

# فیزیلند | آموزشگاه تخصصی فیزیک

حل تمرین | تدریس آنلاین | رفع اشکال

ارائه جزوات، نمونه سوال، حل تمرین

• تقویتی و آمادگی امتحان نهایی  
• کنکوری



۰۹۳۷۳۸۶۰۴۲۰



@phyzilandgroup

### پرسش ۳-۱

فرض کنید دو میله کاملاً مشابه، یکی از جنس آهن و دیگری آهنربا در اختیار دارید. باگفت‌وگو 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 آهنرباست مشخص کرد.

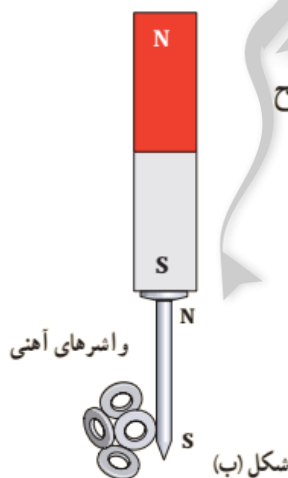
از آنجا که خاصیت مغناطیسی آهنربا در نزدیکی قطب‌ها بیشتر و در وسط آن ناچیز است می‌توانیم یکی از میله‌ها را در دست بگیریم و به قسمت وسط میله دیگر تماس دهیم. در این حالت چنانچه خاصیت آهنربایی قوی مشاهده شد، میله‌ای که در دست ما است آهنربا است و در غیر اینصورت آهن است.

### پرسش ۳-۲

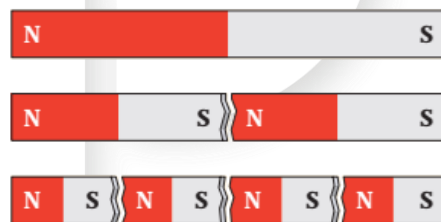
۱- دریافت خود را از شکل الف بیان کنید.

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؟



شکل (ب)

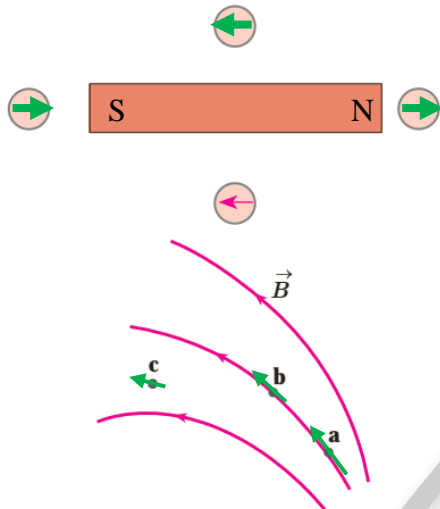


شکل (الف)

۱- چنانچه یک آهنربای میله‌ای را به قطعات کوچکتر تقسیم کنیم، قطعات ایجاد شده نیز همواره دارای دو قطب N و S خواهند بود. اگر این کار را ادامه دهیم و به مولکول‌های آهنربا برسیم باز هم دارای قطب‌های N و S هستند که به آنها دو قطبی مغناطیسی می‌گویند (تک قطبی مغناطیسی وجود ندارد).

۲- وقتی قطعات آهنی در تماس با آهنربا قرار می‌گیرند، خاصیت مغناطیسی در آن القا می‌شود و قطعه آهنی نیز دارای قطب‌های N و S می‌شود. بنابراین قطعه آهنی نیز خاصیت مغناطیسی دارد و می‌تواند قطعات دیگر را به خود جذب کند (القای بارهای الکتریکی در رساناها در حضور میدان الکتریکی با همین موضوع مشابهت دارد).

### پرسش ۳-۳



۱- شکل روبه‌رو، یک آهنربای میله‌ای و تعدادی عقربه مغناطیسی را نشان می‌دهد. (الف) کدام سر آهنربا قطب N و کدام سر قطب S است؟  
(ب) جهت‌گیری عقربه‌های مغناطیسی را در دیگر مکان‌های روی شکل تعیین کنید.

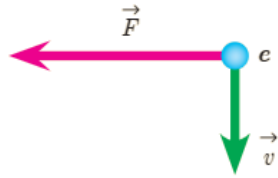
۲- شکل روبه‌رو، خط‌های میدان مغناطیسی در ناحیه‌ای از فضا را نشان می‌دهد. بردار میدان مغناطیسی را در هر یک از نقطه‌های روی شکل رسم کنید. به اندازه و جهت بردار میدان در هر نقطه توجه کنید.

الف و ب) با توجه به اینکه جهت عقربه در قسمت پایین آهنربا به سمت چپ است می‌توان گفت که جهت میدان در این نقطه به سمت چپ بوده است. از آنجا که جهت خطوط میدان در خارج آهنربا از N به S است، قطب سمت راست آهنربا N بوده است.

۲) مماس بر خطوط میدان در هر نقطه جهت میدان را نشان می‌دهد. از طرفی هر جا فاصله خطوط از هم کمتر باشد اندازه میدان قوی‌تر و هر جا خطوط فاصله بیشتری داشته باشند اندازه میدان ضعیف‌تر خواهد بود.

$$B_a$$

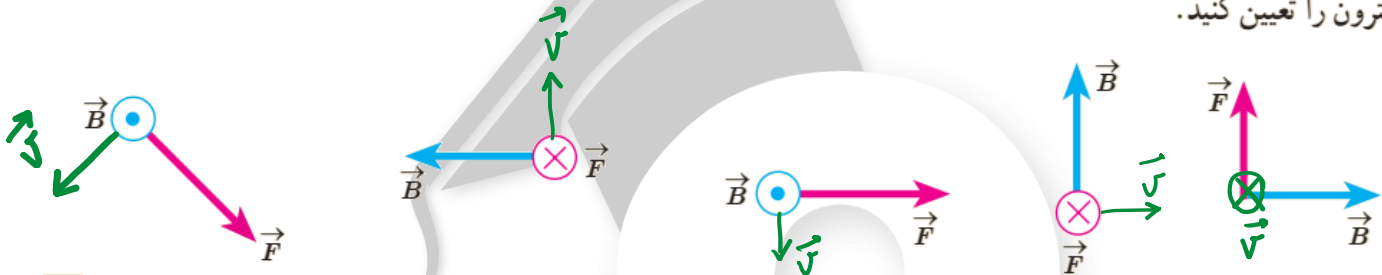
### پرسش ۳-۴



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

☐ بالا ☐ راست ☒ درون سو ☐ برون سو

۲- 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 هریک از حالت‌های نشان داده شده جهت سرعت الکترون را تعیین کنید.

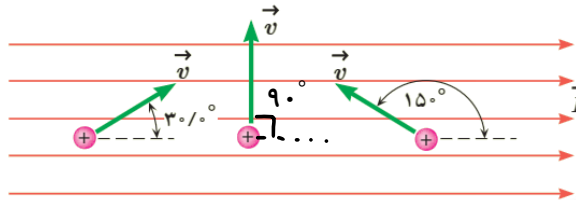


۱- به کمک قاعده دست راست جهت میدان مغناطیسی درون سو تعیین می شود. دقت شود که در قاعده دست راست چنانچه بارالکتریکی منفی باشد جهت نیرو در خلاف انگشت شست است.

۲- به کمک قاعد دست راست طوری عمل می کنیم که با خم کردن انگشتان از بردار سرعت به سمت بردار میدان مغناطیسی، انگشت شست خلاف جهت نیرو (به دلیل بار منفی الکترون) را نشان دهد.

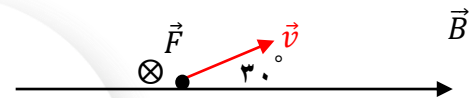
### تمرین ۳-۱

۱- بر پروتونی که با زاویه  $\theta = 30^\circ$  نسبت به میدان مغناطیسی یکنواختی به اندازه  $B = 32^\circ \text{G}$  در حرکت است نیروی به اندازه  $F = 5.12 \times 10^{-14} \text{N}$  وارد می شود. تندی پروتون چند کیلومتر بر ثانیه است؟



۲- سه ذره، هر کدام با بار  $q = 6.15 \mu\text{C}$  و تندی  $v = 46 \text{ m/s}$  در میدان مغناطیسی یکنواختی به اندازه  $B = 0.165 \text{ T}$  در حرکت اند (شکل روبه رو). اندازه نیروی وارد بر هر ذره را حساب کنید.

۱- با استفاده از قاعده دست راست جهت نیرو درونسو می باشد.



$$\begin{cases} \theta = 30^\circ \\ B = 32^\circ \text{G} = 32^\circ \times 10^{-4} \text{T} \\ F = 5.12 \times 10^{-14} \text{N} \end{cases}$$

$$F = |q|vB\sin\theta \rightarrow v = \frac{F}{|q|B\sin\theta} = \frac{5.12 \times 10^{-14}}{1.6 \times 10^{-19} \times 32^\circ \times 10^{-4} \times 0.5} = 2 \times 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times \frac{1 \text{ km}}{10^3 \text{ m}} = 2 \times 10^4 \text{ km/s}$$

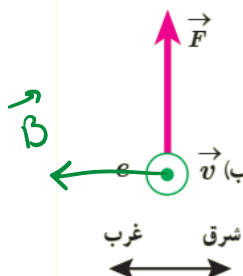
۲-

$$\begin{cases} q = 6.15 \mu\text{C} = 6.15 \times 10^{-6} \text{C} \\ v = 46 \text{ m/s} \\ B = 0.165 \text{ T} \\ \theta_1 = 30^\circ \\ \theta_2 = 90^\circ \\ \theta_3 = 150^\circ = 180^\circ - 30^\circ \end{cases}$$

$$F_1 = qvB\sin\theta_1 = 6.15 \times 10^{-6} \times 46 \times 0.165 \times \sin 30^\circ \cong 2.33 \times 10^{-5} \text{ N}$$

$$F_2 = qvB\sin\theta_2 = 6.15 \times 10^{-6} \times 46 \times 0.165 \times \sin 90^\circ \cong 4.67 \times 10^{-5} \text{ N}$$

$$F_3 = qvB\sin\theta_3 = 6.15 \times 10^{-6} \times 46 \times 0.165 \times \sin 150^\circ \cong 2.33 \times 10^{-5} \text{ N}$$



۳- الکترونی با تندی  $2/4 \times 10^5 \text{ m/s}$  درون میدان مغناطیسی یکنواختی در حرکت است. اندازه نیروی 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، روبه بالا و اندازه آن برابر  $6/8 \times 10^{-14} \text{ N}$  باشد، اندازه و جهت میدان مغناطیسی را تعیین کنید.

