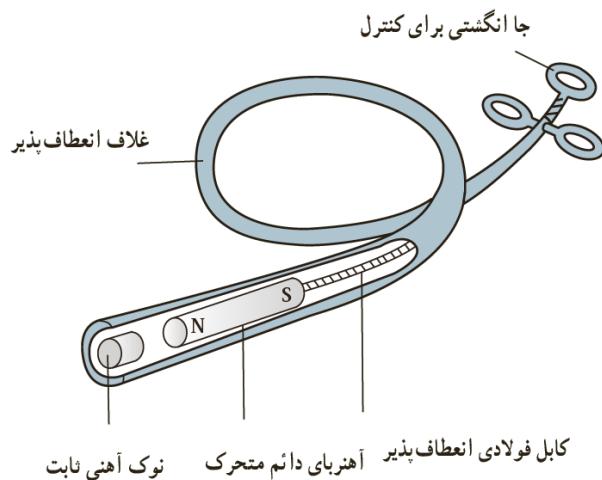


چون تعداد خطوط و تراکم خطوط میدان مغناطیسی اطراف آهنربای ۲ بیشتر از تراکم خطوط میدان آهنربای ۱ است پس  $B_2 > B_1$  است

پرسش ها و مسئله های فصل ۳:

۳- کودکی یک قطعه کوچک آهنی را بلعیده است. پزشک می خواهد آن را با دستگاه شکل زیر بیرون بیاورد.

الف) هنگامی که آهنربای دائمی به نوک ثابت آهنی نزدیک می شود چه اتفاقی می افتد؟

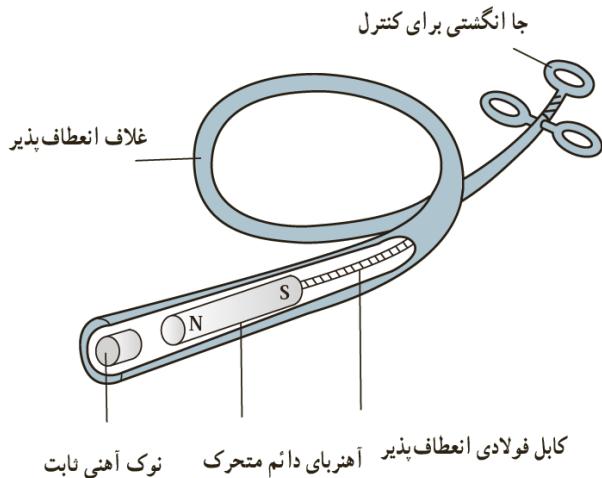


پاسخ:

الف) در اثر القای مغناطیسی، نوک ثابت آهنی، آهن ربا می شود

۳- کودکی یک قطعه کوچک آهنی را بلعیده است. پزشک می خواهد آن را با دستگاه شکل زیر بیرون بیاورد.

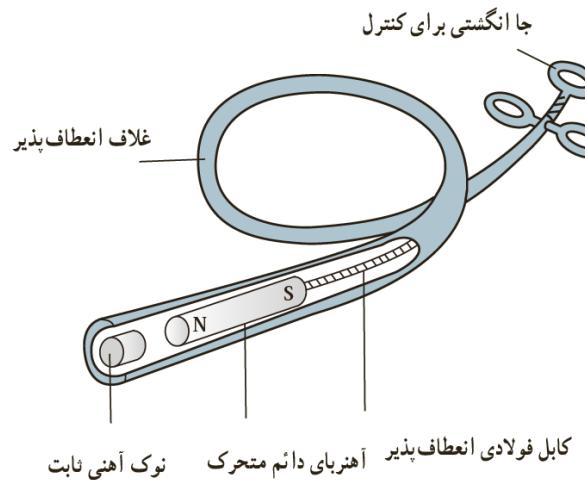
ب) ساختن نوک ثابت آهن چه مزیتی دارد؟



پاسخ:

ب) نوک ثابت از جنس آهنی، بانزدیک کردن آهن ربای دائمی به آن سریعاً خاصیت مغناطیسی پیدا می کند و با دور کردن آهن ربای دائمی خاصیت آهن ربایی خود را به سرعت از دست می دهد.

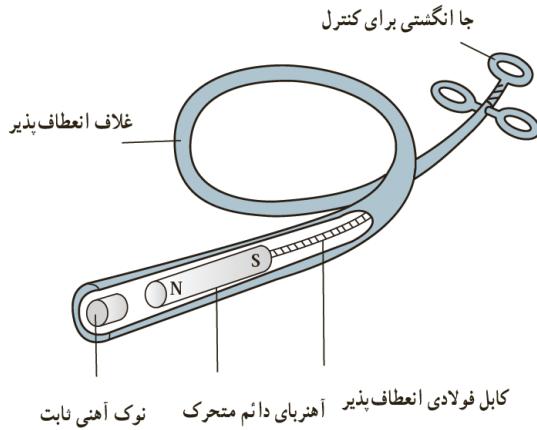
۳- کودکی یک قطعه کوچک آهنی را بلعیده است. پزشک می خواهد آن را با دستگاه شکل زیر بیرون بیاورد. پ) این وسیله را باید به درون گلوی کودک وارد و به سوی فلز بلعیده شده هدایت کرد؛ چرا غلاف باید انعطاف پذیر باشد؟



پاسخ:

پ) چون مجرای گوارشی انجنا دارد، این غلاف باید بتواند بدون آسیب به این مجرای وارد آن شود، در نتیجه باید انعطاف پذیر باشد.

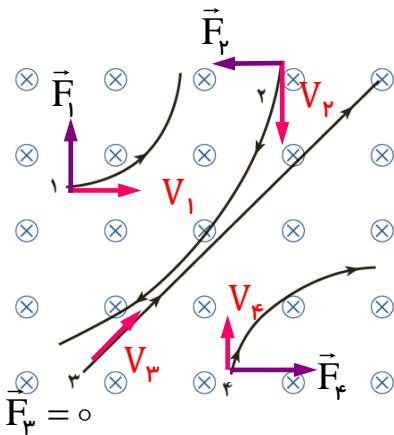
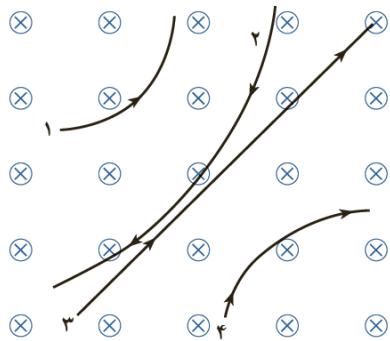
۳- کودکی یک قطعه کوچک آهنی را بلعیده است. پزشک می خواهد آن را با دستگاه شکل زیر بیرون بیاورد. (ت) پزشک می خواهد یک گیره آهنی کاغذ و یک واشر آلومینیومی را از گلوی کودک بیرون بیاورد؛ کدام یک رامی توان بیرون آورد؟ چرا؟



پاسخ:

ت) گیره آهنی کاغذ از جنس فرومغناطیس نرم است، زود آهن ربا شده و جذب نوک ثابت آهنی می شود و بیرون کشیده می شود ولی آلومینیم پارا مغناطیس است و نمی توان به سهولت خاصیت مغناطیسی در آن القا کرد و به میدان مغناطیسی بسیار قوی نیاز است پس با این روش جذب نوک ثابت نخواهد شد.

