فصل ۳
مغناطیس

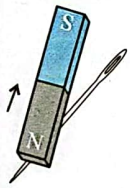
۲۴۱. الف) نادرست ب) نادرست پ) نادرست

۲۴۲. الف) نداریم ب) ربایشی پ) ناچیز
ت) القای مغناطیسی ث) پدیدهٔ القای مغناطیسی

۲۴۳. نیروی ربایشی در دو سر (قطب‌های) آهنربا بیشترین مقدار و در وسط آن تقریباً صفر است. بنابراین در طی کشیدن میلهٔ آهنی از یک سر تا سر دیگر، ابتدا نیروی ربایشی کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

۲۴۴. ۱) توسط نخی، آهنربا را از وسطش به سقف می‌آویزیم تا آزادانه بچرخد. قطبی که به سوی شمال جغرافیایی زمین تمایل دارد N و دیگری قطب S است.
۲) یک قطب آهنربا معلوم را به سرهای آهنربای میله‌ای نزدیک می‌کنیم. اگر یک‌دیگر را دفع کردند، قطب‌ها همنام خواهند بود.

۲۴۵. آن انتها از سوزن که کشیدن آهنربا از آنجا آغاز می‌شود، قطب همنام آهنربا خواهد شد. در این‌جا مطابق شکل، نوک سوزن قطب N و سر دیگر آن قطب S خواهد بود.



۲۴۶. یکی از میله‌ها (میلهٔ ۱) را ثابت نگه داشته و یک انتهای میلهٔ (۲) را از یک سر به سر دیگر میلهٔ (۱) می‌لغزانیم، اگر در طی لغزش نیروی ربایشی به تدریج کم و سپس زیاد شود، میلهٔ (۱) آهنرباست. اما اگر در نیروی ربایشی تغییری ایجاد نشود، میلهٔ (۱) آهن خواهد بود.

۲۴۷. گزینهٔ (۳)، در اثر حرارت، خاصیت آهنربایی ضعیف می‌شود. ضربه زدن به آهنربا نیز همین اثر را دارد.

۲۴۸. پدیدهٔ القای مغناطیسی

۲۴۹. الف) شکل پدیدهٔ القای مغناطیسی را نشان می‌دهد.
ب) Y قطب S و X قطب N است.

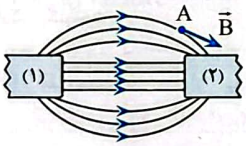
۲۵۰. این شکل نشان می‌دهد که اگر آهنربایی را به دو یا چند قطعه تقسیم کنیم (بشکنیم)، هر قطعه خود به تنهایی یک آهنربا با دو قطب N و S خواهد بود.
بنابراین، نتیجه می‌گیریم که قطب N و S را نمی‌توان از هم جدا کرد و تک قطبی مغناطیسی نداریم.

۲۵۱. الف) براده آهن ب) مماس
پ) مماس ـ N ت) منحنی‌های بسته
ث) N به S ج) خط‌های N چ)

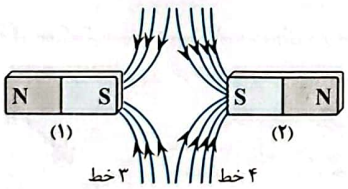
۲۵۲. یک آهنربای میله‌ای را روی میز قرار داده و صفحهٔ شیشه‌ای (یا مقوایی) را روی آن می‌گذاریم. به کمک یک نمک‌پاش، کمی براده آهن را به طور یکنواخت روی شیشه یا مقوا می‌پاشیم. چند ضربهٔ آرام به صفحهٔ شیشه‌ای می‌زنیم تا براده‌های آهن در راستای خط‌های میدان مغناطیسی قرار گیرند. طرحی که روی صفحهٔ شیشه‌ای پدیدار می‌شود، خطوط میدان مغناطیسی یک آهنربای میله‌ای است.

۲۵۳. الف) خطوط میدان مغناطیسی الزاماً منحنی‌های بسته‌ای را تشکیل می‌دهند که ناشی از دو قطب N و S مغناطیسی هستند، اما خطوط میدان الکتریکی می‌تواند ناشی از یک بار مجزای مثبت یا منفی باشد و الزاماً خطوط بسته‌ای نیستند.
ب) ۱) بردار میدان مغناطیسی در هر نقطه مماس بر خط میدانی است که از آن نقطه می‌گذرد و در جهت خطوط میدان است.
۲) تراکم خطوط میدان نشان‌دهندهٔ بزرگی میدان در آن ناحیه است و هر چه تراکم خطوط بیشتر باشد، بزرگی میدان بیشتر است.

۲۵۴. الف) محل عدد (۱) قطب N را نشان می‌دهد.
ب) بردار میدان مغناطیسی در نقطهٔ A مطابق شکل مماس بر خط میدان و در جهت آن است.
پ) چون تراکم خطوط میدان در دو قطب (۱) و (۲) یکسان است، قدرت آهنربایی آن‌ها نیز یکسان خواهد بود.



۲۵۵. الف) جهت خط‌ها روی شکل زیر نشان داده شده است.

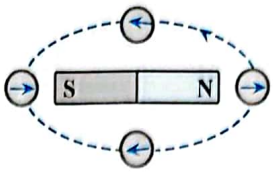


ب) میدان مغناطیسی در نزدیکی قطب آهنربای (۲) قوی‌تر است. زیرا تراکم خطوط آن نسبت به قطب S آهنربای (۱) بیش‌تر است.
پ) عقربهٔ مغناطیسی مماس بر خط میدان می‌ایستد و جهت N آن همسو با میدان است. در این‌جا عقربهٔ (C) درست است.

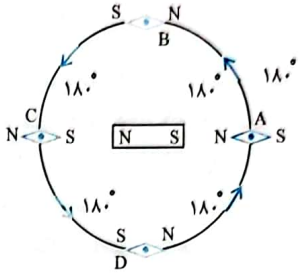
۲۵۶. الف) از آن‌جا که خطوط میدان مغناطیسی در خارج آهنربا از قطب N به S است، بنابراین A قطب N و B قطب S خواهد بود.
ب) عقربهٔ بالایی درست قرار گرفته است.

CamScanner

۲۵۷. الف) اگر خطوط میدان را با توجه به شکل رسم کنیم جهت میدان مطابق شکل روبه‌رو خواهد بود.



ب) با توجه به شکل، در جابه‌جایی عقربه از A تا B، 180° و از B تا C نیز 180° و به همین ترتیب در هر ربع دور دایره 180° می‌چرخد، پس در یک دور کامل $4\times180^\circ$ یعنی 720° می‌چرخد.



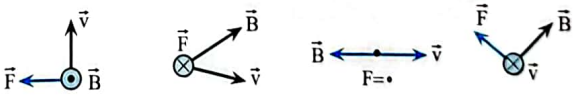
۲۵۸. الف) درست ب) شیب مغناطیسی پ) نادرست
ت) بیشترین ث) شیب مغناطیسی

۲۵۹. برای یافتن شیب مغناطیسی در هر محلی، کافی است به وسط یک سوزن مغناطیسی شده یا عقربهٔ مغناطیسی بزرگ نخی را بسته و از سقف آویزان کنیم، پس از تعادل به کمک یک نقاله زاویهٔ بین امتداد سوزن یا عقربه را با راستای افق اندازه بگیریم، این زاویه شیب مغناطیسی محل است. البته در صورت داشتن شیب‌سنج مغناطیسی می‌توان مستقیماً از این ابزار استفاده کرد.

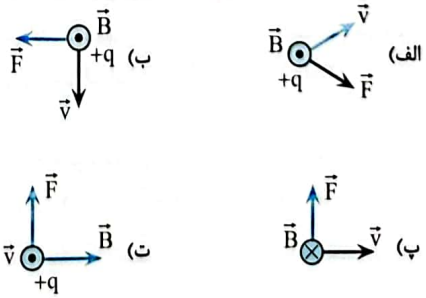
۲۶۰. یکنواخت

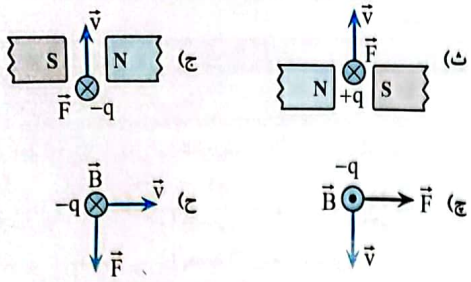
۲۶۱. الف) متحرک ب) میدان مغناطیسی، سرعت یا بار
پ) درست ت) برابر با ث) نوترون
ج) صفر چ) موازی با ح) نادرست
خ) N/A.m

۲۶۲. به کمک دستور دست راست برای بار منفی، جهت $\vec{F}$ در هر شکل به‌صورت‌های زیر خواهد بود.

