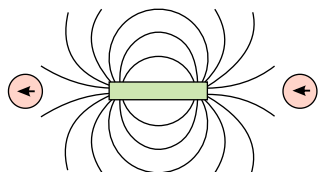
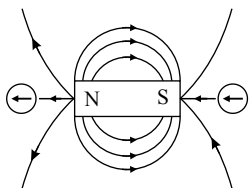


۱. با توجه به جهت گیری عقربه های مغناطیسی در شکل زیر، قطب های آهنربای میله ای و جهت خط های میدان مغناطیسی را تعیین کنید.



می دانیم که عقربه مغناطیسی در جهت خطوط میدان مغناطیسی خارجی قرار می گیرد و فلش آن سمت S آهنربای خارجی را نشان می دهد بنابراین داریم:

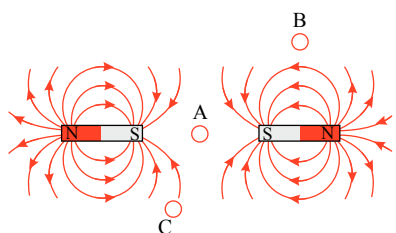


ضمناً جهت خطوط میدان مغناطیسی در خارج از یک آهنربا از قطب N به طرف قطب S است. (و البته در داخل آهنربا این خطوط از S به N بسته می شوند).

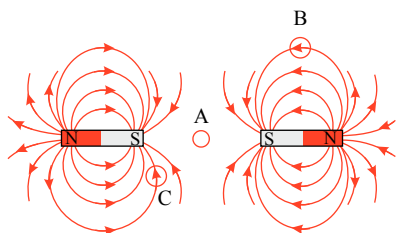
۲. شکل زیر، خط های میدان مغناطیسی را در نزدیکی دو آهنربای میله ای نشان می دهد.

(الف) درباره میدان مغناطیسی در نقطه A چه می توان گفت؟

(ب) با رسم شکل نشان دهید عقربه قطب نما در نقطه های B و C به ترتیب در کدام جهت قرار می گیرد؟

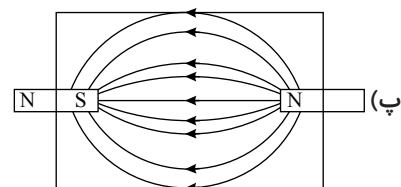


(پ) اگر مانند شکل زیر یکی از آهنرباها را بچرخانیم تا جای قطب های آن عوض شود، خط های میدان مغناطیسی را در ناحیه نقطه چین رسم کنید.



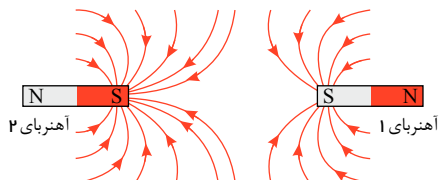
(الف) در نقطه A میدان مغناطیسی صفر است چون درست وسط فاصله دو قطب S قرار گرفته است.

(ب) مطابق شکل جهت عقربه های مغناطیسی در هر نقطه هم جهت با خطوط میدان مغناطیسی عبورکننده از آن نقطه خواهند بود.



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

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



(الف) برای چنین کاری نیاز به وسایل دیگری نیز داریم. مثلاً می توانیم آهنربا را به کمک یک قطعه نخ بیاویزیم در اینصورت می چرخد و قطب N آن رو به شمال جغرافیایی (یا همان قطب S آهنربای درونی کره زمین) قرار می گیرد.

روش دیگر اینست که آهنربای دیگری با قطب های مشخص در اختیار داشته باشیم. سمتی از آهنربای مجهول که جذب قطب N می شود، S است و بالعکس.

(ب) همان طور که در شکل مشاهده می شود خطوط میدان مغناطیسی در اطراف آهنربای (۲) متراکم تر و دارای انحنای کمتری هستند این موضوع نشان می دهد که این آهنربا قوی تر از آهنربای (۱) است.