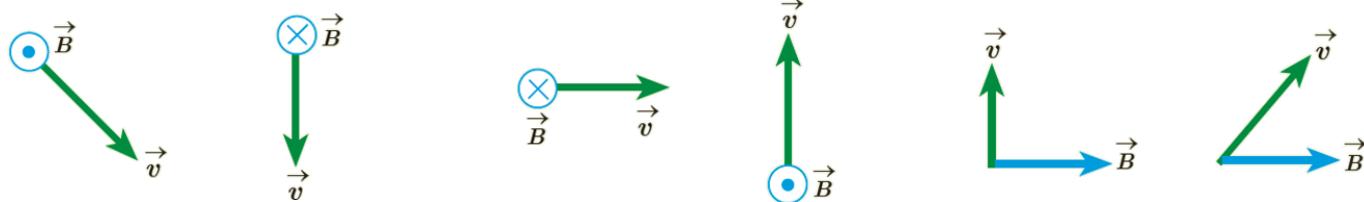
## ۴-چهار ذره هنگام عبور از میدان مغناطیسی درون سو مسیرهایی مطابق شکل زیر می پیمایند. درباره نوع بار هر ذره چه می توان گفت؟



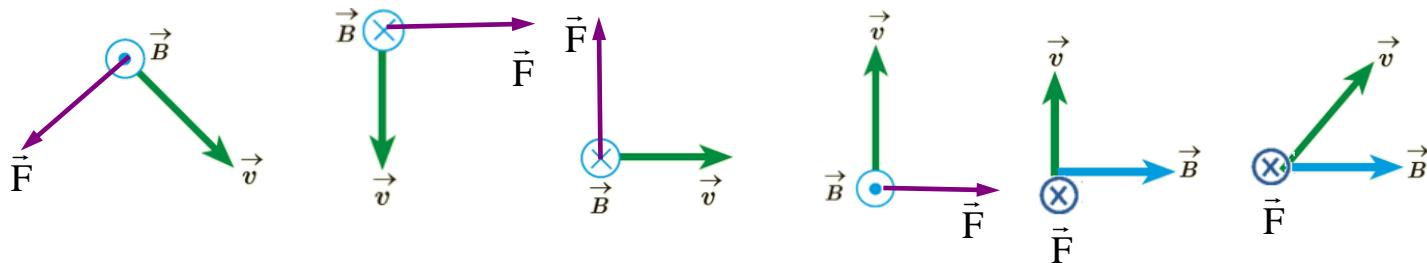
با توجه به قانون دست راست نوع بار ذره ۱ مثبت، نوع بار ذره ۲ منفی، چون ذره ۳ انحرافی ندارد ختنی است و نوع بار ذره ۴ منفی است.

پاسخ:

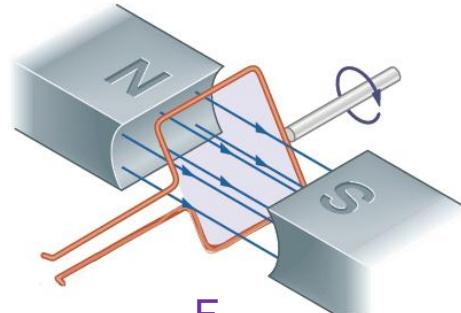
## ۵- جهت نیروی مغناطیسی وارد بر بار مثبت را در هر یک از حالت های نشان داده در شکل زیر تعیین کنید.



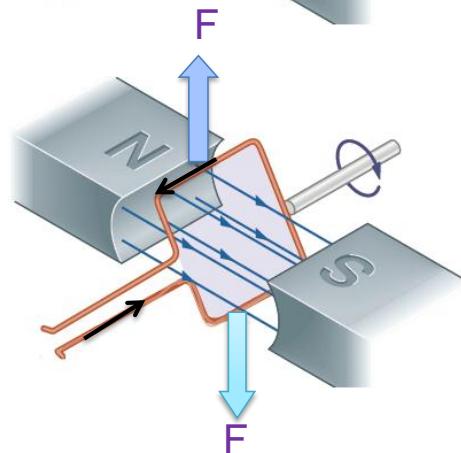
پاسخ:



۶- حلقة رسانای مستطیل شکلی که حامل جریان I است، مطابق شکل درون میدان مغناطیسی یکنواخت می چرخد. جهت جریان را در حلقة تعیین کنید.



پاسخ:



- ۷- پروتونی با تندی  $1 \times 10^6 \text{ m/s}$  در میدان مغناطیسی یکنواختی به اندازه  $18 \text{ mT}$  در حرکت است. جهت حرکت پروتون با جهت  $B$ ، زاویه  $60^\circ$  می سازد.
- (الف) اندازه نیروی وارد بر این پروتون را محاسبه کنید.
- (ب) اگر تنها این نیرو بر پروتون وارد شود، شتاب پروتون را حساب کنید. (بار الکتریکی پروتون  $1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$  و جرم آن  $1.67 \times 10^{-19} \text{ C}$  در نظر بگیرید)

پاسخ:

$$q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$V = 4 / 4 \times 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$F = qvB \sin 60^\circ$$

$$B = 18 \times 10^{-3} \text{ T}$$

$$F = 1.6 \times 10^{-19} \times 4 / 4 \times 10^6 \times 18 \times 10^{-3} \times \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$F = 1.09 \times 10^{-14} \text{ N}$$

$$F = ?$$

$$a = ?$$

$$m = 1.67 \times 10^{-27} \text{ Kg}$$

(الف)