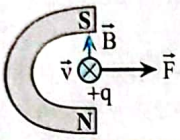


۲۶۳. به کمک قاعدهٔ دست راست بردارهای مجهول به صورت زیر خواهند بود:

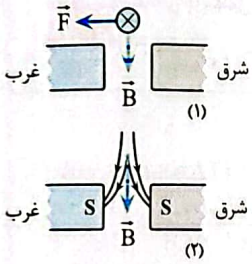




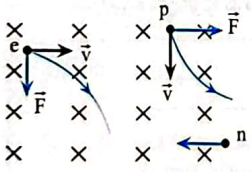
۲۶۴. با توجه به جهت $\vec{F}$ و $\vec{v}$ و به کمک قاعدهٔ دست راست، جهت $\vec{B}$ به طرف بالا به دست می‌آید، بنابراین بخش بالایی آهنربا S و پایین آن N خواهد بود.



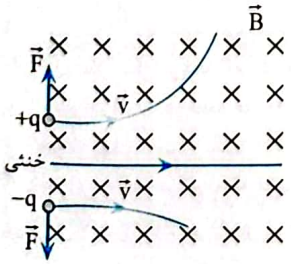
۲۶۵. ابتدا با توجه به جهت $\vec{v}$ و $\vec{F}$ و با استفاده از قاعدهٔ دست راست، جهت $\vec{B}$ را تعیین می‌کنیم، همان‌طور که در شکل (۱) نشان داده شده است به سمت پایین است. حال برای ایجاد چنین میدان برایندی مطابق شکل (۲) قطب‌های روبه‌روی هم هر دو S خواهند بود



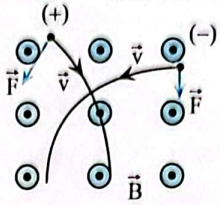
۲۶۶. اگر بر ذره‌ای که در مسیر خط راست در حرکت است نیرویی عمود بر مسیر حرکت وارد شود، ذره در جهت نیرو تغییر مسیر می‌دهد. بنابراین ابتدا به کمک قاعدهٔ دست راست جهت $\vec{F}$ و سپس انحراف مسیر را تعیین می‌کنیم. نوترون بدون بار است پس نیروی مغناطیسی بر آن وارد نمی‌شود در نتیجه بدون انحراف به مسیرش ادامه می‌دهد، الکترون منفی و پروتون مثبت است، در شکل زیر جهت انحراف در هر ذره رسم شده است.



۲۶۷. با توجه به این‌که انحراف مسیر ذره در جهت نیروی وارد بر آن است، با جهت $\vec{F}$ به کمک قاعده دست راست، نوع بار را تعیین می‌کنیم که در شکل زیر رسم شده است.

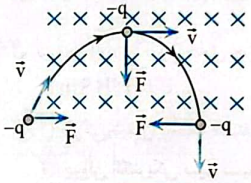


۲۶۸. با توجه به جهت انحراف، جهت $\vec{F}$ را تعیین می‌کنیم و با استفاده از قاعدهٔ دست راست نوع ذره را مشخص می‌کنیم که در شکل زیر رسم شده است.



۲۶۹. ذرهٔ A تغییر مسیر نداده است، بنابراین $\vec{F}=0$ و ذره از لحاظ بار الکتریکی خنثی است. ذرهٔ B منفی است.

۲۷۰. مطابق شکل اگر وضعیت بردارهای $\vec{F}$، $\vec{v}$ و $\vec{B}$ را در هر نقطه از مسیر با استفاده از قاعدهٔ دست راست، رسم کنیم، بار ذره الزاماً منفی خواهد بود.



۲۷۱. برای محاسبهٔ نیروی وارد بر ذرهٔ باردار متحرک از طرف میدان مغناطیسی کافی است از رابطهٔ $F=|q|vB\sin\theta$ استفاده کنیم، بنابراین داریم:

$$F=|q|vB\sin\theta \xrightarrow[B=0/2T\ ,\ \alpha=53^\circ]{|q|=5\times10^{-6}C\ ,\ v=4\times10^{5}m/s}$$

$$F=5\times10^{-6}\times4\times10^{5}\times0/2\times0/8$$

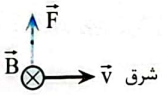
$$=20\times10^{-1}\times16\times10^{-2}=0/32N$$

۲۷۲. برای محاسبهٔ نیرو از رابطهٔ $F=|q|vB\sin\theta$ استفاده می‌کنیم، در این مسئله میدان مغناطیسی برحسب گاوس داده شده که باید آن را به تسلا تبدیل کنیم $1G=10^{-4}T$ و البته q را از نانو کولن به کولن.

$$F=|q|vB\sin\theta \xrightarrow[B=120G=12\times10^{-3}T\ ,\ \theta=60^\circ]{|q|=4\times10^{-9}C\ ,\ v=20m/s}$$

$$F=4\times10^{-9}\times20\times12\times10^{-3}\times\frac{\sqrt{3}}{2}=48\sqrt{3}\times10^{-11}N$$

۲۷۳. جهت نیرو با استفاده از قاعدهٔ دست راست مطابق شکل است. برای محاسبهٔ نیرو داریم:



$$F=|q|vB\sin\theta \xrightarrow[B=50mT=5\times10^{-2}T\ ,\ \theta=90^\circ]{|q|=2\times10^{-6}C\ ,\ v=10^{4}m/s}$$

$$F=2\times10^{-6}\times10^{4}\times5\times10^{-2}=10^{-3}N$$

۲۷۴. الف) برای محاسبه نیروی وارد بر پروتون داریم:

$$F=|q|vB\sin\theta \xrightarrow[B=18\times10^{-3}T,\theta=60^\circ]{|q|=1/6\times10^{-19}C,v=4\times10^{6}m/s}$$

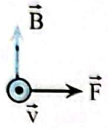
$$F=1/6\times10^{-19}\times4\times10^{6}\times18\times10^{-3}\times\sin60^\circ$$

$$\Rightarrow F=5/76\sqrt{3}\times10^{-15}N$$

ب) برای محاسبهٔ شتاب حرکت پروتون از قانون دوم نیوتون استفاده می‌کنیم:

$$a=\frac{F}{m}=\frac{5/76\sqrt{3}\times10^{-15}}{1/6\times10^{-27}}=3/6\sqrt{3}\times10^{12}\ m/s^2$$

۲۷۵. الف) جهت نیرو با استفاده از قاعده دست راست مطابق شکل است (بار الکترون منفی است) و اندازهٔ آن از رابطهٔ $F=|q|vB\sin\theta$ به دست می‌آید که البته باید $|q|$ برحسب کولن، v برحسب m/s و B برحسب تسلا باشد.



$$e=1/6\times10^{-19}C$$

$$v=36km/h \xrightarrow{\times\frac{10}{36}} v=10m/s$$

$$B=20G \xrightarrow{\times10^{-4}} B=2\times10^{-3}T$$

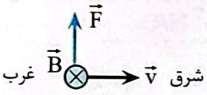
$$F=|q|vB\sin\theta\Rightarrow$$

$$F=1/6\times10^{-19}\times10\times2\times10^{-3}\times1=3/2\times10^{-21}N$$

ب) برای محاسبهٔ شتاب حرکت الکترون از قانون دوم نیوتون استفاده می‌کنیم:

$$a=\frac{F}{m}=\frac{3/2\times10^{-21}}{9/1\times10^{-31}}\simeq3/5\times10^{9}\ m/s^2$$

۲۷۶. از آنجا که جهت میدان مغناطیسی زمین جنوب به شمال است، به کمک قاعدهٔ دست راست نیرو به طرف بالا خواهد بود (مطابق شکل) و برای محاسبهٔ F داریم:



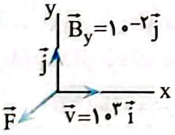
$$F=|q|vB\sin\theta \xrightarrow{\theta=90^\circ,\ \sin\theta=1} F=|q|vB$$

$$\Rightarrow v=\frac{F}{|q|B}$$

$$\xrightarrow[B=0/5G=5\times10^{-5}T]{F=16\times10^{-9}N\ ,\ |q|=2\times10^{-9}C}$$

$$v=\frac{16\times10^{-9}}{2\times10^{-9}\times5\times10^{-5}}=160000m/s$$

۲۷۷. مطابق شکل، بردار $\vec{v}$ در امتداد افقی (محور x) است اما بردار $\vec{B}$ دارای دو مؤلفهٔ افقی و قائم است. اما مؤلفهٔ افقی میدان که موازی امتداد $\vec{v}$ است.