ب) اندازه میدان الکتریکی چقدر باشد تا همین نیرو را ایجاد کند؟

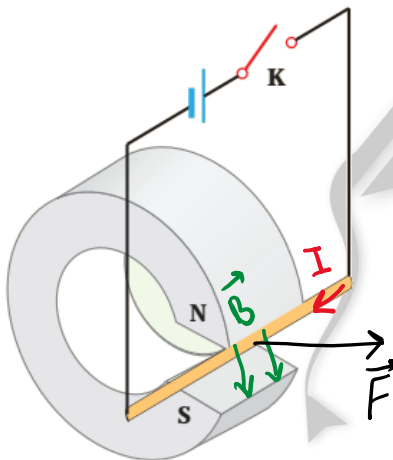
۳- الف) مطابق قاعده دست راست، جهت نیرو در جهت غرب تعیین می شود و اندازه آن برابر است با:

$$B = \frac{F}{ev} = \frac{6.8 \times 10^{-14}}{1.6 \times 10^{-19} \times 2.4 \times 10^5} = 1.77 T$$

(ب)

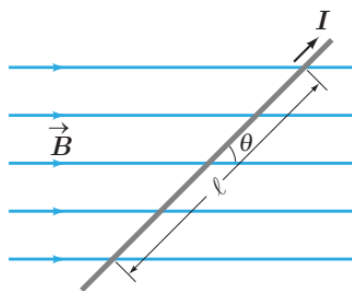
$$F = qE \rightarrow E = \frac{F}{q} = \frac{6.8 \times 10^{-14}}{1.6 \times 10^{-19}} = 4.25 \times 10^5 \frac{N}{C}$$

### پرسش ۳-۵



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

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.



$$F = ilB \sin \theta$$

۱- در این حالت زاویه  $\theta$  صفر می شود و در نتیجه اندازه نیرو نیز صفر خواهد شد. در حالتی که زاویه برابر ۹۰ باشد بیشترین نیرو به سیم وارد می شود.

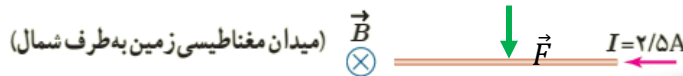
$$\theta = 90^\circ \rightarrow \sin 90 = 1 \rightarrow F_{max} = ilB$$

شکل ۳-۱۳ سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی. نیروی مغناطیسی وارد بر سیم درون سو (عمود بر صفحه کتاب و به طرف داخل) است.

۲- با بستن کلید جریانی در مدار مطابق شکل برقرار می شود. با عبور این جریان از سیم و با توجه به جهت میدان مغناطیسی میان قطب های آهنربا، مطابق قاعده دست راست، نیرویی به سمت راست به آن وارد می شود. پس سیم به سمت راست کشیده می شود و یک رفتار نوسانی ایجاد می شود.

### تمرین ۲-۳

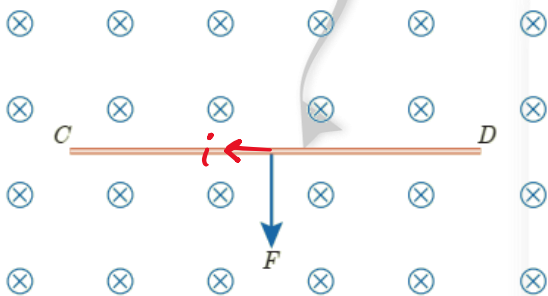
۱- سیم مستقیمی به طول  $2/4\text{m}$  حامل جریان  $2/5\text{A}$  از شرق به غرب است. اندازه میدان مغناطیسی زمین در محل این سیم  $45^\circ\text{G}$  و جهت آن از جنوب به شمال است. اندازه و جهت نیروی مغناطیسی وارد بر این سیم را تعیین کنید.



$$\left\{ \begin{array}{l} I = 2.5\text{A} \\ l = 2.4\text{m} \\ B = 0.45\text{G} = 0.45 \times 10^{-4}\text{T} \\ \theta = 90 \end{array} \right.$$

$$F = IlB\sin 90 = 2.5 \times 2.4 \times 0.45 \times 10^{-4} = 2.7 \times 10^{-4}\text{N}$$

مطابق قاعده دست راست، جهت نیرو به سمت داخل زمین تعیین می شود.

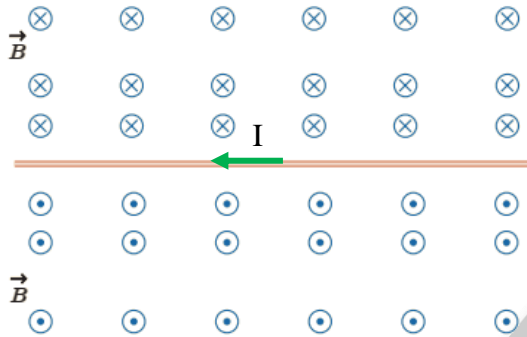


۲- سیم رسانای CD به طول  $2\text{m}$  مطابق شکل روبه‌رو عمود بر میدان مغناطیسی درون‌سو با اندازه  $5\text{T}$  قرار گرفته است؛ اگر اندازه نیروی مغناطیسی وارد بر سیم برابر  $1\text{N}$  باشد، جهت و مقدار جریان عبوری از سیم را تعیین کنید.

مطابق قاعده دست راست، جهت جریان به سمت چپ مطابق شکل می باشد.

$$i = \frac{F}{lB} = \frac{1}{2 \times 5} = 0.1\text{A}$$

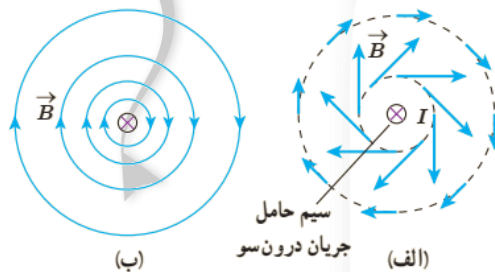
### پرسش ۳-۶



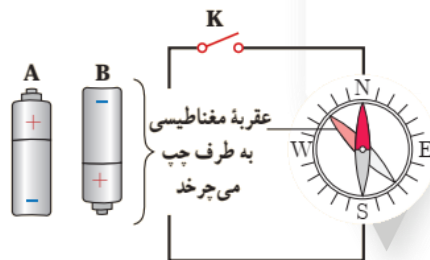
شکل روبه‌رو، جهت میدان مغناطیسی در اطراف یک سیم افقی و مستقیم حامل جریان را نشان می‌دهد. در ناحیه بالای سیم، جهت میدان مغناطیسی درون سو و در ناحیه پایین آن برون سو است. جهت جریان را در سیم تعیین کنید.

مطابق قاعده دست راست اگر جهت انگشت شست را در جهت جریان بگیریم، جهت خم شدن دیگر انگشتان جهت میدان را نشان می‌دهد. در این شکل اگر جهت جریان به سمت چپ باشد، جهت میدان در بخش بالا درون سو و در بخش پایین برون سو خواهد بود.

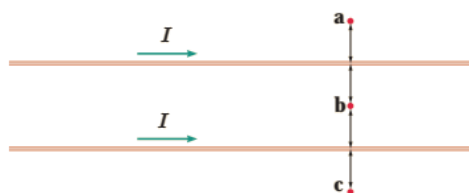
### پرسش ۳-۷



۱- دریافت خود را از شکل‌های الف و ب بیان کنید. در بیان خود، به چگونگی تغییر جهت و اندازه میدان  $\vec{B}$  در اطراف سیم حامل جریان اشاره کنید.



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

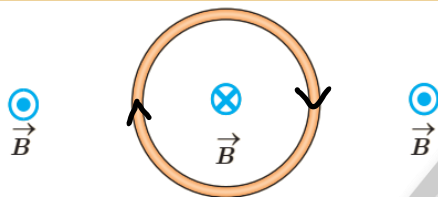


۳- جهت میدان مغناطیسی برابند (خالص) ناشی از سیم‌های موازی و بلند حامل جریان را در هر یک از نقطه‌های a، b و c پیدا کنید. نقطه b در فاصله مساوی از دو سیم قرار دارد.



- ۱- جهت میدان مغناطیسی یک سیم حامل جریان درونسو به صورت ساعتگرد می باشد.
- ۲- خطوط میدان مغناطیسی سیم مستقیم حامل جریان به صورت دایره های هم مرکز است که با افزایش شعاع دایره ها، بزرگی میدان مغناطیسی کاهش می یابد.
- ۳- فاصله خطوط میدان مغناطیسی در نزدیکی سیم کمتر و در فواصل دورتر بیشتر می شود.

### پرسش ۳-۸



شکل روبه‌رو، یک حلقه حامل جریان را نشان می‌دهد که جهت خط‌های میدان مغناطیسی درون و بیرون آن نشان داده شده است. جهت جریان را در این حلقه تعیین کنید.

جهت میدان مغناطیسی حلقه حامل جریان به کمک قاعده دست راست تعیین می‌شود. با توجه به جهت میدان مغناطیسی در نقاط نمایش داده شده، جهت جریان حلقه باید به صورت ساعتگرد باشد.