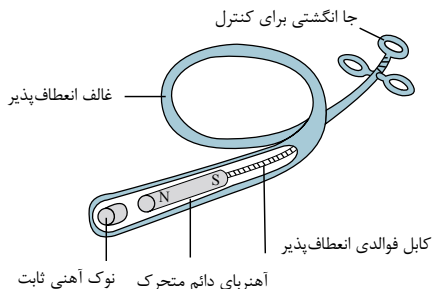
۴. کودکی یک قطعه آهنی را بلعیده است. پزشک می‌خواهد آن را با دستگاه شکل زیر بیرون بیاورد.

(الف) هنگامی که آهنربای دائمی به نوک ثابت آهنی نزدیک می‌شود چه اتفاقی می‌افتد؟

(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 می‌خواهد یک گیره آهنی کاغذ و یک واکس آلوده را از گلوله کودک بیرون بیاورد؛ کدامیک را می‌توان بیرون آورد؟ چرا؟



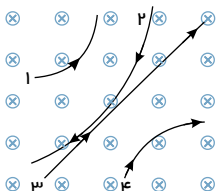
(الف) در چنین حالتی در فلز داخل بدن بیمار پدیده القای مغناطیسی رخ می‌دهد و آن فلز خود تبدیل به یک آهنربای کوچک می‌شود. به این ترتیب جذب نوک ثابت این وسیله می‌شود و به آن می‌چسبد.

(پ) آهنی بودن نوک ثابت باعث می‌شود که با نزدیک کردن آهنربای داخلی وسیله به آن، نوک وسیله آهنربا شود و بتواند شیء خارجی را جذب کند و پس از خارج کردن آن و دور کردن آهنربای داخلی، آهن خاصیت آهنربایی را از دست بدهد تا شیء خارجی از وسیله جدا شود. ضمناً ثابت بودن نوک مانع از صدمات احتمالی ناشی از جلو و عقب بردن آهنربا به داخل بدن بیمار می‌شود.

(ب) تا به سادگی بتواند از انحنای گلو عبور کند.

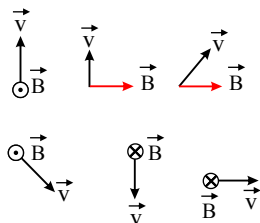
(ت) گیره آهنی جذب آهنربا می‌شود ولی واکس آلوده می‌شود که جنس مواد پارامغناطیسی است جذب این آهنربا نمی‌شود. (باید آهنربای بسیار بسیار قوی داشته باشیم).

۵. چهار ذره هنگام عبور از میدان مغناطیسی درون سو مسیرهایی مطابق شکل زیر می‌پیماید. درباره نوع بار هر ذره چه می‌توان گفت؟