$(\vec{B}_x=10^{-2}\vec{i})$ بر بار الکتریکی نیرویی وارد نمی‌کند و تنها مؤلفه عمود بر $\vec{v}$ یعنی: $\vec{B_y}=10^{-2}\vec{j}$ هست که بر بار نیرو وارد می‌کند بنابراین داریم:

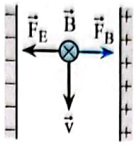
$$F=|q|vB\sin\theta \xrightarrow[\vec{B}=\vec{B}y=10^{-2}\vec{j}T\ ,\ \theta=90^\circ]{|q|=5mC=5\times10^{-3}C\ ,\ v=10^{3}m/s}$$

$$\Rightarrow F=5\times10^{-3}\times10^{3}\times10^{-2}\times1=0/05N$$

جهت نیرو بر اساس قاعدهٔ دست راست و مطابق شکل عمود بر صفحهٔ xy و به طرف بیرون است.

۲۷۸. الف) برای این که ذره از مسیر خود منحرف نشود، باید برایند نیروهای وارد بر آن صفر باشد. مطابق شکل $\vec{F}_E$ نیروی وارد بر بار $+q$ به طرف چپ است. بنابراین نیروی مغناطیسی ($\vec{F}_B$) باید به سمت راست و هم‌اندازهٔ آن باشد، اگر قاعدهٔ دست راست را اجرا کنیم. $\vec{B}$ عمود بر صفحهٔ حاصل از F_B و v و به طرف داخل خواهد بود.

ب) برای تعیین تندی داریم:



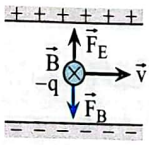
$$F_E = F_B \Rightarrow E|q| = |q|vB\sin\theta$$

$$\xrightarrow{\theta=90^\circ \Rightarrow \sin 90^\circ = 1} E = vB \Rightarrow v = \frac{E}{B}$$

$$\xrightarrow{E=200\,N/C,\ B=100\,G=10^{-2}\,T} v = \frac{200}{10^{-2}} \Rightarrow 2\times10^4\,m/s$$

---

۲۷۹. الف) اگر فاصلهٔ دو صفحه را d و اختلاف پتانسیل بین آنها را ΔV بگیریم. آنگاه داریم:



$$E = \frac{\Delta V}{d} \xrightarrow[d=2\times10^{-2}\,m]{\Delta V=20\,V}$$

$$E = \frac{20}{2\times10^{-2}} = 10^3\ N/C$$

ب) بر ذرهٔ باردار، نیروی الکتریکی $\vec{F}_E$ به طرف بالا وارد می‌شود که در شکل رسم شده است. برای اینکه ذره منحرف نشود باید نیروی مغناطیسی وارد بر ذره ($\vec{F}_B$) آن را خنثی کند، یعنی هم اندازهٔ آن و در سوی مخالفش (به طرف پایین) باشد. بنابراین داریم:

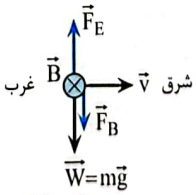
$$F_E = F_B \Rightarrow E|q| = |q|vB\sin\theta \xrightarrow{\sin\theta=1}$$

$$E|q| = |q|vB \Rightarrow B = \frac{E}{v} \xrightarrow{E=10^3\,N/C,\ v=10^2\,m/s}$$

$$B = \frac{10^3}{10^2} = 10\,T$$

---

۲۸۰. ۱) برای این که ذره منحرف نشود باید برایند نیروهای وارد بر ذره صفر باشد. بر ذره سه نیروی وزن (mg) به طرف پایین و نیروی مغناطیسی ($\vec{F}_B$) با استفاده از قاعدهٔ دست راست به طرف پایین و نیروی الکتریکی ($\vec{F}_E$) وارد می‌شود که جهت آن را می‌یابیم.



۲) تعیین اندازه و جهت میدان الکتریکی: با توجه به شکل $\vec{F}_B$ و $\vec{W}$ به طرف پایین‌اند، بنابراین الزاماً نیروی $\vec{F}_E$ باید به طرف بالا و بزرگی آن برابر $W + F_B$ است. بنابراین داریم:

$$F_E = F_B + W = |q|vB + mg$$

$$\xrightarrow[m=50\,g=5\times10^{-2}\,kg]{|q|=10\,\mu C=10^{-5}\,C,\ v=10^5\,m/s,\ B=0/5\,T}$$

$$F_E = 10^{-5}\times10^5\times0/5 + 5\times10^{-2}\times10 \Rightarrow 0/5 + 0/5 = 1\,N$$

برای تعیین E داریم:

$$F_E = E|q| \Rightarrow E = \frac{F_E}{|q|} = \frac{1}{10^{-5}} = 10^5\,N/C$$

برای تعیین جهت $\vec{E}$ باید دانست که نیروی الکتریکی ($\vec{F}_E$) در امتداد $\vec{E}$ و برای بار منفی در خلاف جهت $\vec{E}$ است. بنابراین $\vec{E}$ به طرف پایین (در خلاف جهت $\vec{F}_E$) خواهد بود.

---

۲۸۱. الف) نادرست ب) صفر پ) درست

---

۲۸۲. نیروی وارد بر سیم حامل جریان از طرف میدان مغناطیسی طبق رابطهٔ $F = I\ell B\sin\theta$ با:

۱) بزرگی میدان نسبت مستقیم دارد.

۲) جریان الکتریکی سیم نسبت مستقیم دارد.

۳) با سینوس زاویهٔ بین سیم (I) و میدان مغناطیسی ($\vec{B}$) نسبت مستقیم دارد.

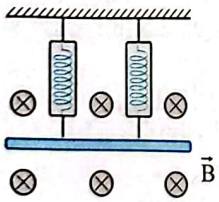
---

۲۸۳. خیر، طبق رابطهٔ $F = I\ell B\sin\theta$، اگر راستای سیم (I) با میدان مغناطیسی ($\vec{B}$) موازی باشد. آنگاه $\theta = 0$ یا $\theta = 180^\circ$ خواهد بود که در هر دو حال $\sin\theta = 0$ و در نتیجه $F = 0$ خواهد بود.

---

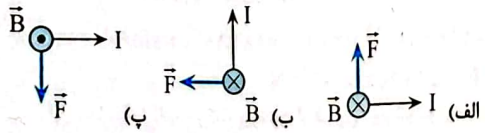
۲۸۴. مطابق شکل، توسط دو نیروسنج، سیمی افقی را در هوا معلق نگه می‌داریم. به صورتی که میدان مغناطیسی وارد بر سیم بر آن عمود باشد. قبل از اعمال جریان، عدد نیروسنج را یادداشت می‌کنیم (F_1) سپس جریان را وصل کرده و عدد نیروسنج را یادداشت می‌کنیم (F_2). تفاضل این دو عدد نشان دهندهٔ نصف نیروی الکترومغناطیسی وارد بر سیم است، زیرا دو نیروسنج داریم که هر کدام نصف این نیرو را نشان می‌دهند، لذا داریم:

نیروی مغناطیسی وارد بر سیم $= 2(F_2 - F_1)$



---

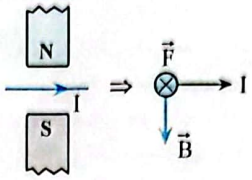
۲۸۵. با استفاده از قاعدهٔ دست راست، جهت نیروی $\vec{F}$ در هر یک به صورت زیر است:



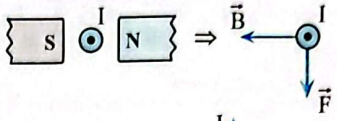
---

۲۸۶. جهت میدان مغناطیسی بین قطب‌های مقابل هم دو آهنربا از N به S است، با رسم بردار $\vec{B}$ و معلوم بودن جریان و با استفاده از قاعدهٔ دست راست، جهت F را می‌یابیم.

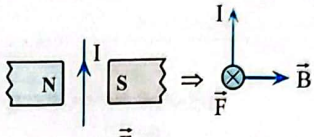
الف)



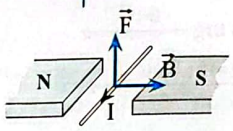
ب)



پ)



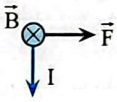
ت)



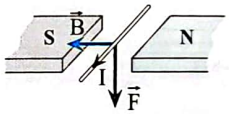
---

۲۸۷. با استفاده از قاعدهٔ دست راست، جهت جریان در هر یک از سیم‌ها به صورت زیر است:

الف)

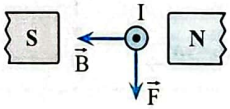


ب)



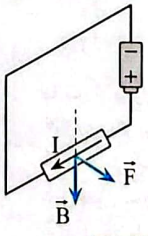
---

۲۸۸. به کمک قاعدهٔ دست راست جهت $\vec{B}$ و سپس قطب‌ها را تعیین می‌کنیم.