### تمرین ۳-۳

سیم‌لوله‌ای آرمانی به طول  $40\text{ cm}$  چنان طراحی شده است که جریان بیشینه‌ای به شدت  $1/2\text{ A}$  می‌تواند از آن بگذرد. با عبور این جریان از سیم‌لوله، اندازه میدان مغناطیسی درون آن و دور از لبه‌ها  $270\text{ G}$  می‌شود. تعداد دورهای سیم‌لوله چقدر باید باشد؟

$$l = 40\text{ cm} = 0.4\text{ m}$$

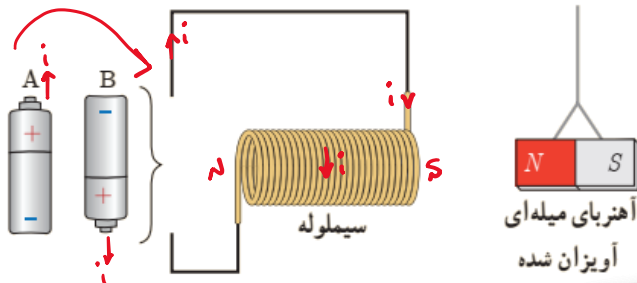
$$I = 1.2\text{ A}$$

$$\pi = 3$$

$$B = 270\text{ G} \times \frac{10^{-4}\text{ T}}{1\text{ G}} = 2.7 \times 10^{-2}\text{ T}$$

$$B = \frac{\mu \cdot NI}{l} \rightarrow N = \frac{Bl}{\mu \cdot I} = \frac{2.7 \times 10^{-2} \times 0.4}{4 \times 3 \times 10^{-7} \times 1.2} = 0.075 \times 10^5 = 7500$$

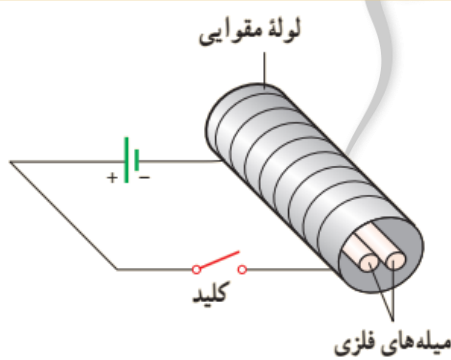
### پرسش ۳-۹



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

برای اینکه آهنربا به سمت سیملوله جذب شود، بایستی جهت جریان در سیملوله طوری باشد که قطب S آن در سمت نزدیک آهنربا قرار داشته باشد. این در صورتی رخ می‌دهد که جهت جریان سیملوله بالا به پایین باشد و باتری A این جریان را می‌تواند ایجاد کند.

### پرسش ۳-۱۰



دو میله فلزی بلند مطابق شکل روبه‌رو درون سیملوله‌ای که دور یک لوله مقوایی 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.

الف) عبور جریان از پیچه سبب تولید میدان مغناطیسی در فضای بین سیملوله می‌شود. از آنجا که میله‌ها نیز درون این میدان مغناطیسی قرار دارند خاصیت مغناطیسی پیدا می‌کنند و از هم دور می‌شوند.

ب) از آنجا که با باز کردن کلید و قطع جریان، میله‌ها به حالت اولیه خود باز می‌گردند، لذا از نوع فرومغناطیس نرم هستند.

### تمرین ۳-۴

الف) حلقه‌ای به مساحت  $25\text{cm}^2$  درون میدان مغناطیسی یکنواخت درون سویی به اندازه  $3\text{T}$  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  $10\text{cm}^2$  برسانیم، شار مغناطیسی عبوری از حلقه را در این وضعیت به دست آورید.

پ) اگر این تغییر شار در بازه زمانی  $\Delta t = 0.2\text{s}$  رخ داده باشد، آهنگ تغییر شار  $(\Delta\Phi/\Delta t)$  را پیدا کنید.



الف) زاویه بین میدان مغناطیسی و نیم خط عمود بر حلقه برابر صفر است:

$$\phi_1 = A_1 B_1 \cos \theta_1 = 25 \times 10^{-4} \times 3 \times 10^{-2} \cos(0) = 7.5 \times 10^{-5} \text{wb}$$

(ب)

$$\phi_2 = A_2 B_2 \cos \theta_2 = 10 \times 10^{-4} \times 3 \times 10^{-2} \times 1 = 3 \times 10^{-5} \text{wb}$$

(پ)

$$\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = \frac{\phi_2 - \phi_1}{\Delta t} = \frac{3 \times 10^{-5} - 7.5 \times 10^{-5}}{0.2} = \frac{(3 - 7.5) \times 10^{-5}}{0.2} = -22.5 \times 10^{-5} \text{wb/s}$$

### پرسش ۳-۱۱

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

$\Omega$  ☐

A ☐

V ☐

V/A ☐

$$\frac{\text{wb}}{\text{s}} = \frac{\text{m}^2 \cdot \text{T}}{\text{s}} = \frac{\text{m}^2 \cdot \text{N}}{\text{s} \cdot \text{C} \cdot \text{m/s}} = \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{C}} = \frac{\text{J}}{\text{C}} = \text{V}$$

$$V = \frac{U}{q} \cdot \frac{J}{s}$$

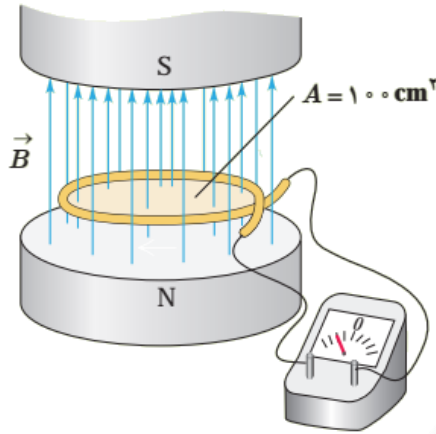
$$\phi = AB \cdot m^{\circ} \cdot T$$

با توجه به روابط مربوط به شار و میدان مغناطیسی، یکاهای ویر و تسلا را

$$B = \frac{F}{qv} \cdot \frac{N}{\text{C} \cdot \text{m/s}}$$

ساده سازی می کنیم.

### تمرین ۳-۵



۱- میدان مغناطیسی بین قطب‌های آهنربای الکتریکی شکل روبه‌رو که بر سطح حلقه عمود است با زمان تغییر می‌کند و در مدت  $0.45\text{ s}$  از  $0.28\text{ T}$ ، رو به بالا، به  $0.17\text{ T}$ ، رو به پایین می‌رسد. در این مدت، الف) نیروی محرکه القایی متوسط در حلقه را به دست آورید. ب) اگر مقاومت حلقه  $10\ \Omega$  باشد، جریان القایی متوسط در حلقه را پیدا کنید.

۲- مساحت هر حلقه پیچ‌های  $3\text{ cm}^2$  و پیچ متشکل از  $1000$  حلقه است. در ابتدا سطح حلقه‌ها بر میدان مغناطیسی زمین عمود است. اگر در مدت  $0.2\text{ s}$  پیچ بچرخد و سطح حلقه‌ها موازی میدان مغناطیسی زمین شود، نیروی محرکه القایی متوسط در آن چقدر است؟ اندازه میدان زمین را  $50\text{ G}$  در نظر بگیرید.

$$\phi_1 = AB_1 \cos 0 = 100 \times 10^{-4} \times 0.28 = 28 \times 10^{-4} \text{ wb}$$

(الف)

$$\phi_2 = AB_2 \cos 180 = -100 \times 10^{-4} \times 0.17 = -17 \times 10^{-4} \text{ wb}$$

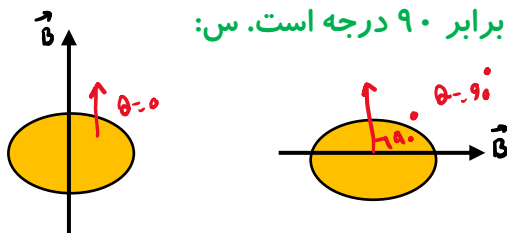
$$\Delta\phi = \phi_2 - \phi_1 = -17 \times 10^{-4} - 28 \times 10^{-4} = -45 \times 10^{-4} \text{ wb}$$

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = \frac{-45 \times 10^{-4}}{0.45} = +0.01 \text{ V}$$

(ب)

$$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{0.01}{10} = 10^{-3} \text{ A} = 1 \text{ mA}$$

۲- در ابتدا که سطح حلقه‌ها بر میدان مغناطیسی عمود است، زاویه بین میدان و خط عمود بر سطح حلقه برابر صفر است. اما در حالتی که سطح حلقه موازی میدان مغناطیسی است، زاویه برابر  $90^\circ$  درجه است. س:



$$\varepsilon = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} = -N \frac{AB}{\Delta t} (\cos \theta_2 - \cos \theta_1) = -1000 \times \frac{30 \times 10^{-4} \times 0.5 \times 10^{-4}}{0.2} (\cos 90 - \cos 0) = 7.5 \times 10^{-3} \text{ V}$$

### پرسش ۳-۱۲



تندی سنج دو چرخه 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 روبه رو). 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 دو چرخه چگونه کار می کند؟ این موضوع را در گروه خود به گفت و گو بگذارید و نتیجه را به کلاس درس ارائه دهید.

با حرکت کردن دو چرخه و چرخیدن چرخ آن، آهنربا از مقابل پیچه عبور می کند و این باعث تغییر شار مغناطیسی پیچه و القای جریان می شود. مقدار جریان القا شده توسط رایانه خوانده می شود و به کمک آن تعداد دفعات چرخش چرخ در بازه زمانی مشخص تعیین می شود.

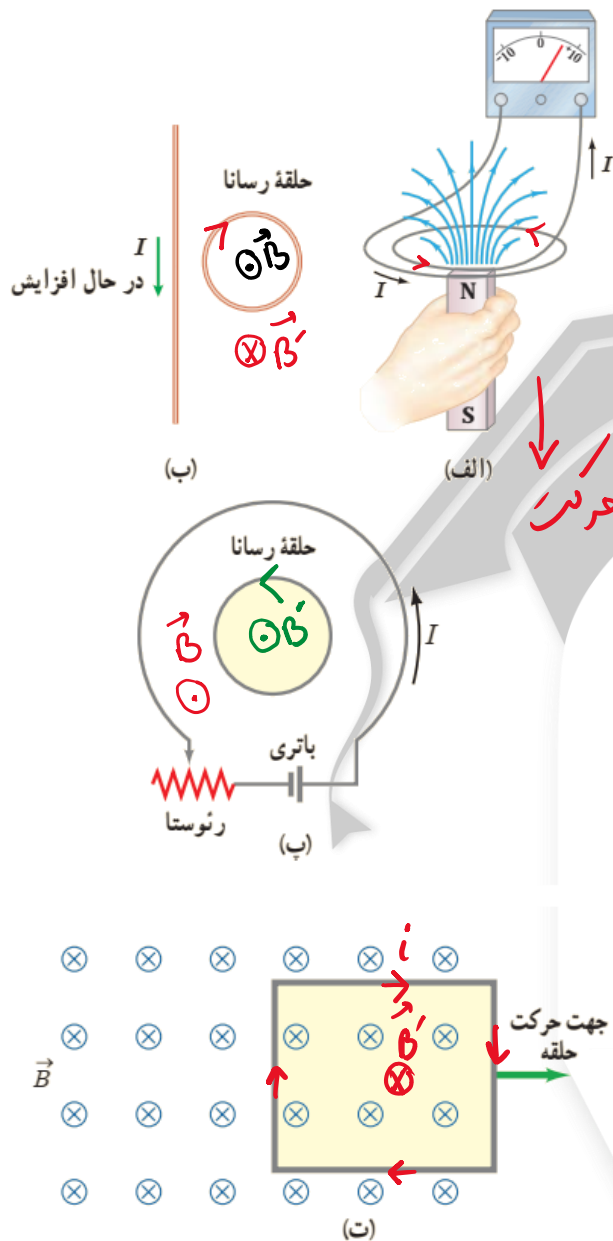
$$V = \frac{2\pi r}{\Delta t} \times n$$

در این رابطه  $r$  شعاع چرخ جلو و  $n$  تعداد دفعات عبور آهنربا از جلوی پیچه است.