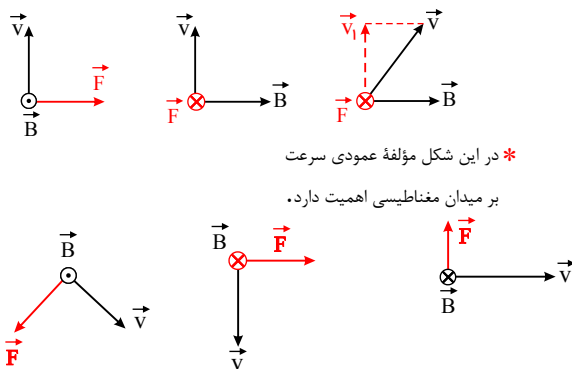


برای پاسخ دادن به چنین سوالاتی از قانون دست راست استفاده می‌شود. بار الکتریکی همیشه به سمتی منحرف می‌شود که نیروی مغناطیسی بر آن وارد شده است. بنابراین کف دست را رو به کاغذ قرار می‌دهیم (طوری که بردار عمودی خارج شده از کف دست به سمت کاغذ یعنی درون سو باشد)، چهار انگشت دست راست را در جهت سرعت بار (در هر نقطه دلخواه از مسیرهای نشان داده شده) قرار داده می‌شود و به این ترتیب انگشت شست دست راست جهت منحرف شدن بار مثبت را نشان می‌دهد. اگر جهت انحراف نشان داده شده در شکل با جهت شست دست راست هم خوانی داشت معلوم می‌شود بار مثبت بوده، اگر خلاف آن بود بار منفی بوده و اگر انحرافی رخ نداده بود بار خنثی است پس، بار (۱) مثبت است چون جهت انحراف با جهت شست منطبق است، بار (۲) منفی است چون خلاف جهت است، سومی خنثی است چون منحرف نشده و بار (۴) هم منفی است چون انحراف بار خلاف جهت انگشت شست است.

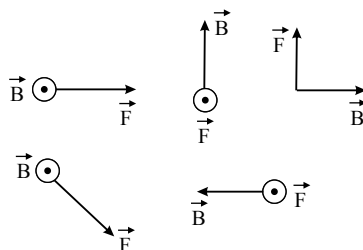
۶. جهت نیروی مغناطیسی وارد بر بار مثبت را در هر یک از حالت‌های نشان داده در شکل زیر تعیین کنید.



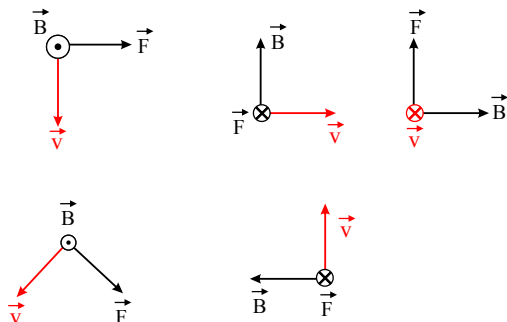
طبق قانون دست راست، چهار انگشت دست راست در جهت حرکت بار مثبت و کف دست را در جهت میدان مغناطیسی قرار می‌دهیم، انگشت شست دست راست جهت نیرو را نشان می‌دهد:



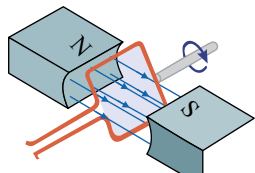
۷. نیروی مغناطیسی $\vec{F}$ وارد بر الکترونی که در میدان مغناطیسی $\vec{B}$ در حرکت است، در شکل زیر، نشان داده شده است. فرض کنید راستای حرکت الکترون بر میدان مغناطیسی عمود است؛ در هر یک از - حالت‌های نشان داده شده جهت سرعت الکترون را تعیین کنید.



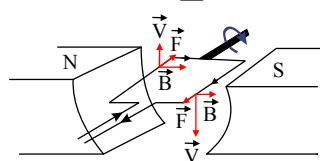
باید توجه کرد که اگر برای بار منفی از قانون دست راست استفاده می‌کنیم باید در نهایت هر چیزی که پیدا می‌کنیم برعکس بیان کنیم بعنوان مثال در این شکل: $\vec{B} \rightarrow \odot \rightarrow \vec{F}$ کف دست را طوری قرار می‌دهیم که کف دست رو به بیرون باشد و شست دست راست به سمت راست قرار گیرد، در اینصورت چهار انگشت بالای کاغذ را نشان می‌دهد که این جهت حرکت بار مثبت است پس باید رو به پایین را برای بار منفی بیان کنیم پس:



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



در چنین حالتی در واقع جهت حرکت بارهای مثبت داخل سیم را باید در جهت بردار $\vec{v}$ در نظر گرفت و جهت نیروی وارد شده بر بارهای مثبت داخل سیم‌ها (که سبب حرکت کردن این بارها درون سیم و ایجاد جریان می‌شود) در واقع همان جهت جریان در حلقه می‌باشد (مطابق شکل)



۹. پروتونی با تندی $4.4 \times 10^6 \text{ m/s}$ درون میدان مغناطیسی یکنواختی به اندازه 18 mT در حرکت است. جهت حرکت پروتون با جهت $\vec{B}$ ، زاویه 60° می‌سازد.