---

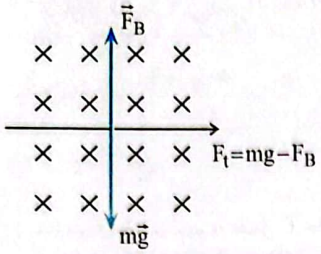
۲۸۹. مطابق شکل، با توجه به جهت قراردادی جریان باتری که از پایانهٔ مثبت به منفی است و قاعدهٔ دست راست باتری $\vec{B}$ را انتخاب می‌کنیم.



---

۲۹۰. الف) در صورتی که کلید باز باشد، نیروسنج‌ها فقط نیروی وزن سیم را نشان می‌دهند.

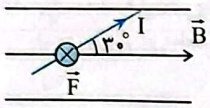
ب) پس از بستن کلید، عدد نیروسنج‌ها کاهش خواهد یافت، زیرا پس از برقراری جریان در سیم، با توجه به سوی آن و دستور دست راست، نیرویی رو به بالا که خلاف جهت وزن سیم است، بر آن وارد می‌شود و نیروسنج عددی کمتر از وزن را نشان خواهد داد.



---

۲۹۱. تعیین جهت $\vec{F}$: با استفاده از قاعدهٔ دست راست سوی $\vec{F}$ درونسو است. (عمود بر صفحهٔ شامل I و B و به طرف داخل صفحه)

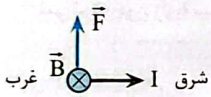
محاسبهٔ اندازهٔ نیرو: برای محاسبهٔ F از رابطهٔ $F = I\ell B\sin\theta$ استفاده می‌کنیم، در این رابطه باید ℓ برحسب m و B برحسب T و I برحسب A باشد تا F برحسب نیوتون به دست آید؛ بنابراین داریم:



$$F = I\ell B\sin\theta \xrightarrow[B=۲۰mT=۲\times۱۰^{-۲}T]{I=۵A,\ell=۶۰cm=۰/۶m,\theta=۳۰^\circ} F = ۵\times۰/۶\times۲\times۱۰^{-۲}\times\frac{۱}{۲} = ۰/۰۳N$$

---

۲۹۲. ۱) تعیین جهت $\vec{F}$: اگر جهت میدان مغناطیسی زمین را که به طرف شمال است درونسو بگیریم، جهت جریان که به طرف شرق است مطابق شکل به طرف



راست خواهد بود، با استفاده از قاعدهٔ دست راست $\vec{F}$ عمود بر سطح افقی زمین و به طرف بالا خواهد بود.

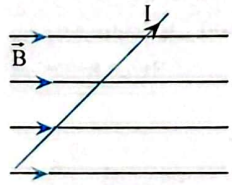
۲) محاسبهٔ اندازهٔ $\vec{F}$:

$$F = I\ell B\sin\theta \xrightarrow[B=۰/۰۴G=۴\times۱۰^{-۵}T,\theta=۹۰^\circ]{I=۱۰A,\ell=۲۰cm=۰/۲m} F = ۱۰\times۰/۲\times۴\times۱۰^{-۵}\times۱ = ۸\times۱۰^{-۵}N$$

---

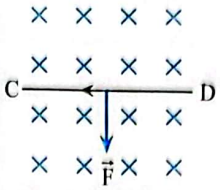
۲۹۳. برای محاسبهٔ طول سیم (ℓ) داریم:

$$F = I\ell B\sin\theta \Rightarrow \ell = \frac{F}{IB\sin\theta} \xrightarrow{F=۰/۰۱N,I=۵A,B=۸\times۱۰^{-۴}T,\sin\theta=۰/۵} \ell = \frac{۰/۰۱}{۵\times۸\times۱۰^{-۴}\times۰/۵} = \frac{۱۰^{-۲}}{۲\times۱۰^{-۳}} = ۵m$$



---

۲۹۴. الف) برای تعیین سوی جریان به کمک قاعدهٔ دست راست در می‌یابیم که جریان از D به C می‌باشد.

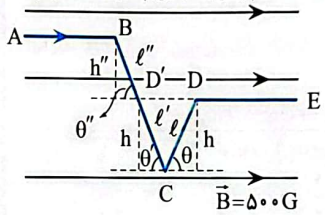


ب) نیروی وارد بر سیم به طول ℓ حامل جریان I، از طرف میدان مغناطیسی B از رابطهٔ $F = I\ell B\sin\theta$ به دست می‌آید.
در این جا همهٔ کمیت‌ها به جز I در رابطهٔ $F = I\ell B\sin\theta$ معلوم است. بنابراین با جای‌گذاری کمیت‌های معلوم، I را می‌یابیم:

$$F = I\ell B\sin\theta \xrightarrow[B=0/5T\ ,\ \theta=90^\circ]{F=1N\ ,\ \ell=2m} 1 = I\times 2\times 0/5\times 1 \Rightarrow I = 1A$$

---

۲۹۵. برای محاسبهٔ نیروی خالص وارد بر این سیم (به شکل خط شکسته) باید نیروی وارد بر هر قطعه را حساب کنیم و برایند بگیریم، در اینجا داریم:



۱) بر قطعه‌های AB و DE که موازی میدان مغناطیسی‌اند نیرویی وارد نمی‌شود. چون زاویهٔ بین سیم و $\vec{B}$ برابر صفر است:

$$F = I\ell B\sin\theta \xrightarrow{\theta=0} F = 0$$

۲) برای محاسبهٔ نیروی وارد بر قطعه‌های BC و CD چنین عمل می‌کنیم:
الف) از نقطهٔ D به موازات میدان به طرف چپ خطی رسم می‌کنیم تا سیم BC را در D' قطع کند. در این صورت نیروهای وارد بر قطعه‌های $D'C$ و DC قرینهٔ یکدیگر بوده و برایندشان صفر است، زیرا اگر مطابق شکل طول قطعه سیم CD را ℓ و $D'C$ را ℓ' و فاصله DD' تا رأس C را h بگیریم آنگاه خواهیم داشت:

$$F_{DC} = I\ell B\sin\theta \xrightarrow{\sin\theta=\frac{h}{L}} F_{DC} = I\ell B\frac{h}{\ell} = IhB$$

$$F_{D'C} = I\ell' B\sin \xrightarrow{\sin\theta'=\frac{h}{L'}} F_{D'C} = I\ell' B\frac{h}{\ell'} = IhB$$

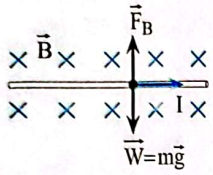
ملاحظه می‌شود این دو نیرو هم‌اندازه‌اند، اما بر اساس قاعدهٔ دست راست، در خلاف جهت یکدیگرند و برایندشان صفر خواهد شد.
ب) در نهایت تنها بر قطعه BD' نیرو وارد می‌شود که به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$F_{BD'} = I\ell'' B\sin\theta'' \xrightarrow{\sin\theta''=\frac{h''}{\ell''}} F_{BD'} = I\ell'' B\frac{h''}{\ell''} = Ih''B \xrightarrow[B=500G=5\times10^{-2}T]{I=2A,h''=50cm=0/5m} F_{BD'} = 2\times 0/5\times 5\times 10^{-2} = 0/05N$$

نکته: نیروی وارد بر سیم حامل جریان که نسبت به میدان زاویهٔ θ می‌سازد، برابر نیروی وارد بر قطعه سیمی است که طول آن برابر تصویر سیم اصلی بر امتداد عمود بر میدان است.

---

۲۹۶. شرط تعادل یک جسم آن است که برایند نیروهای وارد بر آن صفر باشد، در اینجا بر سیم نیروی وزن سیم به طرف پایین وارد می‌شود. بنابراین باید نیرویی هم اندازه با آن و به طرف بالا بر سیم وارد شود که همان نیروی الکترومغناطیسی وارد بر سیم است. از طرف دیگر، طبق قاعدهٔ دست راست سوی جریان به طرف راست خواهد بود:



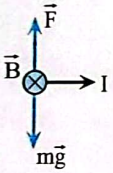
برای محاسبهٔ جریان داریم:

شرط تعادل: $F_B = mg \Rightarrow I\ell B\sin\theta = mg \xrightarrow{\theta=90^\circ}$

$$I\ell B = mg \Rightarrow I = \frac{mg}{\ell B} \xrightarrow{m=0/1kg,\ell=2m,B=0/2T} I = \frac{0/1\times 10}{2\times 0/2} = \frac{1}{0/4} = \frac{10}{4} = 2/5A$$

---

۲۹۷. بر سیم نیروی وزن (mg) به طرف پایین وارد می‌شود. برای این که نیروی کشش نخ‌ها صفر شود، نیرویی که از طرف میدان مغناطیسی بر سیم وارد می‌شود باید به طرف بالا و هم اندازهٔ وزن سیم باشد که طبق قاعدهٔ دست راست و با توجه به سوی جریان، میدان مغناطیسی درونسو خواهد بود (به شکل نگاه کنید).