فرض کنید شعاع چرخ ۳۰ سانتی متر باشد و در مدت ۲ دقیقه ۲۰۰ بار جریان القا شود.

$$V = \frac{2\pi \times 0.3}{120} \times 200 \cong 3 \text{ m/s}$$

### پرسش ۳-۱۳



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

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

۳- اگر در مدار شکل پ مقاومت رثوستا افزایش یابد، جریان القایی در حلقه رسانای داخلی در چه جهتی ایجاد می شود؟

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

- ۱- آهنربا به سمت ایین حرکت کرده است. در واقع با حرکت آهنربا به سمت پایین، میدان مغناطیسی گذرنده از حلقه کاهش می یابد و مطابق قانون لنز، باید جریانی پاد ساعتگرد در آن ایجاد شود تا با کاهش این میدان مخالفت کند.
- ۲- مطابق قاعده دست راست اگر جهت انگشت شست را در جهت جریان بگیریم، جهت خم شدن انگشتان جهت میدان را نشان می دهد. در سمتی که حلقه وجود دارد، جهت میدان حاصل از سیم برونسو و در حال افزایش است. پس

مطابق قانون لنز جریانی در حلقه القا می شود که با این افزایش جریان مخالفت کند (باعث کاهش آن شود). جریانی که این خاصیت را داشته باشد به صورت ساعتگرد است و میدانی درونسو ایجاد می کند که مخالف میدان سیم است.

۳- افزایش مقاومت رئوستا به معنای کاهش جریان مدار است. کاهش جریان در مدار نیز باعث کاهش میدان مغناطیسی و در نتیجه شار مغناطیسی حاصل از آن که به صورت برونسو است، می شود. لذا مطابق قانون لنز برای اینکه با این کاهش میدان در محل حلقه جلوگیری شود باید جهت جریان به صورت پادساعتگرد باشد.

۴- با حرکت حلقه به سمت راست تعداد خطوط میدان گذرنده و در نتیجه شار عبوری کاهش می یابد. حال مطابق قانون لنز جریانی به صورت ساعتگرد باید در حلقه ایجاد شود تا با این کاهش میدان مخالفت شود.

### تمرین ۳-۶

معادله جریان - زمان یک مولد جریان متناوب برحسب یکاهای SI به صورت  $I = (4/0 \times 10^{-3}) \sin 250\pi t$  است.

الف) جریان در دو لحظه  $t_1 = 2/0 \text{ ms}$  و  $t_2 = 8/0 \text{ ms}$  چقدر است؟

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

$$I_1 = (4 \times 10^{-3}) \sin 0.5\pi = 4 \times 10^{-3} \text{ A}$$

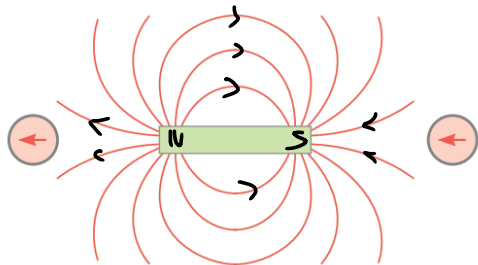
$$I_2 = (4 \times 10^{-3}) \sin 2\pi = 0$$

ب) با مقایسه معادله جریان داده شده با معادله استاندارد جریان، فرکانس زاویه ای و سپس دوره تناوب بدست می آید:

$$I = I_m \sin \omega t \rightarrow \omega = 250\pi \rightarrow \frac{2\pi}{T} = 250\pi \rightarrow T = 0.008 \text{ s}$$



## تمارین پایان فصل



۱ با توجه به جهت گیری عقربه‌های مغناطیسی در شکل زیر، قطب‌های آهنربای میله‌ای و جهت خط‌های میدان مغناطیسی را تعیین کنید.

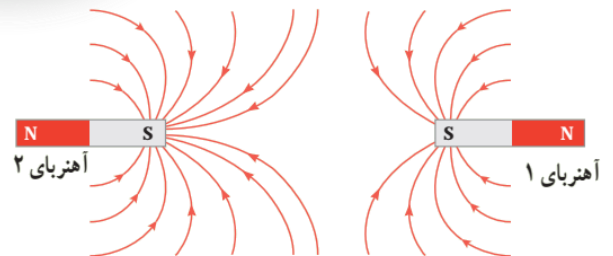
جهت عقربه مغناطیسی در هر نقطه، جهت بردار میدان مغناطیسی را نشان می‌دهد. پس در این شکل جهت میدان از سمت راست به قطب آهنربا وارد و از قطب سمت چپ خارج می‌شود. در داخل آهنربا جهت میدان از قطب S به N است، بنابراین قطب سمت راست S و قطب سمت چپ N است.

الف) منظور سوال این است که از آهنربا بودن آن اطلاع داریم اما نمی‌دانیم قطب N و قطب S کدام است.

روش اول: یک آهنربای دیگر با قطب‌های مشخص را تهیه می‌کنیم و یکی از قطب‌های آن را مثلاً S به یکی از قطب‌های آهنربا نزدیک می‌کنیم. اگر همدیگر را دفع کردند پس قطب مجهول آهنربا S بوده و اگر همدیگر را جذب کردند N می‌باشد. روش دوم: از عقربه مغناطیسی (قطب نما) استفاده کنیم. قطب N عقربه جهت میدان را نمایش می‌دهد و به کمک جهت میدان می‌توانیم قطب‌های آهنربا را تعیین کنیم. (ب) هر چقدر خطوط میدان در ناحیه‌ای فشرده‌تر باشد، میدان قوی‌تر است. مشاهده می‌شود که خطوط میدان در نزدیکی قطب S آهنربای ۲ فشرده‌تر است و بنابراین میدان آن قوی‌تر خواهد بود.

۲ الف) آهنربای میله‌ای با قطب‌های نامشخص در اختیار داریم. دست کم دو روش را برای تعیین قطب‌های این آهنربا بیان کنید.

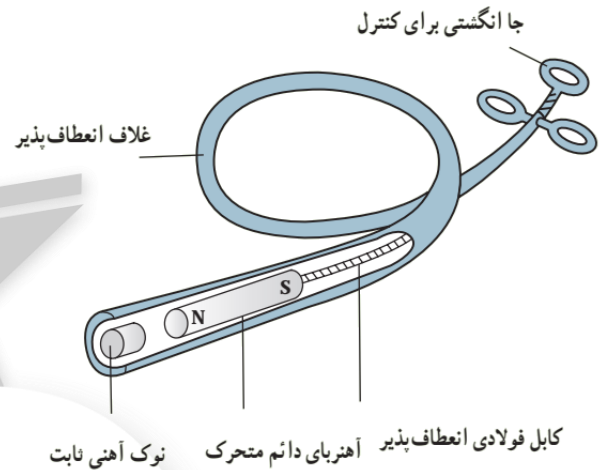
ب) خط‌های میدان مغناطیسی بین دو آهنربا در شکل زیر نشان داده شده است. اندازه میدان مغناطیسی را در نزدیکی قطب‌های آهنرباها با هم مقایسه کنید.





الف) هنگامی که آهنربای دائمی به نوک ثابت آهنی نزدیک می شود چه اتفاقی می افتد؟  
ب) ساختن نوک ثابت آهن چه مزیتی دارد؟  
پ) این وسیله را باید به درون گلوله کودک وارد و به سوی فلز بلعیده شده هدایت کرد؛ چرا غلاف باید انعطاف پذیر باشد؟  
ت) پزشک می خواهد یک گیره آهنی کاغذ و یک واشِر آلومینیومی را از گلوله کودک بیرون بیاورد؛ کدام یک را می توان بیرون آورد؟ چرا؟

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

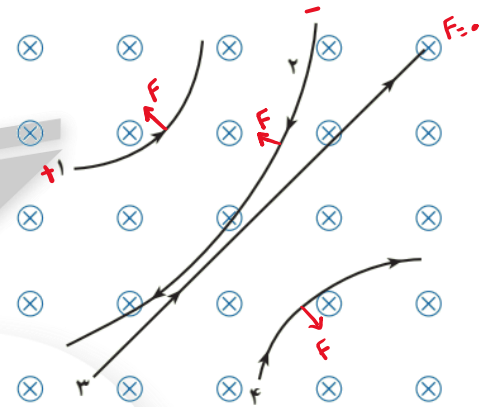


الف) خاصیت مغناطیسی در آهن القا می شود و آهن نیز مانند آهنربا عمل می کند.  
ب) با نزدیک کردن آهنربای دائمی به نوک ثابت آهنی خاصیت مغناطیسی پیدا می کند و با دور کردن آن، خاصیت آهنربایی خود را از دست می دهد.  
پ) با توجه به اینکه سیستم گوارشی کودک دارای انحنا است، لازم است وسایلی که جهت بررسی سیستم گوارشی طراحی می شوند قابلیت انعطاف پذیری داشته باشند.  
ت) گیره آهنی چون از نوع فرومغناطیس است به راحتی جذب آهنربا می شود اما آلومینیوم از نوع پارامغناطیس بوده و با این آهنرباهای کوچک به راحتی خاصیت آهنربایی پیدا نخواهد کرد. لذا فقط گیره آهنی را می توان بیرون آورد.