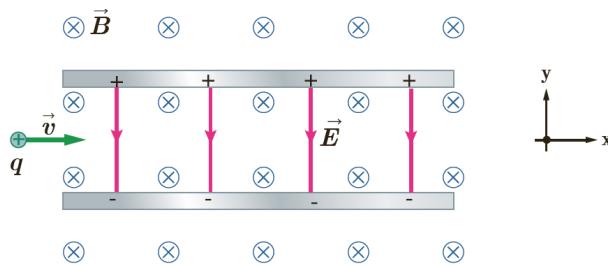
(ب)

$$F = ma \rightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{1.09 \times 10^{-14}}{1.67 \times 10^{-27}} \rightarrow a \approx 6.6 \times 10^{13} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

۸- ذره باردار مثبتی با جرم ناچیز و با سرعت  $v$  در امتداد محور  $X$  وارد فضایی می شود که میدان های یکنواخت  $E$  و  $B$  وجود دارد (شکل زیر) اندازه این میدان ها برابر است. تندی ذره چقدر باشد تا در همان امتداد محور  $X$

به حرکت خود ادامه دهد؟

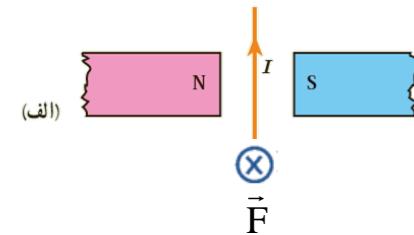
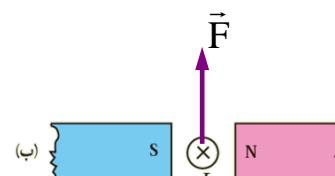
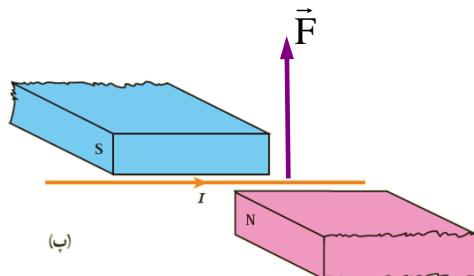
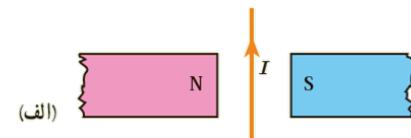
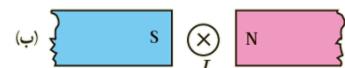
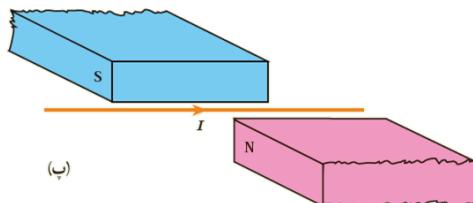
پاسخ:



$$\left\{ \begin{array}{l} E = 45 \cdot \frac{N}{C} \\ B = .18 T \\ V = ? \end{array} \right. \quad F_E = F_B \quad \rightarrow \quad E q = q v B \sin \theta .$$

$$V = \frac{E}{B} \quad \rightarrow \quad V = \frac{45}{.18} = 250 \cdot \frac{m}{s}$$

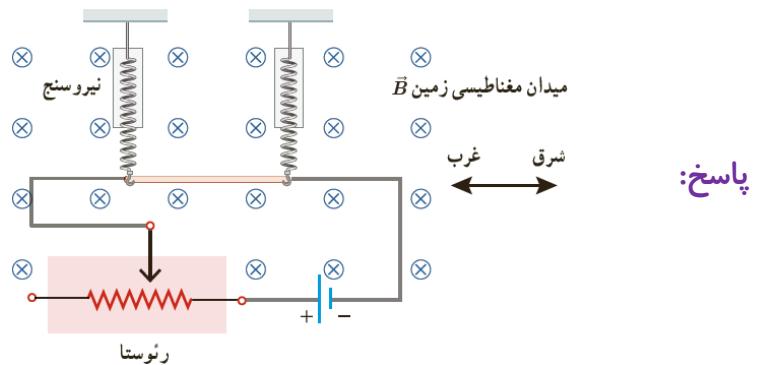
۹- جهت نیروی الکترومغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان را در هر یک از شکل های الف، ب و پ با استفاده از قاعده دست راست بیابید.



پاسخ:

پرسش ها و مسئله های فصل ۳:

- ۱- یک سیم حامل جریان ۶ آمپر مطابق شکل زیر با دونیروسنج فنری که به دو انتهای آن بسته شده اند، به طور افقی و در راستای غرب شرق قرار دارد. میدان مغناطیسی زمین رایکنوخت، به طرف شمال و اندازه  $5 \text{ mT} / ۰$  بگیرید.
- الف) اندازه نیروی مغناطیسی وارد بر هر متر این سیم را پیدا کنید.



$$I = 1/6 \text{ A}$$

$$B = 5 \times 10^{-5} \text{ T}$$

$$L = 1 \cdot \text{m}$$

$$F = ?$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$\sin 90^\circ = 1$$

$$F = BIL \sin \alpha$$

$$F = 5 \times 10^{-5} \times 1/6 \times 1 \times \sin 90^\circ$$

$$F = 1 \times 10^{-5} \text{ N}$$

پاسخ:

پرسش ها و مسئله های فصل ۳:

۱- یک سیم حامل جریان ۶ آمپر مطابق شکل زیر با دونیروسنج فنری که به دو انتهای آن بسته شده اند، به طور افقی و در راستای غرب شرق قرار دارد. میدان مغناطیسی زمین را یکنواخت، به طرف شمال و اندازه  $5 \text{ mT} / ۰$  بگیرید.

ب) اگر بخواهیم نیروسنج ها عدد صفر را نشان دهند، چه جریانی و در چه جهتی باید از سیم عبور کند؟ جرم هر متر از طول این سیم ۸ گرم است ( $g = ۹.۸ \text{ N/kg}$ )

$$F = mg$$

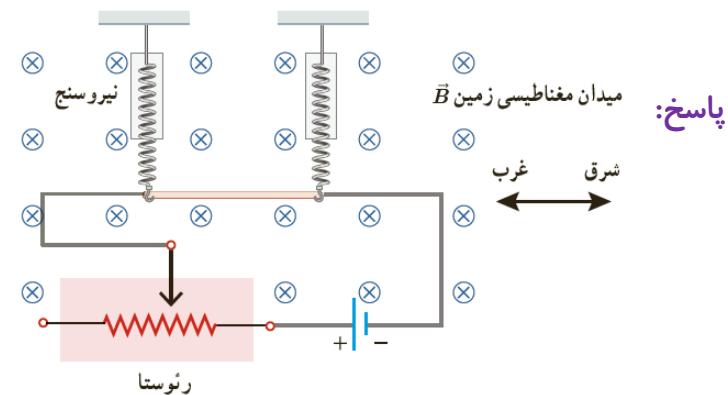
$$BIL \sin 90^\circ = mg$$

$$5 \times 10^{-5} \times I \times 1 \times 1 = 8 \times 10^{-3} \times 1 \cdot$$