برای یافتن اندازهٔ B به صورت زیر عمل می‌کنیم:

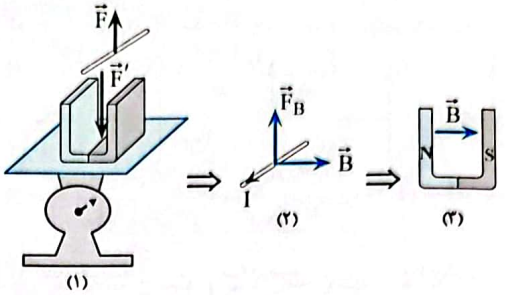
$$F = mg \rightarrow ILB = mg \rightarrow B = \frac{mg}{IL} \xrightarrow{m=6\times10^{-3}kg,I=1/2A,L=1m} B = \frac{6\times10^{-3}\times10}{1/2\times1} = 0/05T$$

---

۲۹۸. تعیین قطب‌های آهنربا: وزن آهنربای تنها برابر 0/2N است:

$$W = mg \xrightarrow{m=20g=0/02kg} W = 0/02\times10 = 0/2N$$

اما پس از برقراری جریان، نیروسنج 0/4N را نشان می‌دهد، بنابراین 0/2N دیگر بر آهنربا به طرف پایین نیرو وارد می‌شود که از طرف سیم حامل جریان است.
طبق قانون سوم نیوتون باید نیرویی به همین اندازه (0/2N)، بر سیم و به طرف بالا وارد شود.
این وضعیت در شکل (۱) نشان داده شده است، با توجه به نحوهٔ اتصال باطری، جهت جریان در سیم مطابق شکل (۲) خواهد بود و با استفاده از قاعدهٔ دست راست، جهت $\vec{B}$ به طرف راست و در نتیجه قطب‌های آهن‌ربا مطابق شکل (۳) خواهد بود.

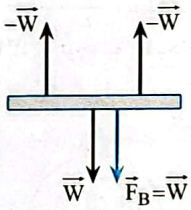


تعیین بزرگی میدان مغناطیسی: بزرگی میدان با معلوم بودن F و I و ℓ به صورت زیر به دست می‌آید:

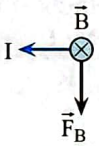
$$F = I\ell B\sin\theta \xrightarrow{\theta=90^\circ,\sin\theta=1} F = I\ell B$$
$$\Rightarrow B = \frac{F}{I\ell} \xrightarrow{F=0/2N,I=20A,\ell=0/2m}$$
$$B = \frac{0/2}{20\times 0/2} = 0/05T$$

---

۲۹۹. اگر نیروهای وارد بر میله را رسم کنیم، شکل مقابل را خواهیم داشت. چون نیروی رو به بالا طبق اطلاعات مسئله $2W$ است (هر یک از نیروسنج‌ها نیروی W را تحمل می‌کنند) و وزن میله روبه پایین و برابر W است. بنابراین برای حفظ تعادل نیروی الکترومغناطیسی وارد بر میله باید هم اندازهٔ وزن میله و به طرف پایین باشد.



تعیین جهت جریان: بر اساس دستور دست راست سوی جریان به طرف چپ خواهد بود.

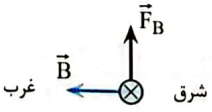


تعیین بزرگی جریان: برای محاسبهٔ I به صورت زیر عمل می‌کنیم. $(\theta = 90 \Rightarrow \sin\theta = 1)$

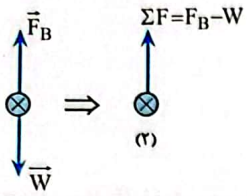
$$F = I\ell B \xrightarrow{F=W=mg} mg = I\ell B$$
$$\Rightarrow I = \frac{mg}{\ell B} \xrightarrow[B=500G=5\times10^{-2}T]{m=100g=0/1kg,\ell=0/5m}$$
$$I = \frac{0/1\times10}{0/5\times5\times10^{-2}} = \frac{10}{25\times10^{-2}} = \frac{1000}{25} = 40A$$

---

۳۰۰. تعیین جهت میدان مغناطیسی: دقت کنید که در این مسئله بیان شده نیروی خالص وارد بر سیم به طرف بالاست. از آن‌جا که وزن سیم همواره به طرف پایین است، بنابراین الزاماً نیروی الکترومغناطیسی وارد بر سیم به طرف بالا است. حال اگر شکل مسئله را رسم کنیم طبق قاعدهٔ دست راست، سوی میدان به طرف چپ خواهد بود.



محاسبهٔ جریان: نیروهای وارد بر سیم مطابق شکل (۱) شامل F_B و W است و نیروی خالص مطابق شکل (۲) برابر $\sum F = F_B - W$. حال با محاسبهٔ W و جایگزینی آن در رابطهٔ ذکر شده F_B و سپس I را به دست می‌آوریم:



$$W = mg \xrightarrow{m=50g=0/05kg} W = 0/05\times10 = 0/5N$$
$$\sum F = F_B - W \xrightarrow{\sum F=0/06N,W=0/5N}$$
$$0/06 = F_B - 0/5 \Rightarrow F_B = 0/56N$$

در نهایت داریم:

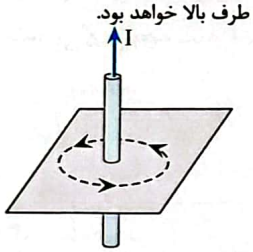
$$F_B = I\ell B\sin\theta \xrightarrow{\theta=90^\circ} F_B = I\ell B \Rightarrow I = \frac{F_B}{\ell B}$$
$$\xrightarrow[B=5000G=5\times10^{-1}T]{F_B=0/56N,\ell=0/75m} I = \frac{0/56}{0/75\times5\times10^{-1}}$$
$$= \frac{560}{75\times5} \simeq 1/5A$$

---

۳۰۱. الف) درست ب) نادرست پ) اسکوبید

---

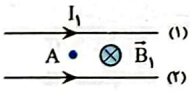
۳۰۲. الف) طبق قاعدهٔ دست راست و با توجه به جهت استقرار عقربه‌های مغناطیسی در اطراف آن سوی جریان به طرف بالا خواهد بود.



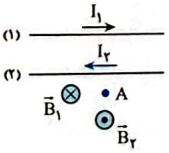
ب) یک نتیجهٔ مهم: خط‌های میدان مغناطیسی در اطراف سیم حامل جریان به صورت دایره‌های هم مرکز در اطراف سیم هستند.

---

۳۰۳. الف) با استفاده از قاعدهٔ دست راست میدان مغناطیسی حاصل از سیم (۱) یعنی $\vec{B}_1$ درونسو است. حال برای این که میدان مغناطیسی برایند در این نقطه صفر شود، لازم است میدان حاصل از سیم (۲) یعنی $\vec{B}_2$ برونسو و هم‌اندازهٔ $\vec{B}_1$ شود. با استفادهٔ مجدد از قاعدهٔ دست راست جریان I_2 به طرف راست یعنی همسو با I_1 خواهد بود.

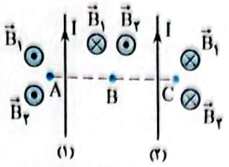


ب) میدان مغناطیسی حاصل از سیم (۱) در نقطهٔ A با استفاده از قاعدهٔ دست راست درونسو است. برای صفر شدن میدان‌های مغناطیسی حاصل از دو سیم در این نقطه، لازم است میدان مغناطیسی حاصل از سیم (۲) برونسو باشد. که طبق قاعدهٔ دست راست، جریان سیم (۲) باید به طرف چپ یعنی ناهمسو با I_1 باشد.



---

۳۰۴. الف) مطابق شکل و به کمک قاعدهٔ دست راست، میدان مغناطیسی حاصل از هر سیم را به‌طور مستقل در نقاط A، B و C تعیین کرده‌ایم. میدان مغناطیسی برایند در هر نقطه به صورت زیر است:



در نقطهٔ B صفر است؛ زیرا میدان‌های $\vec{B}_1$ و $\vec{B}_2$ در خلاف جهت یکدیگرند. از طرف دیگر چون جریان‌های دو سیم برابر و فاصلهٔ B از دو سیم نیز یکسان است، بزرگی $\vec{B}_1$ و $\vec{B}_2$ با هم برابر شده و یکدیگر را خنثی می‌کنند، در نهایت میدان کل صفر خواهد شد.

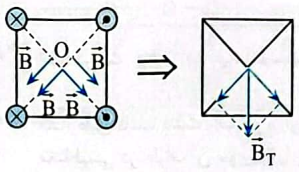
در نقطهٔ A برونسو است، چون میدان‌های $\vec{B}_1$ و $\vec{B}_2$ هم جهت و برونسو هستند، برایندشان نیز برونسو خواهد بود.

در نقطهٔ C درونسو است، چون هر دو میدان $\vec{B}_1$ و $\vec{B}_2$ درونسو هستند، برایند شان نیز درونسو خواهد بود.