با توجه به قاعده دست راست جهت نیروی وارد بر هر ذره را تعیین می کنیم. اگر انحراف ذره با جهت نیرو تطابق داشت، بار ذره مثبت بوده اما اگر ذره در خلاف نیرو منحرف شده باشد، بار آن منفی است.

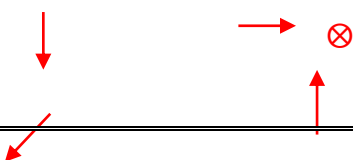
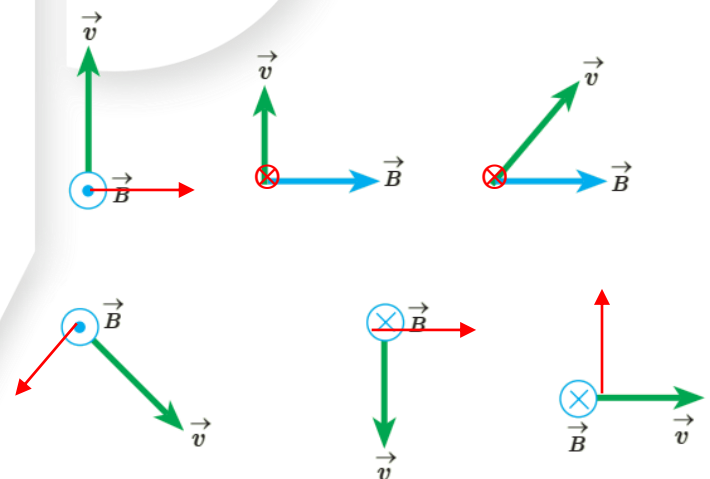
بار ذره ۱ مثبت، ذره ۲ منفی، ذره ۳ خنثی و ذره ۴ منفی است.

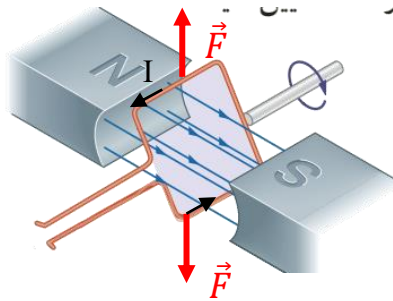
۴ چهار ذره هنگام عبور از میدان مغناطیسی درون سو مسیرهایی مطابق شکل زیر می پیمایند. درباره نوع بار هر ذره چه می توان گفت؟



به کمک قاعده دست راست، چنانچه جهت حرکت انگشتان را از  $\vec{v}$  به  $\vec{B}$  در جهت زاویه کوچک خم کنیم، انگشت شست جهت نیرو را نشان می دهد.

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

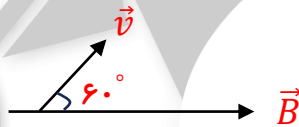




۶ حلقهٔ رسانای مستطیل شکلی که حامل جریان  $I$  است، مطابق شکل درون میدان مغناطیسی یکنواخت می‌چرخد. جهت جریان را در حلقه تعیین کنید.

جهت جریان در حلقه باید به گونه ای باشد که نیروی وارد بر آن از طرف میدان، آن را در جهت نشان داده شده بچرخاند. با توجه به جهت چرخش حلقه، جهت نیروها بایستی مطابق شکل باشد. حال با توجه به قاعده دست راست، جریانی که این نیرو را ایجاد کند در شکل نمایش داده شده است.

$$\begin{aligned} v &= 4.4 \times 10^6 \text{ m/s} \\ B &= 18 \text{ mT} = 18 \times 10^{-3} \text{ T} \\ \theta &= 60^\circ \rightarrow \sin 60 = \frac{\sqrt{3}}{2} \\ q &= 1.6 \times 10^{-19} \text{ C} \\ m_p &= 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg} \end{aligned}$$



۷ پروتونی با تندی  $4.4 \times 10^6 \text{ m/s}$  درون میدان مغناطیسی یکنواختی به اندازه  $18 \text{ mT}$  در حرکت است. جهت حرکت پروتون با جهت  $\vec{B}$ ، زاویه  $60^\circ$  می‌سازد. الف) اندازهٔ 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  $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$  و جرم آن را  $1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$  در نظر بگیرید).

$$F = qvB \sin \theta = 1.6 \times 10^{-19} \times 4.4 \times 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 18 \times 10^{-3} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 1.09 \times 10^{-14} \text{ N}$$

(الف)

$$F = ma \rightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{1.09 \times 10^{-14}}{1.67 \times 10^{-27}} \cong 6.6 \times 10^{12} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

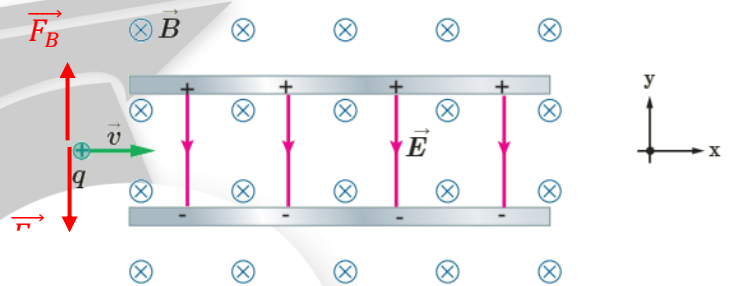
(ب)

$$v = 2.4 \times 10^5 \text{ m/s}$$

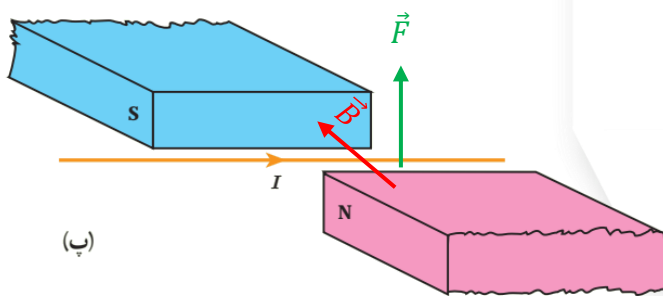
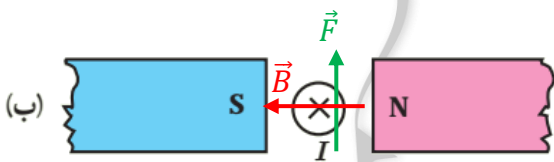
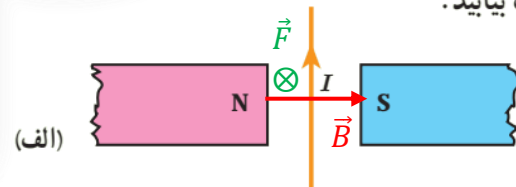
از آنجا که ذره دارای بار مثبت است، نیروی الکتریکی در راستای میدان به آن وارد می شود. از طرف میدان مغناطیسی نیز نیرویی مطابق قاعده دست راست به طرف بالا وارد خواهد شد. حال اگر ذره بخواهد بدون انحراف به حرکت ادامه دهد، باید مجموع نیروها برابر صفر باشد. به عبارتی نیروی الکتریکی برابر با نیروی مغناطیسی باشد. یعنی:

$$F_E = F_B \rightarrow qE = qvB \rightarrow v = \frac{E}{B} = \frac{450}{0.18} = 2500 \text{ m/s}$$

۸ ذره باردار مثبتی با جرم ناچیز و با سرعت  $\vec{v}$  در امتداد محور x وارد فضایی می شود که میدان های یکنواخت  $\vec{B}$  و  $\vec{E}$  وجود دارد (شکل زیر). اندازه این میدان ها برابر  $E = 450 \text{ N/C}$  و  $B = 0.18 \text{ T}$  است. تندی ذره چقدر باشد تا در همان امتداد محور x به حرکت خود ادامه دهد؟

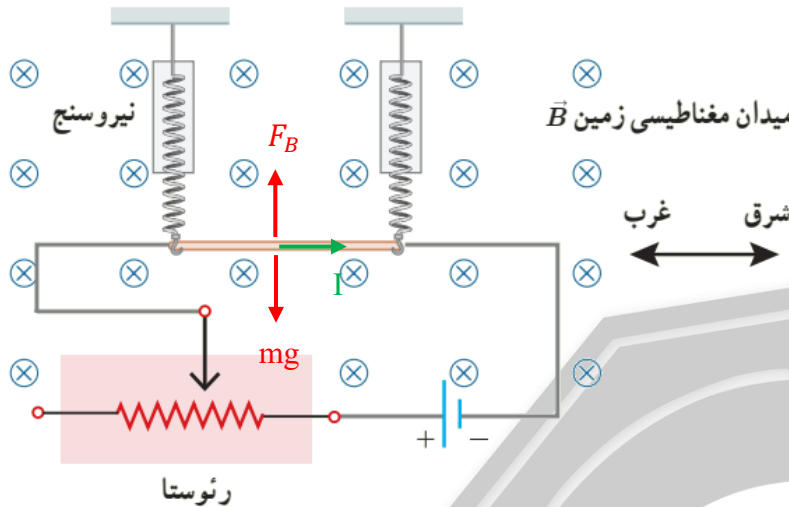


۹ جهت نیروی الکترومغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان را در هر یک از شکل های الف، ب و پ با استفاده از قاعده دست راست بیابید.



ابتدا جهت میدان مغناطیسی را در فضای بین قطب ها تعیین می کنیم: در فضای بیرون آهنربا، جهت میدان همواره از قطب N به قطب S است. سپس به کمک قاعده دست راست جهت نیرو را تعیین می شود.

با بستن کلید، میله رسانا در مدار قرار می گیرد و جریانی از سمت پایانه مثبت باتری مطابق شکل از آن می گذرد.



۱۰ یک سیم حامل جریان ۱/۶ آمپر مطابق شکل زیر با دو نیروسنج فنری که به دو انتهای آن بسته شده‌اند، به طور افقی و میدان مغناطیسی زمین  $\vec{B}$  در راستای غرب - شرق قرار دارد. میدان مغناطیسی زمین را یکنواخت، به طرف شمال و اندازه  $0.5 \text{ mT}$  بگیرید. (الف) اندازه نیروی مغناطیسی وارد بر هر متر این سیم را پیدا کنید. (ب) اگر بخواهیم نیروسنج‌ها 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 ( $g = 9.8 \text{ N/kg}$ ).