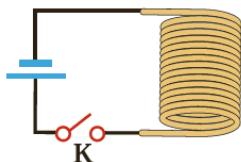
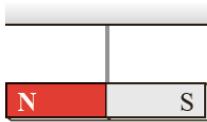
$$I = \frac{8 \times 10^{-3}}{5 \times 10^{-5}}$$

$$I = 1600 \text{ A}$$

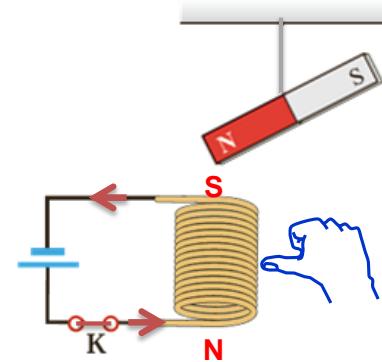
عبور چنین جریان بزرگی از این سیم در عمل امکان پذیر نیست. بنابراین، نمی توان انتظار داشت نیروسنچ ها عدد صفر را نشان دهند.



۱۱- یک آهنربای میله ای مطابق شکل زیر، بالای سیم‌لوله ای آویزان شده است. توضیح دهید با بستن کلید  $K$  چه تغییری در وضعیت آهنربا رخ می‌دهد.



پاسخ:



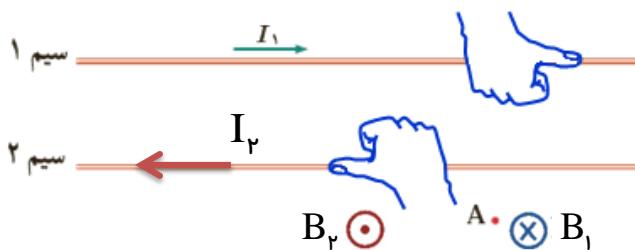
با وصل کلید جریان ایجاد شده در سیم‌لوله به سمت چپ بوده و با توجه به قانون دست راست قطب های ناهمنام سیم‌لوله مجاور قطب های آهنربای میله ای قرار می‌گیرد، که در این وضعیت قطب **N** آهنربای میله ای به سمت پایین کشیده می‌شود

۱۲- شکل زیر، دو سیم موازی و بلند حامل جریان را نشان می دهد. اگر میدان مغناطیسی برایند حاصل از این سیم ها در نقطه A صفر باشد، جهت جریان آن را در سیم ۲ پیدا کنید.



A.

پاسخ:



میدان مغناطیسی سیم ۱ در نقطه A درون سو است برای اینکه برایند میدان مغناطیسی در این نقطه صفر شود باید میدان مغناطیسی سیم ۲ برون سو باشد با کمک قانون دست راست جهت جریان به سمت چپ می شود.

۱۳- سیموله ای شامل ۲۵۰ حلقه است که دوریک لوله پلاستیکی توخالی به طول  $14\text{ m}$  پیچیده شده است. اگر جریان گذرنده از سیموله  $1\text{ A}$  باشد، اندازه میدان مغناطیسی درون سیموله را حساب کنید.

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T.m/A}$$

پاسخ:

$$\left. \begin{array}{l} N = 250 \\ L = 14\text{ m} \\ I = 1\text{ A} \\ B = ? \\ \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T.m/A} \end{array} \right\}$$

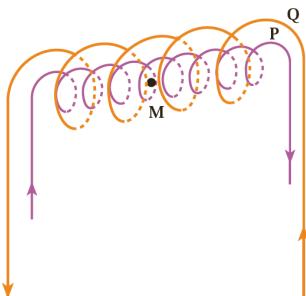
$$B = \mu_0 \frac{N}{L} I$$

$$B = 4\pi \times 10^{-7} \times 10^{-7} \times \frac{250}{14} \times 1\text{ A}$$

$$B = 1 \times 10^{-3} \text{ T} = 1 \text{ mT}$$

۱۴- در شکل زیر دو سیم‌لوهه  $P$  و  $Q$  هم محورند و طول برابر دارند. تعداد دور سیم‌لوهه  $P$  برابر ۲۰۰ و تعداد دور سیم‌لوهه  $Q$  برابر ۳۰۰ است. اگر جریان  $1\text{A}$  از سیم‌لوهه  $Q$  عبور کند، از سیم‌لوهه  $P$  چه جریانی باید عبور کند تا برایند میدان مغناطیسی ناشی از دو سیم‌لوهه در نقطه  $M$  (روی محور دو سیم‌لوهه) صفر شود؟

پاسخ:



$$\left\{ \begin{array}{l} L_P = L_Q \\ N_P = 200 \\ N_Q = 300 \\ I_Q = 1\text{A} \\ I_P = ? \\ B_T = . \end{array} \right.$$

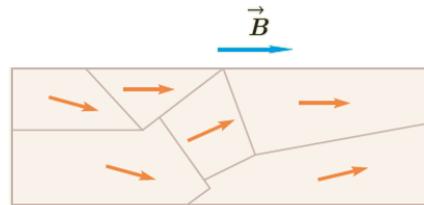
$$B = \mu \cdot \frac{N}{L} I \quad \mu \cdot \left( \frac{N_P}{L_P} \right) I_P = \mu \cdot \left( \frac{N_Q}{L_Q} \right) I_Q \rightarrow N_P I_P = N_Q I_Q$$

$$200 \times I_P = 300 \times 1 \rightarrow I_P = \frac{300}{200} \rightarrow I_P = 1/5\text{A}$$

۱۵- شکل الف حوزه های مغناطیسی ماده فرومغناطیسی را درون میدان خارجی  $B$  نشان می دهد. شکل ب همان ماده پس از حذف میدان  $B$  نشان می دهد. نوع ماده فرمغناطیسی را با ذکر دلیل تعیین کنید.