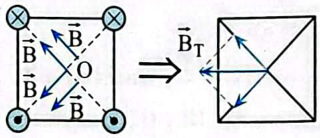
ب) نیروی بین سیم‌های موازی دارای جریان‌های همسو ربایشی است.

---

۳۰۵. برای شکل (۱)



برای شکل (۲)



---

۳۰۶. الف) نادرست — ب) ربایشی
پ) ناهمسو — ت) درست
ث) کاهش — ج) نادرست

---

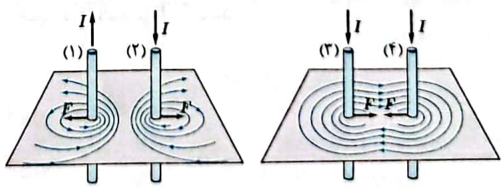
۳۰۷. وقتی در دو سیم موازی جریان الکتریکی برقرار می‌شود، در اطراف هریک از آنها میدان مغناطیسی به‌وجود می‌آید. بنابراین هر سیم در معرض میدان مغناطیسی دیگری قرار می‌گیرد و همین، عامل اعمال نیرو بر سیم‌ها می‌شود.

---

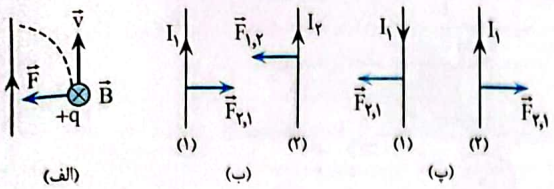
۳۰۸. ۱) میدان مغناطیسی — ۲) نیروی مغناطیسی
۳) ربایشی — ۴) رانشی
۵) ناهمسو — ۶) هم‌اندازه

---

۳۰۹. سیم‌های ۱ و ۲ یکدیگر را دفع می‌کنند بنابراین جریان‌ها ناهمسو هستند و خطوط میدان اطراف دو سیم این امر را تأیید می‌کنند، همین‌طور سیم‌های ۳ و ۴ دارای جریان‌های همسو هستند.



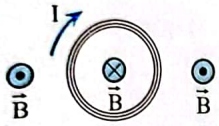
۳۱۰.



---

۳۱۱. الف) نادرست — ب) درست — پ) بیش‌تر
ت) مستقیم — ث) صفر

۳۱۲.



---

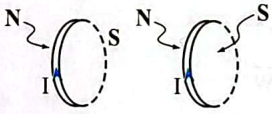
۳۱۳. دو ویژگی میدان مغناطیسی حاصل از حلقه‌ی حامل جریان عبارتست از:

۱) خط‌های میدان مغناطیسی در ناحیه‌ی داخل حلقه به یکدیگر نزدیک‌ترند و میدان در این ناحیه قوی‌تر است.

۲) در نقطه‌های روی محور حلقه، میدان موازی محور است.

---

۳۱۴. با توجه به قطب‌های مغناطیسی ایجاد شده (مطابق شکل) دو حلقه یکدیگر را جذب می‌کنند.



---

۳۱۵. برای تعیین بزرگی میدان مغناطیسی درون سیملوله از رابطهٔ $B = \frac{N\mu_0 I}{2R}$ استفاده می‌کنیم. داریم:

$$N = 200, I = 12A, R = 0/05m$$

$$B = \frac{N\mu_0 I}{2R} = \frac{200\times12\times10^{-7}\times12}{2\times5\times10^{-2}}$$

$$= \frac{288\times10^{-5}}{10^{-1}} = 2/88\times10^{-2}T$$

---

۳۱۶. برای تعیین بزرگی میدان مغناطیسی درون سیملوله از رابطهٔ $B = \frac{N\mu_0 I}{2R}$ استفاده می‌کنیم. داریم:

$$N = 500, I = 8A, R = 0/02m$$

$$B = \frac{N\mu_0 I}{2R} = \frac{500\times4\pi\times10^{-7}\times8}{2\times0/02}$$

$$= \frac{5\times12\times8\times10^{-3}}{4} = 0/12T$$

---

۳۱۷. برای تعیین شعاع پیچه و با معلوم بودن F، I و N داریم:

$$B=\frac{N\mu_0 I}{2R}\Rightarrow R=\frac{N\mu_0 I}{2B}=$$

$$\xrightarrow[B=4\pi\times10^{-5}T]{N=10,I=2A}$$

$$R=\frac{10\times4\pi\times10^{-7}\times2}{2\times4\pi\times10^{-5}T}=\frac{2\times10^{-6}}{2\times10^{-5}}=10^{-1}m=10cm$$

---

۳۱۸. با توجه به دراختیار داشتن طول سیم و دانستن محیط هر پیچه می‌توانیم تعداد دور حلقه‌ها در پیچه را به‌دست آوریم. برای محاسبه‌ی طول محیط هر پیچه داریم:

$$\text{محیط پیچه}=2\pi r=2\times3\times10=60cm$$

برای محاسبهٔ تعداد پیچه‌ها داریم:

$$\text{تعداد پیچه}(N)=\frac{\text{طول کل سیم}}{\text{محیط هر پیچه}}=\frac{1200}{60}=20 \text{ دور}$$

برای محاسبهٔ میدان مغناطیسی در مرکز پیچه از رابطهٔ $B=\frac{N\mu_0 I}{2R}$ استفاده می‌کنیم. داریم:

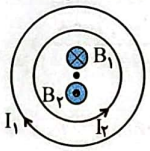
$$N=20,I=2A,R=10cm=0/1m$$

$$B=\frac{N\mu_0 I}{2R}=\frac{20\times4\pi\times10^{-7}\times2}{2\times10^{-1}}$$

$$=\frac{24\times10^{-6}}{10^{-1}}=24\times10^{-5}T$$

---

۳۱۹. برای آن‌که برآیند میدان در مرکز مشترک دو پیچه صفر شود باید جهت میدان مغناطیسی حاصل از هر پیچه در خلاف جهت دیگری باشد. با توجه به شکل داریم:



همان‌گونه که مشخص است میدان حاصل از پیچه‌ی بزرگ‌تر در مرکز به‌صورت درون‌سو است. پس میدان حاصل از پیچه‌ی کوچک‌تر باید برون‌سو باشد.

بنابراین جریان در پیچه‌ی کوچک‌تر به‌صورت پادساعتگرد خواهد بود.

برای محاسبهٔ شدت جریان در پیچه‌ی کوچک‌تر داریم:

$$\xrightarrow[I_2=?,r_2=21cm]{I_1=10A,r_1=30cm}B_1=B_2\Rightarrow\frac{\mu_0 I_1}{2R_1}=\frac{\mu_0 I_2}{2R_2}$$

$$\Rightarrow\frac{I_1}{R_1}=\frac{I_2}{R_2}\Rightarrow\frac{10}{30}=\frac{I_2}{21}$$

$$\Rightarrow I_2=\frac{10\times21}{30}=7A$$

---

۳۲۰. برای محاسبهٔ میزان تغییرات تعداد دور پیچه داریم:

$$N_1=1000,I_2=3I_1,R_2=0/75R_1$$

$$\frac{B_2}{B_1}=\frac{I_2}{I_1}\times\frac{N_2}{N_1}\times\frac{R_1}{R_2}=\frac{3I_1}{I_1}\times\frac{N_2}{N_1}\times\frac{R_1}{\frac{3}{4}R_1}$$

$$1=\frac{3}{1}\times\frac{4}{3}\times\frac{N_2}{N_1}\Rightarrow\frac{N_2}{N_1}=\frac{1}{4}$$

بنابراین تعداد دورهای پیچه‌ها به $1000\times\frac{1}{4}=250$ دور کاهش می‌یابد.

---

۳۲۱. الف) نادرست — ب) نادرست

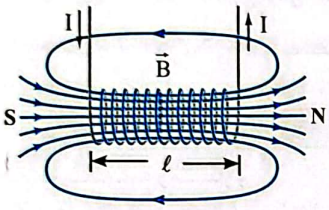
پ) یکنواخت — ت) افزایش

ث) صفر — ج) تقویت

---

۳۲۲. شکل، میدان مغناطیسی حاصل از یک سیملوله را نشان می‌دهد. با استفاده از قانون دست راست می‌توان جهت میدان مغناطیسی در درون و بیرون سیملوله را تعیین کرد.

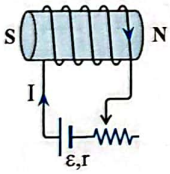
۳۲۳.



در داخل و ناحیه‌های نزدیک به محور سیملوله میدان مغناطیسی قوی‌تر است.