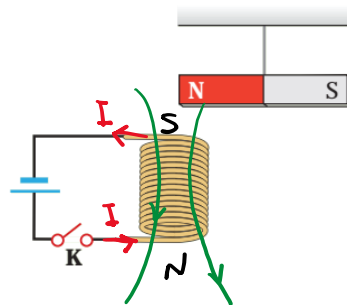
(الف)

$$F = IlB = 1.6 \times 1 \times 0.5 \times 10^{-3} = 0.8 \times 10^{-3} \text{ N}$$

(ب) برای آن که نیروی خالصی به سیم وارد نشود، باید جهت جریان به نحوی باشد که نیروی مغناطیسی بر نیروی وزن غلبه کند. از آنجا که جهت نیروی وزن به سمت پایین است، لذا جهت نیروی مغناطیسی باید به سمت بالا باشد و از نظر بزرگی نیز برابر باشند ( $F=mg$ ). مطابق قاعده دست راست، اگر جهت جریان به سمت شرق باشد جهت نیرو به سمت بالا خواهد بود.

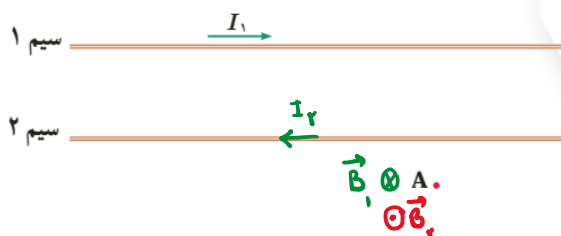
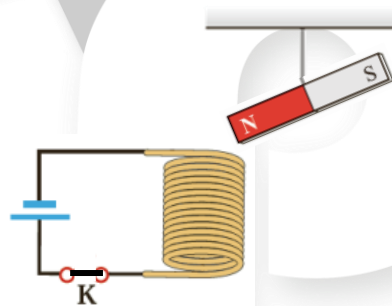
$$F = IlB \rightarrow I = \frac{F}{lB} = \frac{mg}{lB} = \frac{8 \times 10^{-3} \times 9.8}{1 \times 0.5 \times 10^{-3}} = 156.8 \text{ A}$$

این مقدار جریان بسیار بزرگ است و عملاً تولید آن امکانپذیر نیست. پس در عمل نیروسنج‌ها نمی‌توانند عدد صفر را نمایش دهند.



۱۱ یک آهنربای میله‌ای مطابق شکل زیر، بالای سیملوله‌ای آویزان شده است. توضیح دهید با بستن کلید K چه تغییری در وضعیت آهنربا رخ می‌دهد.

با بستن کلید جریانی در جهت نشان داده شده از سیملوله می‌گذرد و بنابراین میدان مغناطیسی در اطراف خود ایجاد می‌کند. به کمک قاعده دست راست جهت میدان مطابق شکل تعیین می‌شود. در نتیجه سیملوله مشابه یک آهنربا عمل می‌کند که قطب S آن در نزدیکی قطب N آهنربای آویزان قرار می‌گیرد و بنابراین آهنربا جذب سیملوله می‌شود (شکل زیر).



۱۲ شکل زیر، دو سیم موازی و بلند حامل جریان را نشان می‌دهد. اگر میدان مغناطیسی برآیند حاصل از این سیم‌ها در نقطه A صفر باشد، جهت جریان آن را در سیم ۲ پیدا کنید.

سیم ۱ میدانی درنسو در نقطه A ایجاد می‌کند. اگر میدان برآیند بخواهد در این نقطه صفر باشد، باید میدان حاصل از سیم ۲ در آنجا در جهت مخالف یعنی برونسو باشد. بنابراین مطابق قاعده دست راست، اگر جهت جریان در سیم ۲ از راست به چپ باشد میدانی برونسو در نقطه A ایجاد می‌کند.

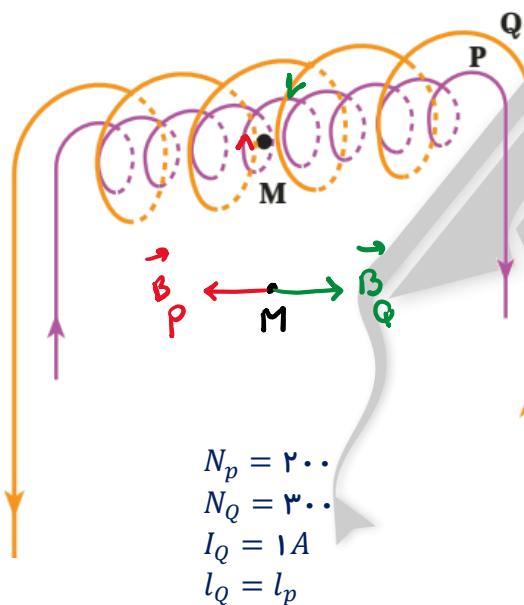
$$N = 250$$

$$l = 0.14 \text{ m}$$

$$I = 0.8 \text{ A}$$

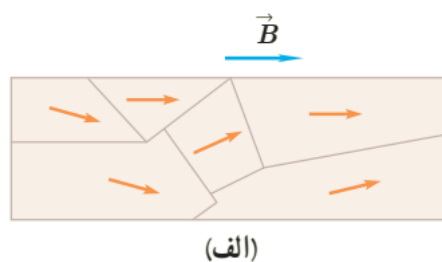
$$B = \frac{\mu_0 N I}{l} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 250 \times 0.8}{0.14} = 1.8 \text{ mT}$$

۱۳ سیملوله‌ای شامل ۲۵۰ حلقه است که دور یک لوله پلاستیکی توخالی به طول ۰/۱۴ متر پیچیده شده است. اگر جریان گذرنده از سیملوله ۰/۸A باشد، اندازه میدان مغناطیسی درون سیملوله را حساب کنید.

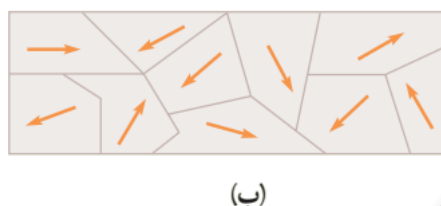


۱۴ در شکل زیر دو سیملوله P و Q هم محورند و طول برابر دارند. تعداد دور سیملوله P برابر ۲۰۰ و تعداد دور سیملوله Q برابر ۳۰۰ است. اگر جریان ۱A از سیملوله Q عبور کند، از سیملوله P چه جریانی باید عبور کند تا برآیند میدان مغناطیسی ناشی از دو سیملوله در نقطه M (روی محور دو سیملوله) صفر شود؟

$$B_1 = B_2 \rightarrow \frac{\mu_0 N_Q I_Q}{l_Q} = \frac{\mu_0 N_P I_P}{l_P} \rightarrow N_Q I_Q = N_P I_P \rightarrow I_P = \frac{N_Q I_Q}{N_P} = \frac{300 \times 1}{200} = 1.5 \text{ A}$$



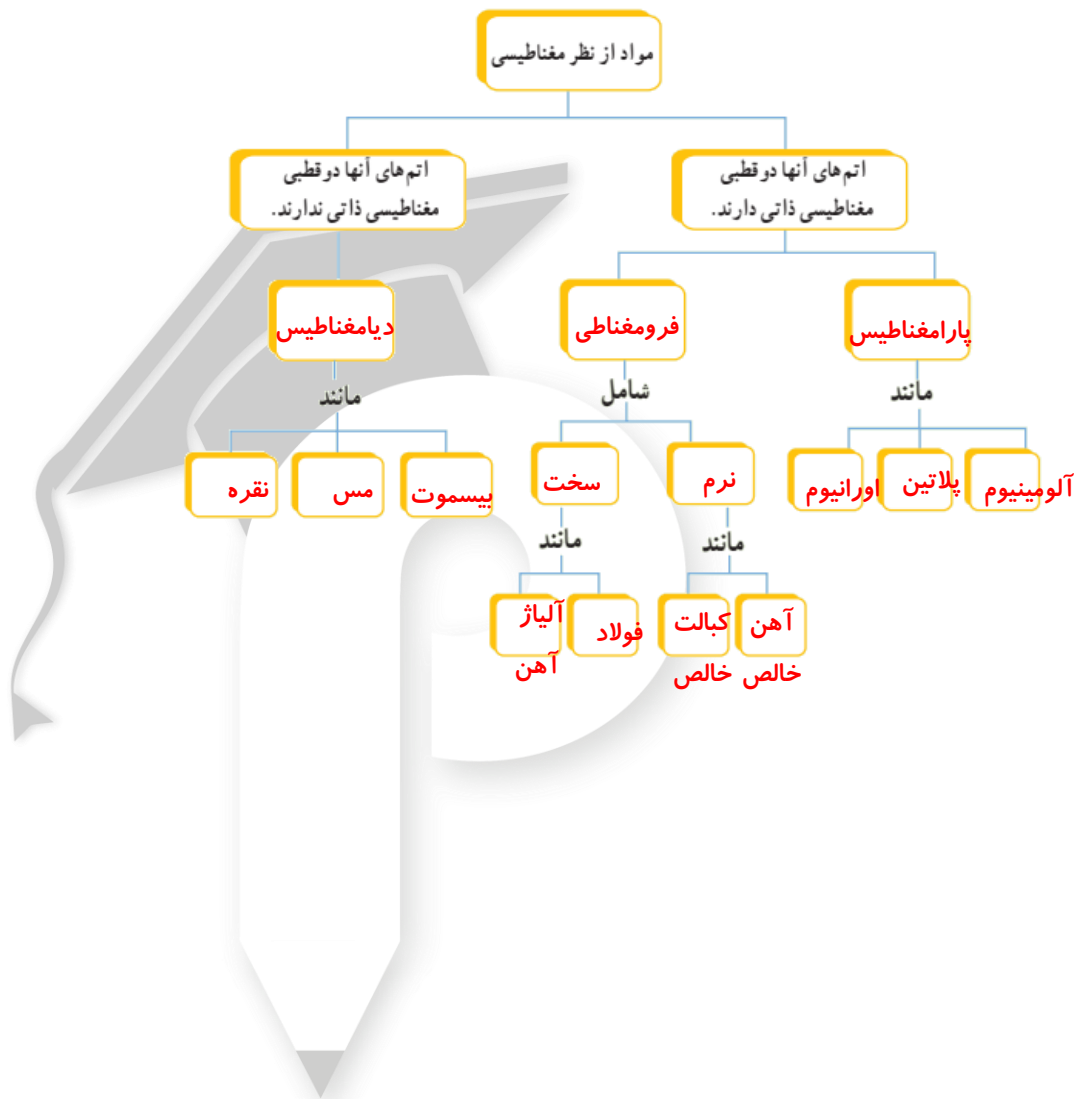
۱۵ شکل الف حوزه‌های مغناطیسی ماده فرومغناطیسی را درون میدان خارجی  $\vec{B}$  نشان می‌دهد. شکل ب همان ماده را پس از حذف میدان  $\vec{B}$  نشان می‌دهد. نوع ماده فرومغناطیسی را با ذکر دلیل تعیین کنید.