(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 $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ و جرم آن را $1.7 \times 10^{-27} \text{ kg}$ در نظر بگیرید).

(الف) می‌توان نوشت:

$$F = q \cdot v \cdot B \sin \alpha$$

$$F = 1.6 \times 10^{-19} \times 4.4 \times 10^6 \times (18 \times 10^{-3}) \times \sin 60^\circ = 1.0771 \times 10^{-16} \text{ N}$$

(ب)

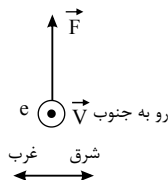
$$F = ma$$

$$\Rightarrow 1.0771 \times 10^{-16} = 1.7 \times 10^{-27} a \Rightarrow a = 63.36 \times 10^{11} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

۱۰. 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 می‌شود، هنگامی بیشینه است که الکترون به سمت جنوب حرکت کند.

(الف) اگر جهت این نیروی بیشینه، رو به 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؟

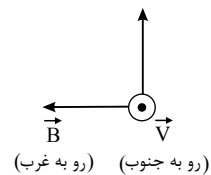


(الف) برای پیدا کردن جهت میدان از کانون دست راست استفاده می‌کنیم:

$$F = q \cdot v \cdot B \sin \alpha$$

$$\Rightarrow 6.8 \times 10^{-14} = 1.6 \times 10^{-19} \times 2.4 \times 10^5 \times B \times 1$$

$$\Rightarrow B = \frac{6.8 \times 10^{-14}}{3.84 \times 10^{-14}} = 1.77 \text{ T}$$

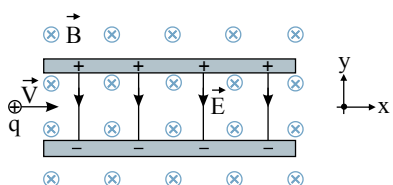


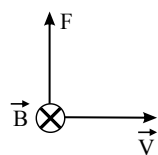
(ب) از رابطه $F = E \cdot q$ می‌توان نوشت:

$$F = E \cdot q \Rightarrow 6.8 \times 10^{-14} = E \times 1.6 \times 10^{-19}$$

$$\Rightarrow E = \frac{6.8 \times 10^{-14}}{1.6 \times 10^{-19}} = 4.25 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

۱۱. ذره باردار مثبتی با جرم ناچیز و با سرعت $\vec{v}$ در امتداد محور x وارد فضایی می‌شود که میدان‌های یکنواخت $\vec{E}$ و $\vec{B}$ وجود دارد (شکل زیر). اندازه این میدان‌ها 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؟



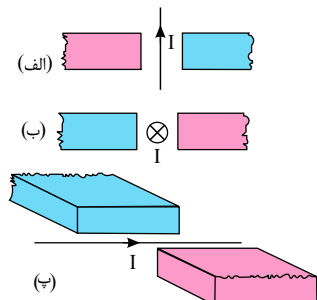


طبق قانون دست راست نیروی مغناطیسی وارد شده بر بار مثبت q به سمت بالا خواهد بود: و به بار مثبت درون میدان الکتریکی یکنواخت، نیرویی در جهت میدان وارد می‌شود که رو به پایین است.