(ب)



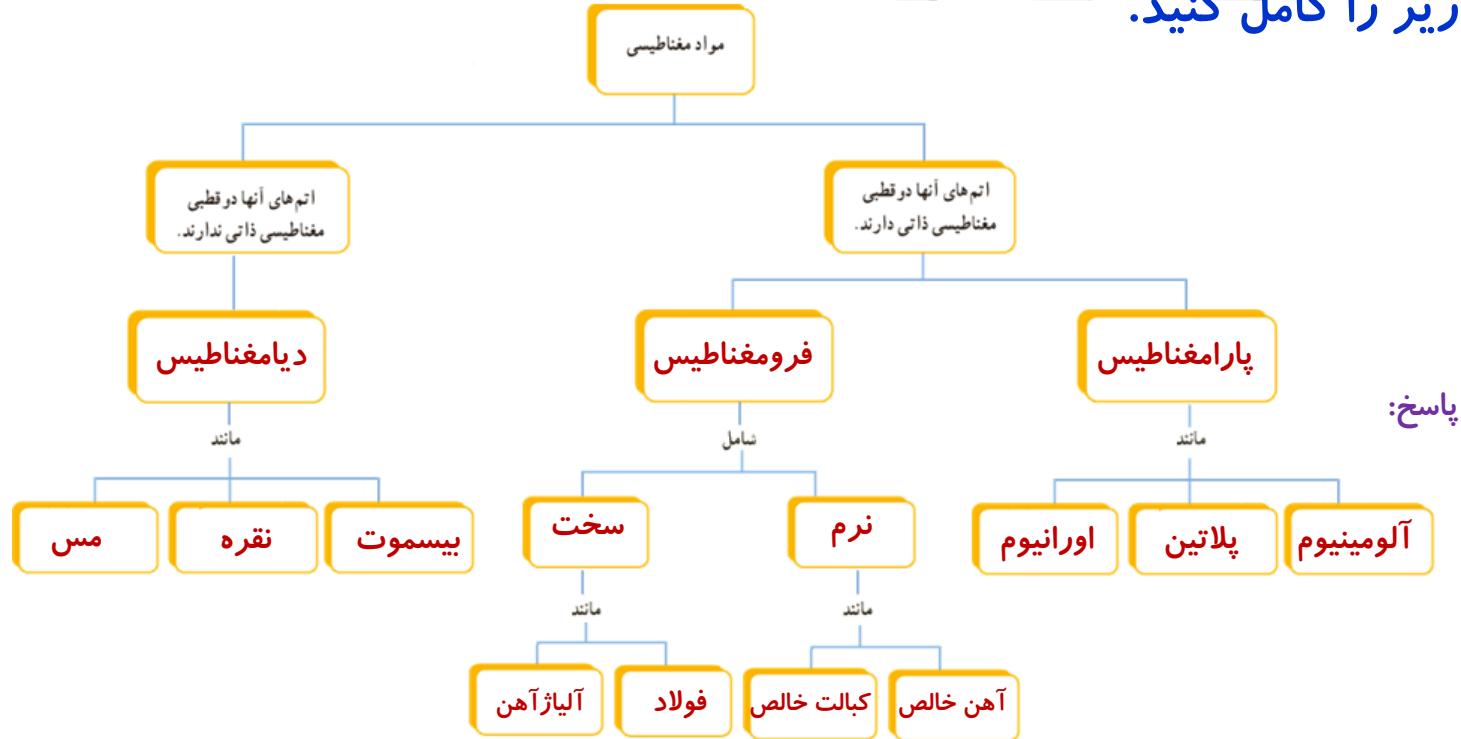
(الف)

پاسخ:

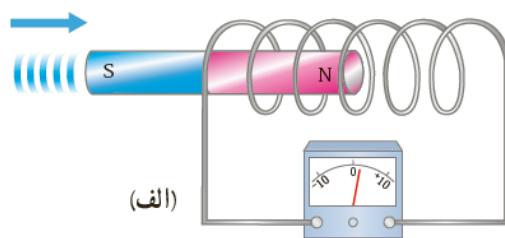
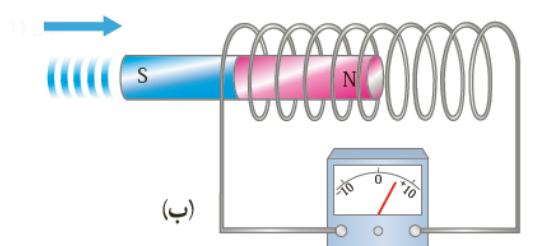
شکل الف و ب ، ماده فرمغناطیسی نرم

زیرا بلافاصله بعد از حذف میدان خارجی علاوه بر کاهش حجم حوزه ها، جهت میدان حوزه ها به حالت کاتوره ای خود بر می گردند درنتیجه برآیند میدان ها در این مواد صفر شده و دیگر خاصیت آهن ریایی ندارند.

## ۱۶- با توجه به آنچه در بخش ویژگی های مغناطیسی مواد دیدید، نقشه مفهومی زیر را کامل کنید.



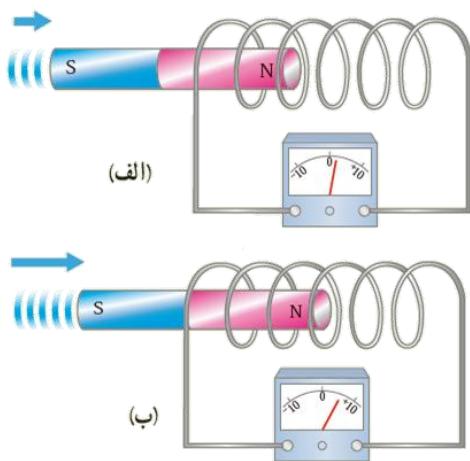
۱۷- دو سیم‌لوله با حلقه های بامساحت یکسان ولی با تعداد دور متفاوت را مطابق شکل های زیر به ولت سنج حساسی وصل کرده ایم. دریافت خود را از این شکل ها بنویسید. (آهنرباهای مشابه اند و با تنداشتن یکسانی به طرف سیم‌لوله ها حرکت می کنند)



پاسخ:

در شکل الف و ب با ورود آهنربا به پیچه نیرو محرکه و جریانی در آن القا شده است با این تفاوت که در شکل ب که تعداد دورهای پیچه بیشتر از الف است نیرو محرکه و جریان بزرگتری القا می شود.