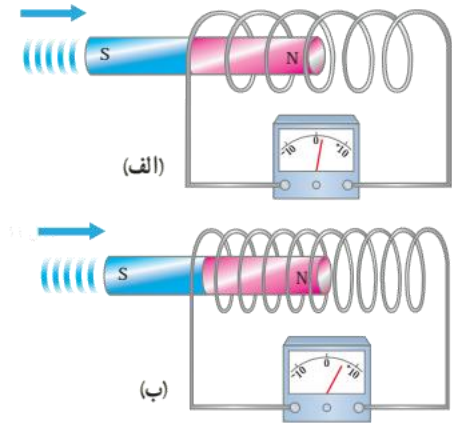


مواد فرومغناطیس شامل دو نوع نرم و سخت هستند. در فرومغناطیس نرم پس از حذف میدان خارجی، جهت گیری دوقطبی‌ها در هر حوزه تغییر می‌کند و خاصیت آهنربایی خود را از دست می‌دهند. مطابق شکل مشاهده می‌شود که با حذف میدان چنین اتفاقی افتاده پس نوع ماده فرومغناطیس نرم است.



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

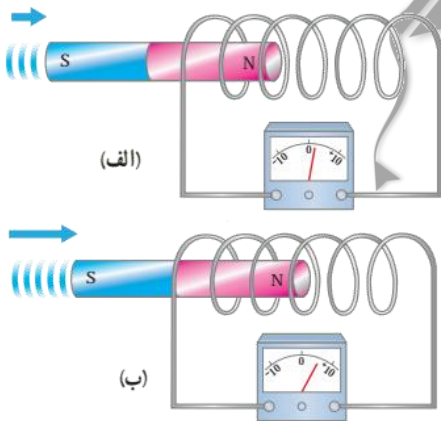




۱۷ دو سیملوله با حلقه‌های با مساحت یکسان ولی با تعداد دور متفاوت را مطابق شکل‌های زیر به ولت‌سنج حساسی وصل کرده‌ایم. دریافت خود را از این شکل‌ها بنویسید. (آهنرباها مشابه‌اند و با تندی یکسانی به طرف سیملوله‌ها حرکت می‌کنند.)

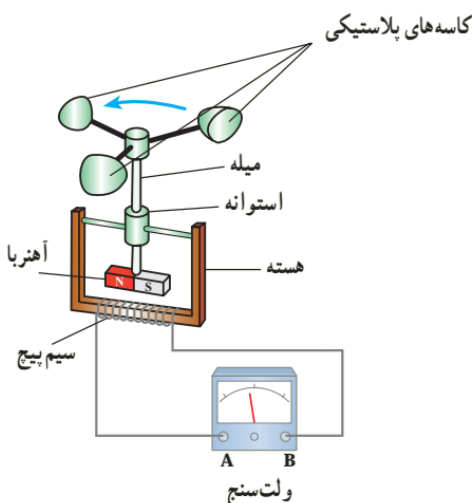
مطابق رابطه زیر، هر چه تعداد دورهای سیملوله بیشتر باشد، در شرایط یکسان نیروی محرکه بیشتری القا می‌شود. لذا در شکل (ب) نیروی محرکه القایی بیشتر است و عقربه ولت‌سنج بیشتر منحرف شده است.

$$\varepsilon = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$$



۱۸ دو سیملوله مشابه را مطابق شکل‌های زیر به ولت‌سنج حساسی وصل کرده‌ایم. دریافت خود را از شکل‌های زیر بنویسید. (آهنرباها مشابه‌اند ولی با تندی متفاوتی به طرف سیملوله حرکت می‌کنند.)

از آنجا که در شکل (ب) تندی آهنربا بیشتر است، لذا آهنگ تغییرات شار مغناطیسی نیز بیشتر بوده و در نتیجه نیروی محرکه القایی نیز بیشتر خواهد بود.



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

(الف) چرا چرخش میله سبب انحراف عقربه ولت‌سنج می‌شود؟  
(ب) آیا با افزایش تندی باد، عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد تغییر می‌کند؟ چرا؟

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

**الف)** به دلیل اینکه با چرخش میله بادسنج، آهنربای متصل به انتهای آن نیز می چرخد و در این حالت شار مغناطیسی سیم پیچ تغییر می کند. در این حالت نیروی محرکه ای در سیم پیچ القا می شود.

**ب)** افزایش تندی باد منجر به افزایش تندی چرخش آهنربا و در نتیجه افزایش آهنگ تغییرات شار مغناطیسی می شود. طبیعتاً در این حالت نیروی محرکه القایی نیز بیشتر می شود.

**پ)** افزایش تعداد دورهای سیم پیچ، روغن کاری قسمت های چرخشی باد سنج و استفاده از ولت سنج های حساس و دقیق

$$N = 1000, B = 0.04T, \Delta t = 0.01s$$

$$A = 50cm^2, \theta_1 = 0^\circ, \theta_2 = 180^\circ$$

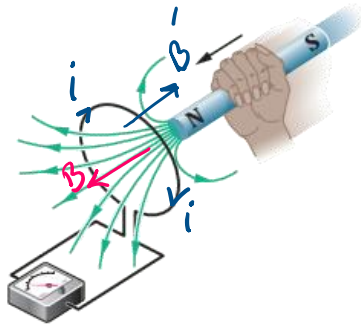


**۲۰** سطح حلقه های پیچیده ای که دارای ۱۰۰۰ حلقه است، عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی که اندازه آن  $0.04T$  و جهت آن از راست به چپ است، قرار دارد. میدان مغناطیسی در مدت  $0.01s$  تغییر می کند و به  $0.04T$  در خلاف جهت اولیه می رسد. اگر سطح هر حلقه پیچیده  $50cm^2$  باشد، اندازه نیروی محرکه القایی متوسط در پیچ را حساب کنید.

در این مسئله عاملی که باعث ایجاد نیروی محرکه القایی می شود، تغییر جهت میدان مغناطیسی می باشد.

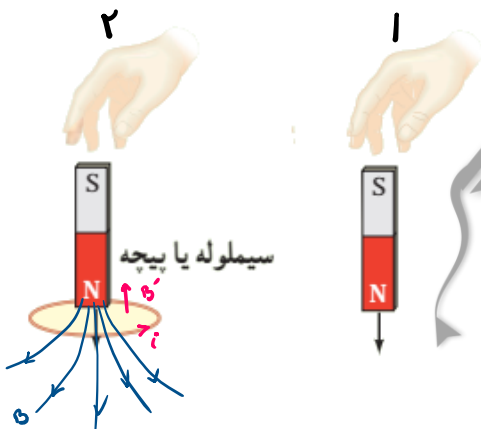
$$\varepsilon = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} = -NAB \frac{\cos 180^\circ - \cos 0^\circ}{\Delta t} = -1000 \times 50 \times 10^{-4} \times 0.04 \times \frac{-2}{10^{-2}} = 40 V$$

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



مطابق قانون لنز، جهت جریان القایی باید به گونه‌ای باشد تا با افزایش شار در حلقه مخالفت کند. لذا جریان در حلقه باید مطابق شکل باشد تا میدانی در خلاف میدان آهنربا ایجاد کند.

۲۲ دو آهنربای میله‌ای مشابه را مطابق شکل، به‌طور قائم از ارتفاع معینی نزدیک سطح زمین رها می‌کنیم به‌طوری‌که یکی از آنها از حلقهٔ رسانایی عبور می‌کند. اگر سطح زمین در محل برخورد آهنرباها نرم باشد، مقدار فرو رفتگی آهنرباها را در زمین با یکدیگر مقایسه کنید. (تأثیر میدان مغناطیسی زمین روی آهنرباها را نادیده بگیرید.)



با گذر آهنربا از حلقه، جریان القایی در حلقه ایجاد می‌شود که مطابق قانون لنز با حرکت آهنربا مخالفت می‌کند. لذا آهنربای شماره ۲ که از حلقه رسانا عبور می‌کند کمتر در زمین فرو می‌رود.

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

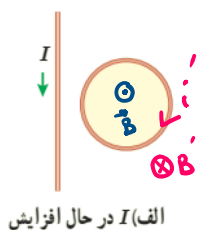
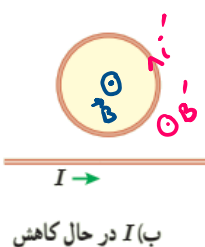
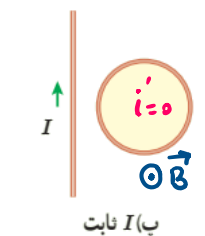
$$\Delta B = 0 \rightarrow \varepsilon = -A \frac{\Delta B}{\Delta t} = 0 \rightarrow i = 0$$

ثابت  $B$

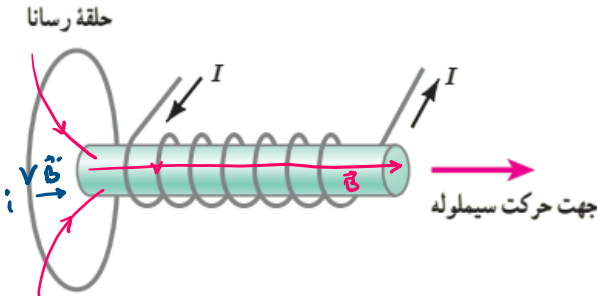
در شکل الف، میدان مغناطیسی سیم در داخل حلقه برونسو و در حال افزایش است. پس باید جریانی القا شود که میدانی درونسو برای مخالفت با افزایش میدان تولید کند. لذا جریان القایی ساعتگرد است.