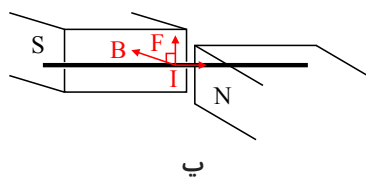
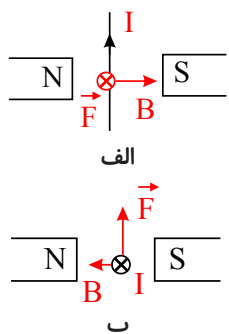
پس در صورتی که اندازه این دو نیرو برابر باشد بار می‌تواند بدون انحراف به مسیر خود ادامه دهد:

$$F_{\text{مغناطیسی}} = F_{\text{الکتریکی}} \Rightarrow E \cdot q = q \cdot v \cdot B \sin \alpha \Rightarrow 450 = v \times 0.18 \times 1 \Rightarrow v = \frac{450}{0.18} = 2500 \frac{m}{s}$$

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

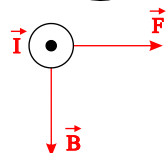
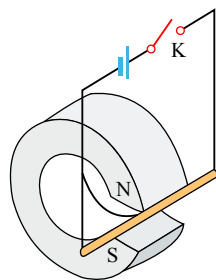


طبق قانون دست راست اگر چهار انگشت دست راست طوری در جهت جریان قرار بگیرد که کف دست در جهت میدان مغناطیسی باشد (یعنی خطوط میدان از کف دست خارج شوند و به عبارتی کف دست به سمت قطب S آهنربا قرار گیرد) انگشت شست جهت نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان را نشان می‌دهد:



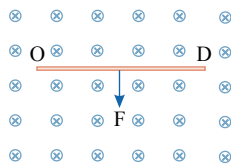
در شکل (پ) باید توجه کرد که شکل فضایی است و سه بردار F ، I و B برهم عمودند.

۱۳. یک میله رسانا به پایانه‌های یک باتری وصل شده و مطابق شکل در فضای بین قطب‌های یک آهنربای C شکل آویزان شده است و می‌تواند آزادانه نوسان کند. با بستن کلید K ، چه اتفاقی برای میله رسانا رخ می‌دهد؟ توضیح دهید.



با بستن کلید K جریان الکتریکی از قطب مثبت باتری در مدار جاری می‌شود و به این ترتیب جهت جریان الکتریکی برون‌سو خواهد بود. و طبق قانون دست راست: به این ترتیب به محض بستن کلید، نیروی F در جهت خارج کردن سیم از آهنربا به سمت راست به آن وارد می‌شود.

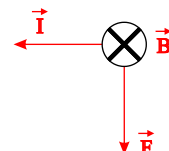
۱۴. سیم رسانای CD به طول $۲m$ مطابق شکل زیر عمود بر میدان مغناطیسی درون سو با اندازه $۰.۵T$ قرار گرفته است؛ اگر اندازه نیروی مغناطیسی وارد بر سیم برابر $۱N$ باشد، جهت و مقدار جریان عبوری از سیم را تعیین کنید.



بر اساس قانون دست راست جهت جریان را تعیین می‌کنیم: (جهت جریان قراردادی، جهت حرکت بارهای مثبت در مدار است).

$$F = BIl \sin \alpha$$

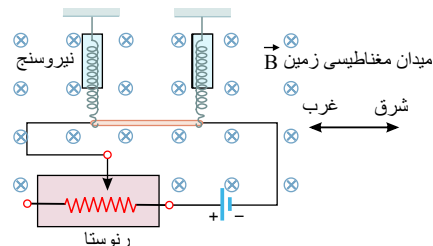
$$\Rightarrow 1 = 0.5 \times I \times 2 \times 1 \Rightarrow I = 1A$$



۱۵. یک سیم حامل جریان $۱.۶A$ امپر مطابق شکل زیر با دو نیروسنج فنری که به دو انتهای آن بسته شده‌اند، به طور افقی و در راستای غرب - شرق قرار دارد. میدان مغناطیسی زمین را یکنواخت، به طرف شمال و اندازه $۰.۵mT$ بگیرید.

الف) اندازه نیروی مغناطیسی وارد بر هر متر این سیم را پیدا کنید.