---

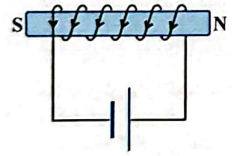
۳۲۴. با توجه به نحوهٔ بسته شدن باتری، سوی جریان در سیملوله مطابق شکل زیر است و طبق قاعدهٔ دست راست، دهانهٔ راست سیملوله N و دهانهٔ چپ آن S خواهد بود.



---

۳۲۵. الف) وقتی جریانی در سیملوله برقرار می‌شود، میدان مغناطیسی سیملوله، در هسته‌ی آهنی خاصیت مغناطیسی القا می‌کند و هسته‌ی آهنی، آهنربا می‌شود. وجود هسته‌ی آهن باعث تقویت میدان مغناطیسی سیملوله می‌شود.

ب)



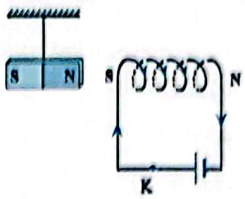
---

۳۲۶. الف) القاء خاصیت مغناطیسی در سوزن‌ها سبب شده است تا سوزن‌ها جذب آهنربای الکتریکی می‌شوند.

ب) با کاهش مقاومت رئوستا، شدت جریان، عبوری از آهنربای الکتریکی افزایش می‌یابد. با افزایش شدت جریان عبوری، میدان مغناطیسی ایجاد شده در مرکز سیملوله افزایش می‌یابد و به دنبال آن تعداد سوزن بیش‌تری جذب می‌شود.

CamScanner

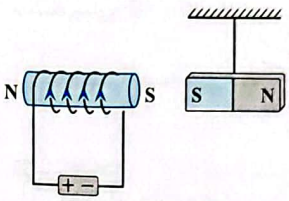
۳۲۷.



با توجه به شکل، ایجاد قطب ناهمنام در نزدیک قطب N آهنربای دائمی سبب ایجاد جاذبه‌ی بین دو آهنربا و جذب آهنربای ثابت به سمت آهنربای الکتریکی است.

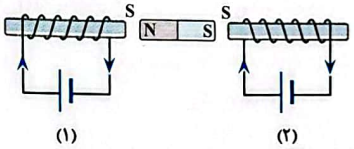
---

۳۲۸. باتری A - در نزدیکی قطب S آهنربا باید قطب S در سیملوله به‌وجود آید تا یکدیگر را دفع کنند. بنابراین با در نظر گرفتن جهت میدان داخل سیملوله (از S به N) و استفاده از دستور دست راست، جهت جریان در سیملوله و مدار و همچنین نوع باتری تعیین می‌شود.



---

۳۲۹. با توجه به سوی جریان در سیملوله‌ها و طبق قاعدهٔ دست راست، قطب‌های مقابل آهنربا در سیملوله‌های (۱) و (۲) S است. درنتیجه سیملولهٔ (۱) جذب و سیملولهٔ (۲) دفع می‌شود.



---

۳۳۰. الف) با بستن کلید جریان در سیملوله (با توجه به نحوهٔ بسته شدن باتری) به گونه‌ای برقرار می‌شود که دهانهٔ مقابل آهنربا قطب S می‌شود درنتیجه آهنربا را دفع می‌کند. به عبارت دیگر نیرویی به طرف بالا بر آن وارد می‌کند، درنتیجه نیروسنج عدد کمتری را نشان خواهد داد.

ب) دو روش برای تقویت میدان مغناطیسی سیملوله: ۱) افزایش جریان عبوری از سیملوله ۲) افزایش تعداد دور در واحد طول سیملوله (افزایش $\frac{N}{\ell}$)

---

۳۳۱. بزرگی میدان مغناطیسی درون سیملوله از رابطهٔ $B=\frac{\mu_0 NI}{\ell}$ به‌دست می‌آید که لازم است ℓ برحسب m و I برحسب آمپر باشد تا B برحسب تسلا به‌دست آید. بنابراین داریم:

$$\ell=15\,cm=15\times10^{-2}m\ ,\ I=800\,mA=8\times10^{-1}A\ ,$$

$$N=600=6\times10^{2}$$

$$B=\frac{\mu_0 NI}{\ell}=\frac{4\pi\times10^{-7}\times6\times10^{2}\times8\times10^{-1}}{15\times10^{-2}}$$

$$=\frac{12\times6\times8\times10^{-6}}{15\times10^{-2}}=384\times10^{-5}T$$

---

۳۳۲. الف) با توجه به نحوهٔ بسته شدن پایانه‌های باتری و جریان برقرار شده در سیملوله و با استفاده از قاعدهٔ دست راست، A قطب N و B قطب S خواهد بود.

ب) برای محاسبهٔ میدان مغناطیسی درون سیملوله داریم:

$$B=\mu_0\frac{N}{\ell}I \xrightarrow[I=2/5A]{N=400\ ,\ \ell=1m}$$

$$B=\frac{12\times10^{-7}\times4\times10^{2}\times2/5}{1}=12\times10^{-4}T$$

---

۳۳۳. برای محاسبهٔ جریان عبوری از سیملوله داریم:

$$B=\frac{\mu_0 NI}{\ell}\Rightarrow I=\frac{B\ell}{\mu_0 N}$$

$$\xrightarrow[\ell=4cm=0/04m]{N=400,B=200\pi G=200\pi\times10^{-4}T}$$

$$I=\frac{200\pi\times10^{-4}\times4\times10^{-2}}{4\pi\times10^{-7}\times400}=\frac{10^{-6}}{2\times10^{-7}}=5A$$

---

۳۳۴. مغناطیسی درون سیملوله استفاده می‌کنیم:

$$B=\mu_0\frac{N}{\ell}I\Rightarrow N=\frac{B\ell}{\mu_0 I} \xrightarrow[B=75mT=75\times10^{-3}T]{\ell=40cm=4\times10^{-1}m\ ,\ I=6A}$$

$$N=\frac{75\times10^{-3}\times4\times10^{-1}}{4\pi\times10^{-7}\times6}=\frac{75\times10^{3}}{6\pi}\simeq4166$$

---

۳۳۵. الف) برای محاسبهٔ تعداد حلقه‌ها داریم:

$$L=N\times2\pi r\Rightarrow N=\frac{L}{2\pi r} \xrightarrow[r=2\times10^{-2}m]{L=60m}$$

$$N=\frac{60}{2\times3\times2\times10^{-2}}=500$$

ب) برای تعیین جریان، ابتدا مقاومت کل سیم را می‌یابیم، سپس از قانون اهم استفاده می‌کنیم:

$$R_t=\text{طول سیم}\times\text{مقاومت هر متر}\Rightarrow R_t=2\times60=120\Omega$$

$$I=\frac{V}{R}=\frac{60}{120}=0/5A$$

پ) بزرگی میدان مغناطیسی:

$$B=\frac{\mu_0 NI}{\ell} \xrightarrow[\ell=10cm=0/1m]{N=500\ ,\ I=0/5A}$$

$$B=\frac{4\times3\times10^{-7}\times500\times0/5}{0/1}=3\times10^{-3}T$$

---

۳۳۶. الف) برای محاسبهٔ اندازهٔ میدان مغناطیسی داریم:

$$B=\frac{\mu_0 NI}{\ell} \xrightarrow[\ell=20cm=2\times10^{-1}m]{N=5\times10^2,\ I=2A}$$

$$B=\frac{4\pi\times10^{-7}\times5\times10^2\times2}{2\times10^{-1}}=\frac{4\pi\times10^{-4}}{2\times10^{-1}}=2\pi\times10^{-3}T$$

ب) طبق رابطهٔ $F=I\ell B\sin\theta$ چون سیم منطبق بر محور سیملوله است و از طرف دیگر میدان مغناطیسی سیملوله نیز در همین راستا قرار دارد، $\theta=0$ بوده و $F=0$ خواهد بود.

---

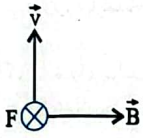
۳۳۷. الف) برای محاسبهٔ تعداد حلقه‌ها داریم:

$$B=3\times10^{-4}T, I=0/2A, \ell=8cm=0/08m$$

$$B=\frac{\mu_0 NI}{\ell}\Rightarrow N=\frac{B\ell}{\mu_0 N}$$

$$\frac{3\times10^{-4}\times8\times10^{-2}}{4\pi\times10^{-7}\times0/2}=100 \text{ دور}$$

ب)



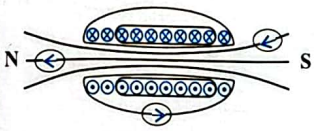
برای محاسبهٔ نیروی وارد بر الکترون داریم:

$$F=|q|vB\sin\theta \xrightarrow[B=3\times10^{-4}T]{|q|=5\times10^{-6}C,\ v=10^5\frac{m}{s}}$$

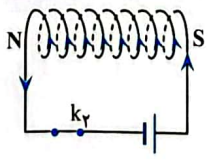
$$F=5\times10^{-6}\times10^5\times3\times10^{-4}=15\times10^{-5}N$$

---

۳۳۸. الف) با توجه به قانون دست راست، جهت میدان مغناطیسی در درون سیملوله از قطب S به قطب N و در خارج از سیملوله برعکس خواهد بود. بنابراین داریم:

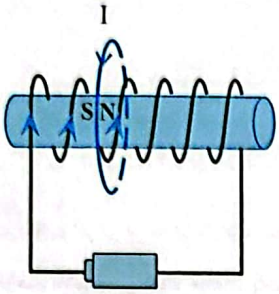


ب) مطابق قانون دست راست، برای ایجاد میدان مورد نظر در سیملوله باید کلید k_2 وصل شود.