در شکل ب، میدان مغناطیسی سیم در داخل حلقه برونسو و در حال کاهش است. پس باید جریانی القا شود که میدانی برونسو برای مخالفت با کاهش میدان تولید کند. لذا جریان القایی پاد ساعتگرد است.

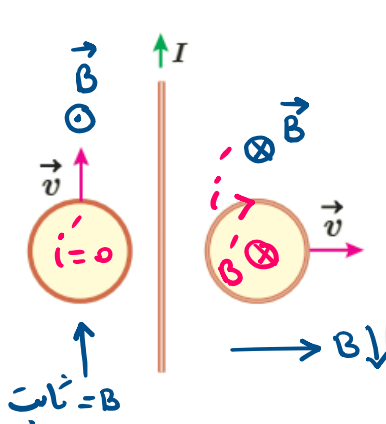
در شکل پ، میدان ثابت است و بنابراین هیچ جریانی نیز در حلقه القا نمی‌شود.



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

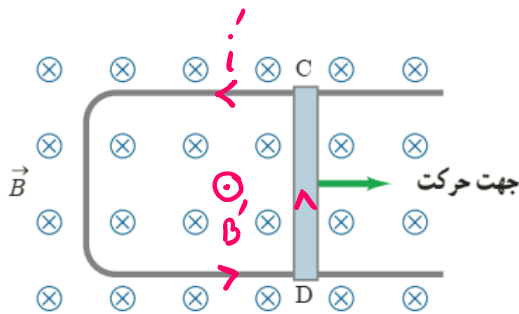


با دور شدن سیملوله میدان مغناطیسی عبوری از حلقه کاهش می‌یابد، یعنی شار مغناطیسی کاهش یافته است. پس مطابق قانون لنز جریان القایی در حلقه باید میدانی ایجاد کند که با این کاهش میدان مخالفت کند. اگر جهت جریان القایی مطابق شکل باشد، جهت میدان حلقه به سمت راست بوده و با کاهش میدان سیملوله مخالفت می‌کند.



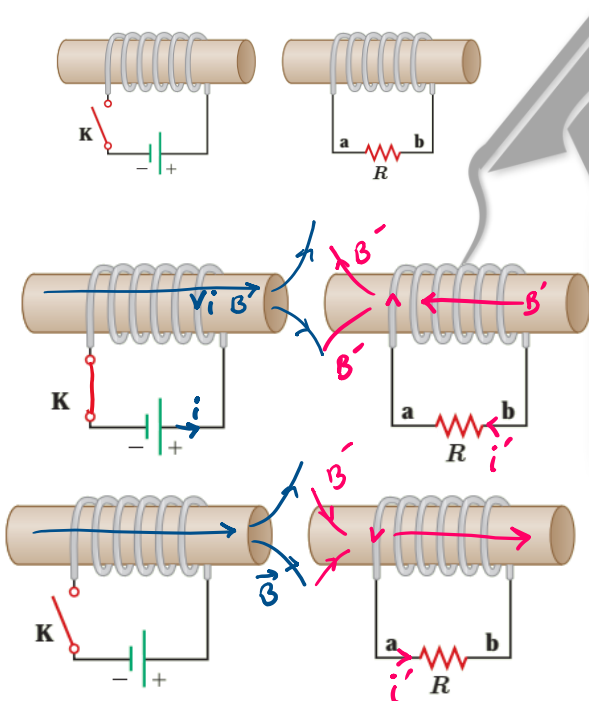
۲۵ دو حلقهٔ رسانا در نزدیکی یک سیم دراز حامل جریان ثابت  $I$  قرار دارند؛ این دو حلقه با تندی یکسان، ولی در جهت‌های متفاوت مطابق شکل روبه‌رو حرکت می‌کنند. جهت جریان القایی را در هر حلقه با ذکر دلیل تعیین کنید.

میدان یک سیم حامل جریان با فاصله از آن نسبت عکس دارد. یعنی هر چه از سیم دور شویم میدان آن کاهش می‌یابد. از طرفی در فواصل یکسان به موازات سیم میدان ثابت است. پس در حلقه سمت چپ با حرکت به موازات سیم، میدان مغناطیسی تغییری نمی‌کند و بنابراین جریانی نیز القا نخواهد شد. اما در حلقه سمت راست با دور شدن حلقه و کاهش میدان سیم، جریان ساعتگردی باید در آن القا شود تا با کاهش میدان مخالفت کند.



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

با حرکت میله به سمت چپ، مساحت مدار بیشتر می شود. در نتیجه شار عبوری از آن بیشتر شده و مطابق قانون لنز باید جریانی در مدار القا شود که با این افزایش شار مخالفت کند. لذا جهت جریان القایی باید پادساعتگرد باشد تا میدانی برونسوا ایجاد نماید.

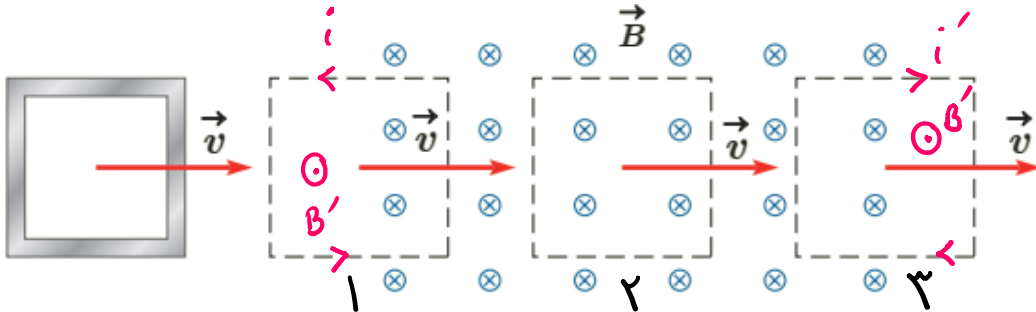


۲۷ در مدار نشان داده شده در شکل زیر، جهت جریان القایی را در مقاومت R در هریک از دو حالت زیر با ذکر دلیل پیدا کنید :  
(الف) در لحظه بستن کلید K، (ب) در لحظه باز کردن کلید K.

(الف) با بستن کلید و ایجاد جریان در سیملوله، میدان مغناطیسی در محل سیملوله سمت راست افزایش می یابد که مطابق قانون لنز باید جریانی مطابق شکل القا شود تا با افزایش آن مخالفت کند.

(ب) با باز کردن کلید و قطع جریان در سیملوله، میدان مغناطیسی در محل سیملوله سمت راست کاهش می یابد که مطابق قانون لنز باید جریانی مطابق شکل القا شود تا با کاهش آن مخالفت کند.

۲۸ حلقهٔ رسانای مربعی شکل، به طول ضلع  $10\text{ cm}$  وارد میدان مغناطیسی درون سویی به اندازه  $20\text{ mT}$  و سپس از آن خارج می شود.

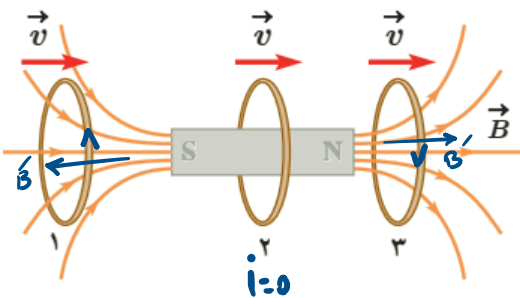


الف) در کدام مرحله شار عبوری از حلقه بیشینه است؟ مقدار شار گذرنده از حلقه در این حالت چقدر است؟  
ب) در کدام وضعیت (ها) شار گذرنده از حلقه تغییر می کند؟ جهت جریان القایی را در حلقه تعیین کنید.

الف) در حالت ۲ که کل مساحت حلقه در میدان مغناطیسی است، شار مغناطیسی بیشینه است.

$$\phi_{max} = AB = 100 \times 10^{-4} \times 20 \times 10^{-3} = 2 \times 10^{-4} \text{ wb}$$

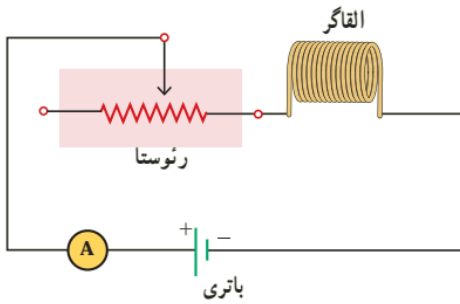
ب) در حالت های ۱ و ۳ شار حلقه در حال تغییر است. در حالت ۱ به دلیل افزایش مساحت تحت تاثیر میدان شار در حال افزایش و در حالت ۳ به دلیل کاهش مساحت تحت تاثیر میدان شار در حال کاهش است.



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

در حالت ۱ به دلیل افزایش میدان و شار عبوری از حلقه جهت جریان القایی باید از دید روبرو به سمت بالا باشد تا افزایش میدان مطابق قانون لنز مخالفت کند. در حالت ۲ بزرگی میدان ثابت است و جریانی القا نخواهد شد. در حالت ۳ نیز عکس حالت ۱ رخ می دهد.





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

مطابق رابطه روبرو که انرژی ذخیره شده در القاگر را نشان می دهد با کاهش مقاومت رئوستا می توان جریان مدار و در نتیجه انرژی را افزایش داد.

$$U = \frac{1}{2} LI^2 = \frac{1}{2} L \frac{\varepsilon^2}{R^2}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2 \times 3.14}{0.02} = 314 \text{ rad/s}$$

$$I = I_m \sin \omega t = 2 \sin 100\pi t$$

۳۱ جریان متناوبی که بیشینه آن  $2 \text{ A}$  و دوره آن  $20 \text{ ms}$  است، از یک رسانای  $5 \text{ اهمی}$  می گذرد.

الف) اولین لحظه ای که در آن جریان بیشینه است چه لحظه ای است؟ در این لحظه نیروی محرکه القایی چقدر است؟  
ب) در لحظه  $t = \frac{1}{4} \text{ s}$ ، جریان چقدر است؟

$$\sin 100\pi t = 1 \rightarrow 100\pi t = \frac{\pi}{2} \rightarrow t = \frac{1}{200} = 0.005 \text{ s}$$

$$\varepsilon_{\max} = RI_{\max} = 5 \times 2 = 10 \text{ V}$$

$$I = 2 \sin 100\pi t = 2 \times \sin \frac{\pi}{4} = \sqrt{2} \text{ A}$$

(الف)

(ب)