ب) اگر بخواهیم نیروسنج‌ها عدد صفر را نشان دهند، چه جبهتی باید از سیم عبور کند؟ جرم هر متر از طول این سیم ۸ گرم است. ($g = 9.8N/kg$)



$$F = BIl \sin \alpha$$

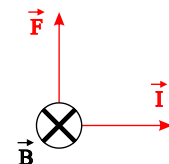
الف) می‌توان نوشت:

$$F = (0.5 \times 10^{-3}) \times 1.6 \times 1 \times 1 = 0.8 \times 10^{-3} = 8 \times 10^{-5} N$$

ب) برای اینکه نیروسنج‌ها عدد صفر را نشان دهند باید نیروی مغناطیسی وارد بر هر متر از سیم رو به بالا و هم اندازه وزن آن باشد:

$$F_{\text{وارد}} = mg$$

$$BIl \sin \alpha = mg$$

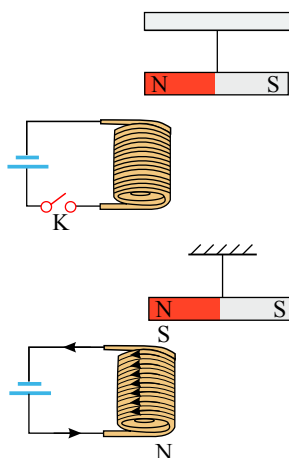


$$0.5 \times 10^{-3} \times I \times 1 \times 1 = (8 \times 10^{-3}) \times 10$$

$$\Rightarrow I = \frac{80}{0.5} = 160A$$

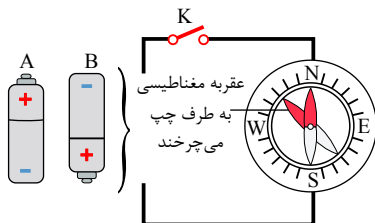
و جریان باید به سمت راست باشد.

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



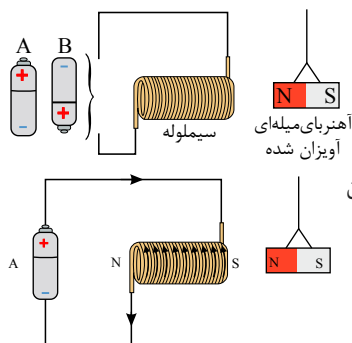
با بستن کلید جریان الکتریکی از سر پایینی باتری در مدار جاری می‌شود و به این ترتیب طبق قانون دست راست، قطب N آهنربای ایجاد شده توسط سیملوله پایین و قطب S آن بالا قرار می‌گیرد؛ به این ترتیب آهنربای آویخته شده جذب سیملوله می‌شود یعنی قطب N آن به پایین منحرف می‌شود.

۱۷. کدام باتری را در مدار شکل زیر 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.



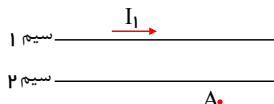
برای آنکه عقربه در جهت خواسته شده (به سمت چپ) بچرخد باید به آن نیرویی به سمت چپ وارد شود یعنی باید میدان مغناطیسی که از محل عقربه مغناطیسی عبور می‌کند به سمت چپ باشد چون عقربه روی سیم قرار دارد باید جریان عبوری از سیم زیر عقربه مغناطیسی روبه پایین باشد تا طبق قانون دست راست جهت میدان مغناطیسی بالای سیم (در محل عقربه) از راست به چپ باشد. پس باتری A باید در مدار قرار گیرد تا با جاری شدن جریان از سر مثبت آن در مدار، جریانی ساعتگرد ایجاد شود.

۱۸. 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.

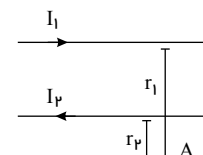


برای جذب شدن آهنربای میله‌ای نشان داده شده در شکل، باید سمت راست سیملوله، پس از عبور جریان تبدیل به قطب S یک آهنربا شود. به این ترتیب طبق قانون دست راست اگر جریان عبوری از حلقه‌های سیملوله روبه بالا باشند سمت راست سیملوله قطب S و سمت چپ آن قطب N خواهد شد و جذب صورت می‌گیرد بنابراین باتری A باید در مدار قرار گیرد.