۱۸- دو سیم‌لوله مشابه را مطابق شکل های زیر به ولت سنج حساسی وصل کرده ایم. دریافت خود را از شکل های زیر بنویسید. (آهنرباها مشابه اند ولی با تندی متفاوتی به طرف سیم‌لوله حرکت می کنند)

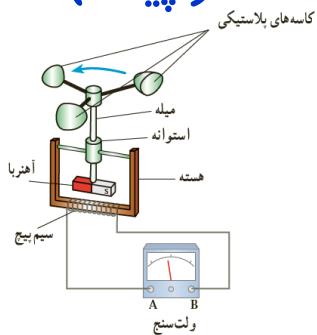


پاسخ:

در شکل (ب) سرعت حرکت آهنربا و در نتیجه آهنگ تغییر شار بیشتر از شکل (الف) است بنابراین نیروی محرکه القایی بیشتر است

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

پاسخ:



الف) با چرخش میله، آهنربای متصل به آن نیز می‌چرخد و سبب تغییر شار مغناطیسی در فضای اطراف خود می‌شود. این امر سبب القای جریانی در سیم پیچ می‌شود. ب) با افزایش سرعت، آهنگ تغییر شار مغناطیسی نیز افزایش می‌یابد و در نتیجه جریان بزرگتری در سیم پیچ القا می‌شود. پ) استفاده از سیم پیچی با تعداد دور بیشتر و آهنربای قوی تر باروغن کاری دستگاه و کاهش اصطکاک همچنین استفاده از ولت سنج دقیق‌تر می‌تواند سبب بهبود و افزایش دقیقی کار دستگاه شود.

پرسش ها و مسئله های فصل ۳:

۳۰- سطح حلقه های پیچه ای که دارای ۱۰۰۰ احلقه است، عمودبر میدان مغناطیسی یکنواختی که اندازه آن  $T = ۰.۴ / ۰$  و جهت آن از راست به چپ است، قرار دارد. میدان مغناطیسی در مدت  $۱\ S$  تغییر می کند و به  $T = ۰.۴ / ۰$  در خلاف جهت اولیه می رسد. اگر سطح هر حلقه پیچه  $۵\ cm^۲$  باشد، اندازه نیروی محرکه القایی متوسط در پیچه را حساب کنید.

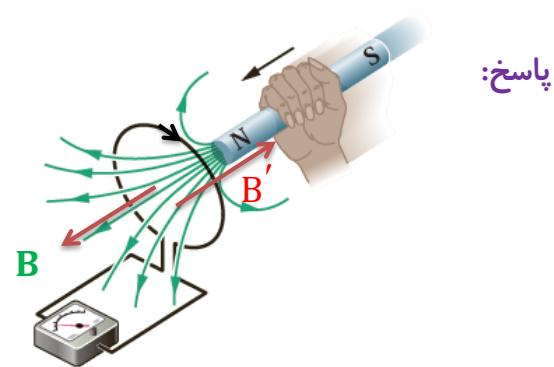
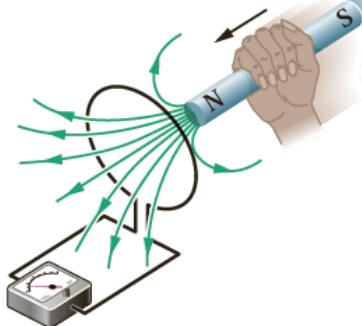
پاسخ:

$$\left\{ \begin{array}{l} N = 1000 \\ B_r = 0.4 T \\ B_i = -0.4 T \\ \Delta t = 1 \cdot^{-2} s \\ \theta = 0 \\ A = 5 \cdot 1 \cdot^{-2} m^2 \\ \bar{\varepsilon} = ? \end{array} \right. \quad \Delta B = B_r - B_i = -0.4 - 0.4 = -0.8 T$$

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

$$\bar{\varepsilon} = -1000 \times 5 \cdot 1 \cdot^{-2} \times \frac{-0.8 \times 1 \cdot^{-2}}{1 \cdot^{-2}} \cos 0^\circ \rightarrow \bar{\varepsilon} = 40 V$$

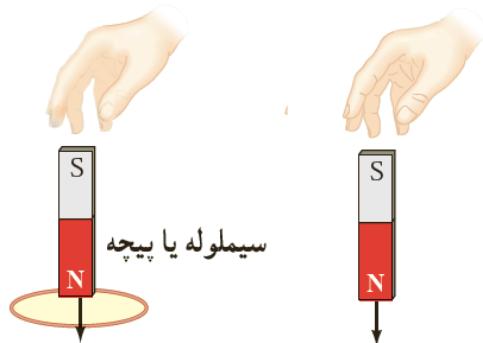
۲۱- قطب N یک آهنربا را مطابق شکل رو به رو به یک حلقه رسانا نزدیک می کنیم. جهت جریان القایی را در حلقه مشخص کنید.



پاسخ:

چون آهن ربا در حال نزدیک شدن به حلقه است شار مغناطیسی افزایش می یابد درنتیجه میدان مغناطیسی حلقه خلاف جهت میدان مغناطیسی آهن ربا خواهد بود با استفاده از قاعده از قاعده دست راست برای حلقه، جهت جریان در حلقه ساعتگرد خواهد بود.

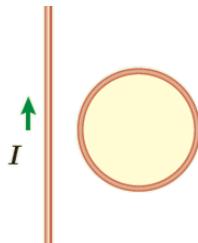
۲۲- دو آهنربای میله ای مشابه را مطابق شکل، به طور قائم از ارتفاع معینی نزدیک سطح زمین رها می کنیم به طوری که یکی از آنها از حلقه رسانایی عبور می کند. اگر سطح زمین در محل برخورد آهنرباهای نرم باشد، مقدار فرورفتگی آهنرباهای را در زمین با یکدیگر مقایسه کنید (تأثیر میدان مغناطیسی زمین روی آهنرباهای را نادیده بگیرید)



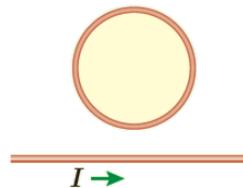
پاسخ:

آهنربا هنگام عبور از حلقه رسانا، با مخالفتی روبرو می شود که منشأ آن به جریان القایی در حلقه مربوط است. بنابراین، آهنربایی که از حلقه می گذرد، کمتر در زمین فرو می رود.

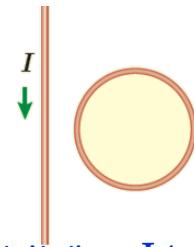
## ۲۳-جهت جریان القایی را در هریک از حلقه های رسانای نشان داده شده در شکل های زیر تعیین کنید.



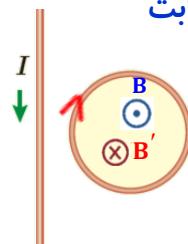
پ) ثابت



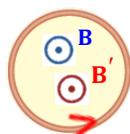
ب) در حال کاهش



الف) در حال افزایش



الف) در حال افزایش



ب) در حال کاهش

پاسخ:

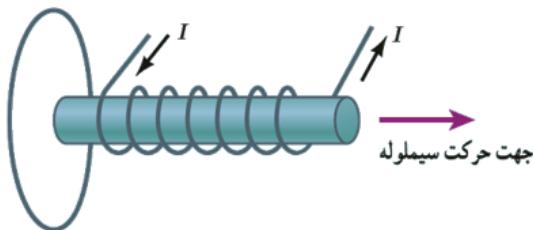
الف-شارمغناطیسی سیم بلند در درون حلقه بروند و در حال افزایش است طبق قانون لنز، شارمغناطیسی حلقه باید با افزایش شارم مخالفت کنندبا توجه به قاعده دست راست جهت جریان القایی، ساعتگرد را بوجود می آورد.