---

۳۳۹. برای این‌که میدان مغناطیسی در نقطهٔ O صفر شود، باید جهت میدان مغناطیسی حاصل از سیملوله با جهت میدان مغناطیسی حاصل از پیچه مخالف باشد. بنابراین برای تعیین جهت جریان الکتریکی در سیملوله داریم:



باطری A

برای محاسبهٔ اندازه جریان سیملوله داریم:

اندازه‌ی میدان مغناطیسی حاصل از پیچه (B_2) = اندازه‌ی میدان مغناطیسی حاصل از سیملوله (B_1)

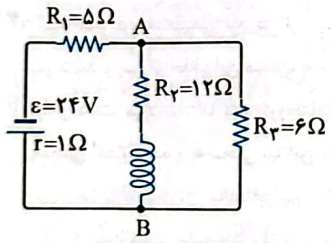
$$\xrightarrow[\text{پیچه: } R=10cm=0/1m,\ I'=2A]{\text{سیملوله: } \ell=10cm=0/1m,\ N=50,\ I=?}$$

$$\frac{N\mu_0 I}{\ell}=\frac{\mu_0 I'}{2R}\Rightarrow\frac{50\times I}{0/1}=\frac{1\times2}{2\times0/1}$$

$$I=\frac{1}{50}=0/02A$$

---

۳۴۰. برای محاسبهٔ میدان سیملوله ابتدا مدار را حل می‌کنیم و جریان عبوری از سیملوله را می‌یابیم. R_2 و R_3 با هم موازی و معادل آنها با R_1 متوالی‌اند.



$$R_{2,3}=\frac{R_2R_3}{R_2+R_3}=\frac{6\times12}{6+12}=4\Omega$$

$$R_{eq}=4+5=9\Omega$$

$$I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}=\frac{24}{9+1}=2/4A$$

اکنون جریان R_2 و R_3 موازیند، اختلاف پتانسیل دو سر آنها برابر است و داریم:

$$\begin{cases}R_2I_2=R_3I_3\\I_2+I_3=I\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}12I_2=6I_3\Rightarrow I_3=2I_2\\I_2+I_3=2/4\end{cases}$$

$$\Rightarrow I_2+2I_2=2/4\Rightarrow3I_2=2/4\Rightarrow I_2=0/8A$$

برای محاسبهٔ میدان مغناطیسی درون سیملوله از رابطهٔ $B=\frac{\mu_0 NI}{\ell}$

استفاده می‌کنیم، در اینجا N و ℓ به‌طور صریح داده نشده اما ذکر شده که فاصلهٔ دو حلقه $1\,cm$ است $(N=1)$ بنابراین می‌توان گفت در هر یک سانتی‌متر از طول سیملوله $(\ell=0/01m)$ یک حلقه وجود دارد. بنابراین داریم:

$$B=\frac{\mu_0 NI}{\ell} \xrightarrow[\ell=0/01m]{I=0/8A\ ,\ N=1} B=\frac{12\times10^{-7}\times0/8}{10^{-2}}=9/6\times10^{-5}T$$

یا می‌توانستیم بگوییم اگر در هر سانتی‌متر یک حلقه باشد، در هر متر ۱۰۰ حلقه خواهیم داشت یعنی تعداد حلقه در واحد طول $\left(\frac{N}{\ell}\right)$ برابر ۱۰۰ است.

---

۳۴۱. الف) دیامغناطیس
ب) نادرست
پ) پارامغناطیسی
ت) نادرست
ث) پارامغناطیسی
ج) فرومغناطیسی
چ) نابرابری
ح) نادرست
خ) درست
د) دیامغناطیس
ذ) درست
ر) فرومغناطیسی
ز) دیامغناطیسی
ژ) فرومغناطیس نرم
س) فرومغناطیسی سخت
ش) پارامغناطیسی
ص) نادرست
ض) نیکلی

---

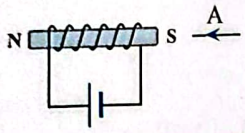
۳۴۲. الف) مواد فرومغناطیسی نرم در اثر میدان مغناطیسی به سادگی آهنربا می‌شوند و پس از حذف این میدان، به سادگی نیز خاصیت آهنربایی خود را از دست می‌دهند. اما مواد فرومغناطیسی سخت در حضور آهنربا به سختی آهنربا شده و به سختی نیز این خاصیت را از دست می‌دهند.
ب) مادهٔ پارامغناطیسی مانند اورانیم، پلاتین، سدیم، اکسیژن
مادهٔ دیامغناطیسی مانند مس، نقره، سرب و بیسموت

---

۳۴۳. الف) نادرست
ب) سخت
پ) دیامغناطیس
ت) پارامغناطیس
ث) پارامغناطیس
ج) درست
چ) نادرست
ح) سخت
خ) نرم - سخت

---

۳۴۴. الف) با توجه به این‌که جهت جریان در سیملوله به صورت ساعتگرد است سمت راست سیملوله قطب S و سمت چپ آن قطب N را نشان می‌دهد.
ب) برای ساخت آهنربای الکتریکی مواد فرومغناطیس نرم مناسب‌اند. بنابراین آهن بهتر است.
پ) چون جهت میدان مغناطیسی بیرون از سیملوله از قطب N به سمت قطب S است، بنابراین جهت میدان در نقطهٔ A مطابق شکل خواهد بود:



---

۳۴۵. الف) تیغهٔ آهنی برادهٔ آهن بیشتری جذب می‌کند، چرا که آهن فرومغناطیس نرم بوده و به سهولت آهنربا می‌شود و خاصیت آهنربایی بیشتری از فولاد پیدا می‌کند.
ب) با جدا کردن تیغه‌ها از آهنربا، تمام براده‌هایی که به آهن چسبیده بودند فرو می‌ریزند زیرا آهن فرومغناطیس نرم است و پس از جدایی خاصیت آهنربایی خود را از دست می‌دهد اما در فولاد مقداری از براده‌ها می‌ریزند و مقداری همچنان باقی می‌مانند چون فولاد فرومغناطیس سخت است و پس از جدایی، مقداری از خاصیت آهنربایی را حفظ می‌کند.

---

۳۴۶. الف) این ماده فرومغناطیس نرم است زیرا به سهولت آهنربا شده است.
ب) آهن، چرا که فرومغناطیس نرم است، اما فولاد فرومغناطیس سخت و پلاتین پارامغناطیسی است.

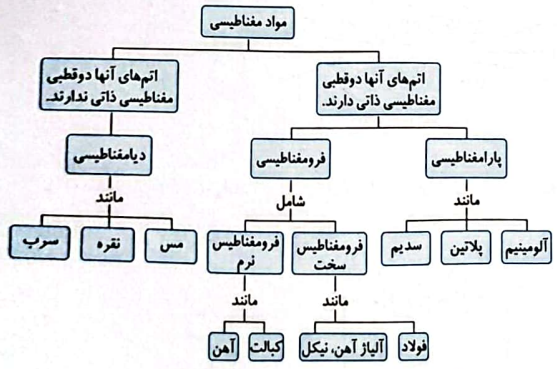
---

۳۴۷. مادهٔ (۱) پارامغناطیس مثل پلاتین، مادهٔ (۲) فرومغناطیس مثل آهن و مادهٔ (۳) آهنرباست.

---

۳۴۸. الف) شکل نشان‌دهندهٔ یک مادهٔ پارامغناطیسی است.
ب) سدیم و اکسیژن دو نمونه از مواد پارامغناطیسی هستند.
پ) با قرار دادن مواد پارامغناطیسی درون میدان مغناطیسی خارجی قوی، مثلاً نزدیک یک آهنربای قوی، دوقطبی‌های مغناطیسی آنها مانند عقربهٔ قطب‌نما در نزدیکی آهنربا رفتار می‌کنند و کمی در راستای خط‌های میدان مغناطیسی منظم می‌شوند. با دور کردن آهنربا از آنها، دوقطبی‌های مغناطیسی آنها دوباره به‌طور کاتوره‌ای سمت‌گیری می‌کنند.

۳۴۹.



---

۳۵۰. الف) ۲
ب) ۵
پ) ۴
ت) ۶