۱۹. 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 کند.



طبق قانون دست راست، جهت میدان مغناطیسی ناشی از جریان I_1 در نقطه A یعنی B_1 درون سیم می‌باشد بنابراین باید جریان سیم شماره (۲) یعنی I_2 به سمت چپ باشد تا میدان مغناطیسی ناشی از آن یعنی B_2 برون سیم و در خلاف جهت B_1 شود تا امکان خنثی شدن میدان‌ها در نقطه A ایجاد گردد:



$$B_1 = B_2$$

$$\frac{\mu \cdot I_1}{2\pi R_1} = \frac{\mu \cdot I_2}{2\pi R_2}$$

$$\Rightarrow \frac{I_1}{R_1} = \frac{I_2}{R_2} \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{R_1}{R_2}$$

و اگر شرط برابری $\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_1}{R_2}$ محقق شود برآیند میدان‌ها در A صفر خواهد بود.

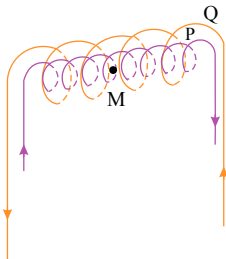
۲۰. سیملوله‌ای شامل ۲۵۰ حلقه است که دور یک لوله پلاستیکی توخالی به طول ۰٫۱۴ متر پیچیده شده است. اگر جریان گذرنده از سیملوله $۰٫۸A$ باشد، اندازه میدان مغناطیسی درون سیملوله را حساب کنید.

باید توجه کرد که N در رابطه $B_{\text{سیملوله}} = \frac{\mu \cdot NI}{\ell}$ تعداد دورهای سیملوله یا تعداد حلقه‌های آن است و ℓ در این رابطه طول همان لوله پلاستیکی است که سیملوله روی آن پیچیده شده است یا به عبارتی طول کل سیملوله:

$$B_{\text{سیملوله}} = \frac{\mu \cdot NI}{\ell}$$

$$B = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 250 \times 0.8}{0.14} = 1.79 \times 10^{-3} T = 1.79 mT$$

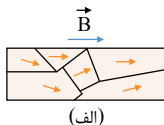
۲۱. در شکل زیر دو سیملوله P و Q هم محورند و طول برابر دارند. تعداد دور سیملوله P برابر ۲۰۰ و تعداد دور سیملوله Q برابر ۳۰۰ است. اگر جریان $1A$ از سیملوله Q عبور کند، از سیملوله P چه جریانی باید عبور کند تا برآیند میدان مغناطیسی ناشی از دو سیملوله در نقطه M (روی محور دو سیملوله) صفر شود؟



بر اساس قانون دست راست و شکل داده شده، میدان مغناطیسی ناشی از سیملوله Q در داخل آن به سمت راست و میدان مغناطیسی ناشی از P در داخل آن به سمت چپ می‌باشد. چون برآیند میدان مغناطیسی در مرکز صفر است پس $BQ = BP$ بوده است:

$$\frac{N_Q I_Q}{R_Q} = \frac{N_P I_P}{R_P} \Rightarrow 300 \times 1 = 200 \times I_P \Rightarrow I_P = \frac{3}{2} = 1.5A$$

۲۲. 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.



(الف)



(ب)

این ماده از نوع فرومغناطیسی نرم است (مانند آهن و نیکل و کبالت خالص) زیرا پس از خارج کردن آن از میدان خارجی، حوزه‌های مغناطیسی درون ماده به حالت نامنظم بازگشته‌اند در حالیکه با وجود میدان خارجی، این حوزه‌ها در جهت میدان مغناطیسی خارجی مرتب شده بودند.

۲۳. با توجه به آنچه در بخش ویژگی‌های مغناطیسی مواد دیدید، نقشه مفهومی زیر را کامل کنید.