ب-شارمغناطیسی سیم بلند در درون حلقه بروند سو و در حال کاهش است طبق قانون لنز، شارمغناطیسی حلقه باید با کاهش شارم مخالفت کنندبا توجه به قاعده دست راست جهت جریان القایی، پاد ساعتگرد را بوجود می آورد.

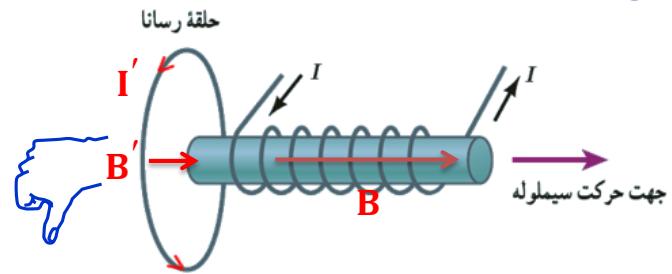
پ-چون جریان ثابت است شارمغناطیسی سیم بلند در درون حلقه ثابت بوده و جریان القایی صفر می شود

۲۴- شکل زیر سیم‌لوله حامل جریانی را نشان می‌دهد که در حال دور شدن از یک حلقه رسانا است. جهت جریان القایی را در حلقه با ذکر دلیل تعیین کنید.

حلقه رسانا

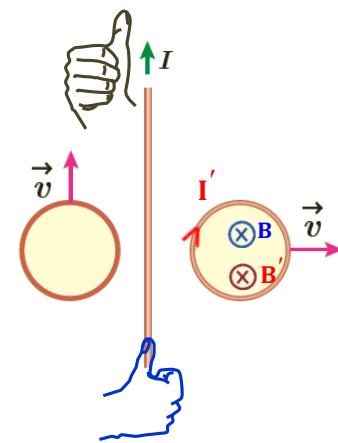
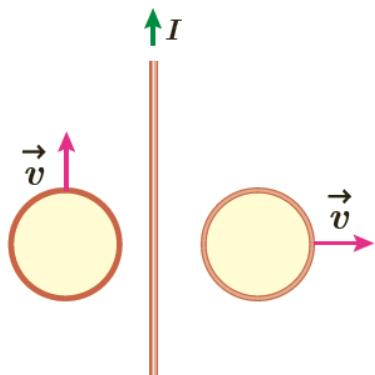


پاسخ:



با دور شدن سیم لوله شار مغناطیسی کاهش می یابد. درنتیجه میدان مغناطیسی حلقه هم جهت با میدان مغناطیسی سیم لوله (به سمت راست) خواهد بود. با توجه به قاعده دست راست برای حلقه جریان القایی (برای ناظر درسمت سیم‌لوله) در جهت پاد ساعتگرد می شود.

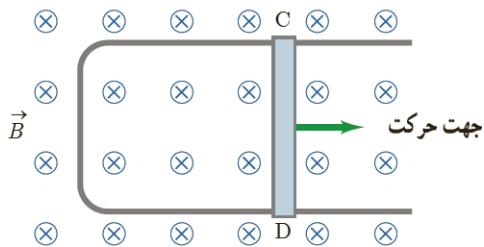
۲۵- دو حلقه رسانا در نزدیکی یک سیم دراز حامل جریان ثابت  $I$  قرار دارند؛ این دو حلقه با تندا یکسان، ولی در جهت های متفاوت مطابق شکل زیر حرکت می کنند. جهت جریان القایی را در هر حلقه با ذکر دلیل تعیین کنید.



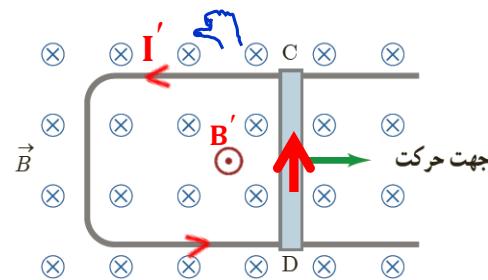
پاسخ:

در حلقه سمت چپ، چون به موازات سیم دراز حامل جریان ثابت  $I$  حرکت می کند، جریانی القا نمی شود. شار عبوری از حلقه در هر لحظه از زمان ثابت است و تغییری نمی کند. در حلقه سمت راست، جریان درجهت ساعتگرد القا می شود تا کاهش شار عبوری از آن جبران شود.

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

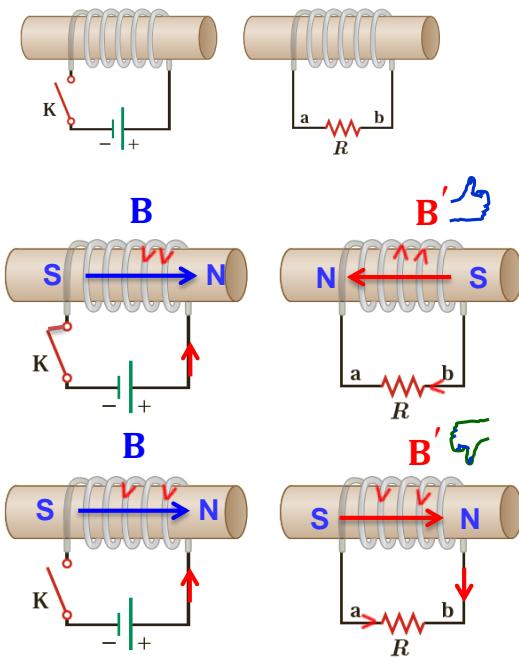


پاسخ:



با حرکت میله فلزی به سمت راست میدان عبوری از مساحت قاب افزایش و شار افزایش می‌یابد طبق قانون لنز برای مخالفت با افزایش شار جریان پاد ساعتگرد در قاب ایجاد می‌شود.

۲۷- در مدار نشان داده شده در شکل زیر، جهت جریان القایی را در مقاومت  $R$  در هریک از دو حالت زیر با ذکر دلیل پیدا کنید:  
 الف) در لحظه بستن کلید  $K$ ، ب) در لحظه باز کردن کلید.



پاسخ:

الف- با بستن کلید شارمغناطیسی افزایش می یابد میدان سیم لوله ها خلاف جهت هم می شود. در نتیجه جریان در مقاومت  $R$  از  $a$  به  $b$  می باشد

ب- با باز کردن کلید شارمغناطیسی کاهش می یابد میدان سیم لوله ها هم جهت هم می شود. در نتیجه جریان در مقاومت  $R$  از  $b$  به  $a$  می باشد

پرسش ها و مسئله های فصل ۳:

۲۸- حلقة رسانای مربعی شکل، به طول ضلع ۱۰ CM اوارد میدان مغناطیسی درون سویی به اندازه ۲۰ mT و سپس از آن خارج می شود. الف) در کدام مرحله شار عبوری از حلقة بیشینه است؟ مقدار شار گذرنده از حلقة در این حالت چقدر است؟

ب) در کدام وضعیت ها شار گذرنده از حلقة تغییر می کند؟ جهت جریان القایی را در حلقة تعیین کنید.

پاسخ:

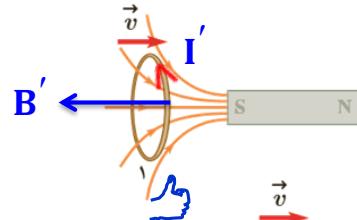
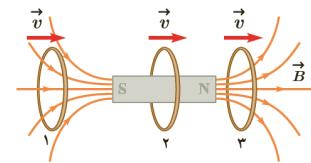
$$\left. \begin{array}{l} a = 1 \cdot 10^{-1} \text{ m} \rightarrow A = a^2 \rightarrow A = 1 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2 \\ B = 20 \text{ mT} \end{array} \right\} \text{در شکل ۲ بیشترین شار مغناطیسی از حلقة می گذرد.}$$

$$B = 20 \text{ mT} \quad \phi = BA \cos \theta \rightarrow \phi_{\max} = 20 \times 1 \cdot 10^{-2} \times 1 \cdot 10^{-2} \cos 0^\circ \rightarrow \phi_{\max} = 2 \times 10^{-4} \text{ wb}$$

الف) در شکل ۱ و ۳ هنگام ورود و خروج قاب به میدان مغناطیسی شار مغناطیسی تغییر می کند. طبق قاعده دست راست و قانون لنز جهت جریان القایی در شکل ۱ پاد ساعتگرد و در شکل ۳ ساعتگرد است.

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

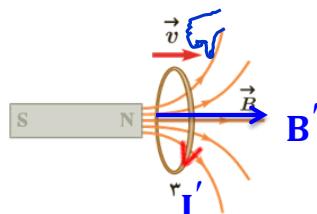
پاسخ:



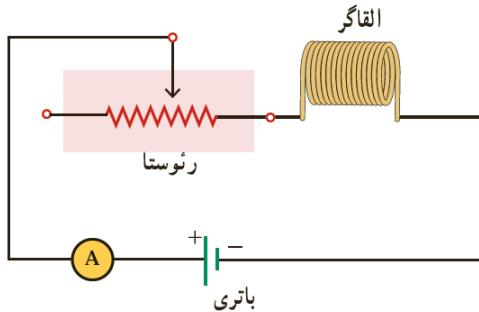
حالت ۱- بازدید یک شدن حلقه به آهنربا شار مغناطیسی افزایش می یابد در نتیجه میدان مغناطیسی حلقه خلاف جهت میدان آهنربا است بنابر این جریان مطابق شکل است.

حالت ۲- تغییرات شار مغناطیسی در این حالت نداریم، بنابر این جریان هم در حلقه القاء نمی شود.

حالت ۳- بادور شدن حلقه از آهنربا شار مغناطیسی کاهش می یابد در نتیجه میدان مغناطیسی حلقه هم جهت میدان آهنربا است بنابر این مطابق شکل است



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



پاسخ:

انرژی ذخیره شده در القاگر از رابطه  $\frac{1}{2}LI^2 = U$  به دست می آید. با کاهش مقاومت رئوستا، جریان عبوری از مدار و در نتیجه القاگر افزایش می یابد. در این صورت انرژی بیشتری در القاگر ذخیره می شود. با قراردادن یک هسته فرومغناطیسی نرم درون القاگر (سیم‌لوله)، ضریب خودالقایی آن افزایش می یابد و در نتیجه انرژی بیشتری در القاگر ذخیره می شود.

پرسش ها و مسئله های فصل ۳:

۱-۳- جریان متناوبی که بیشینه آن  $A_2$  و دوره آن  $0.20$  است، از یک رسانای ۵ اهمی می گذرد. (الف) اولین لحظه ای که در آن جریان بیشینه است چه لحظه ای است؟ در این لحظه نیروی حرکت القایی چقدر است؟ (ب) در لحظه  $t = \frac{1}{4\pi} s$  جریان چقدر است؟

پاسخ:

(الف)

$$\left\{ \begin{array}{l} I_{\max} = 2A \\ T = 0.2s \\ R = 5\Omega \\ t = ? \\ \varepsilon = ? \\ t = \frac{1}{4\pi}s \\ I = ? \end{array} \right.$$

$$I = I_m \sin \omega t \rightarrow I = 2 \sin \frac{2\pi}{0.2} t \rightarrow I = 2 \sin 10\pi t$$

$$\left. \begin{array}{l} I = 2 \sin 10\pi t \\ I = 2A \end{array} \right\} 2 = 2 \sin 10\pi t \rightarrow \sin \frac{\pi}{r} = \sin 10\pi t \rightarrow t = \frac{1}{r} s$$

$$\left. \begin{array}{l} \varepsilon = RI \\ \varepsilon = 1 \cdot \sin 10\pi t \end{array} \right\} \varepsilon = 1 \cdot \sin \frac{10\pi}{r} \rightarrow \varepsilon = 1 \cdot V$$

$$\left. \begin{array}{l} I = 2 \sin 10\pi t \\ t = \frac{1}{r} s \end{array} \right\} I = 2 \sin \frac{10\pi}{r} \rightarrow I = 2 \sin \frac{\pi}{r} = 2 \times \frac{\sqrt{2}}{2} = \sqrt{2} A$$

(ب)

## با نظارت جمعی از اساتید و معلمان گروه فیزیک البرز:

عظیم آقچه جلی

افشین کردکتوی

شهریار زینالی

فاطمه زارعی

فتانه باقرزاده

محمد انصاری تبار

تاریخ ویرایش نهایی: بهمن ماه ۱۳۹۶

موفق و پیروز باشید

