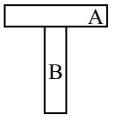
فصل دهم
مغناطیس

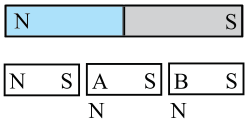
۲۳۸۳- گزینه‌ی ۱ در یـک آهن‌ربـا مکان‌هایی وجود دارد که خاصیت آهن‌ربایی در آن مکان‌ها از بقیه‌ی نقاط بیش‌تر اسـت و به آن‌ها قطب آهن‌ربا گفته می‌شود. در یک آهن‌ربای میله‌ای قطب‌های آهن‌ربا در دو سر آن قرار دارند و خاصیت آهن‌ربایی در وسط میله ناچیز است.



اگر دو میله را مطابق شکل به هم تماس دهیم چنانچه ربایش شدید باشد میله‌ی B آهن‌ربا و میله‌ی A آهن است (در واقع قطب آهن‌ربای B، میله‌ی آهنی را جذب کرده است) و چنانچه ربایش ناچیز باشد میله‌ی B آهن است که به وسط میله آهن‌ربای A وصل شده که خاصیت مغناطیسی در وسط میله کم است و ربایش ناچیز شده است.

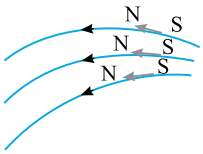
بنابراین می‌توان به کمک نیرویی که بر هم وارد می‌کنند آهن را از آهن‌ربا تشخیص داد، اما قطب‌های آهن‌ربا قابل تشخیص نیست.

۲۳۸۴- گزینه‌ی ۴ هرگاه یک آهن‌ربای میله‌ای را از وسـط نصف کنیم یا به n قسـمت تقسیم کنیم هر قسمت یک آهن‌ربای کامل است و مطابق شکل، مکان‌های A و B هر دو قطب N هستند.

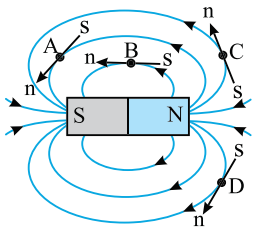


۲۳۸۵- گزینه‌ی ۳ میله‌ی A و C یک‌دیگر را می‌رانند، بنابراین هر دو آهن‌ربا هستند. اما ربایش B توسط A نتیجه‌ی قطعی به دست نمی‌دهد. زیرا هم قطب‌های غیرهم‌نام دو آهن‌ربا یک‌دیگر را می‌ربایند و هم جسم مغناطیسی جذب آهن‌ربا می‌شود. توجه داشته باشید که از دافعه (رانش) می‌توان نتیجه‌ی قطعی گرفت، اما از جاذبه (ربایش) نتیجه‌ی قطعی گرفته نمی‌شود.

۲۳۸۶- گزینه‌ی ۲ یک قطب‌نما همیشه مماس بر خطوط میدان قرار می‌گیرد. سر N قطب‌نما نیز سوی میدان را نشان می‌دهد.



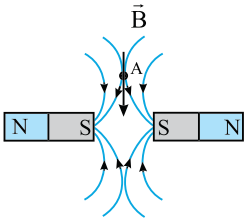
۲۳۸۷- گزینه‌ی ۳ در شـکل روبه‌رو طرز قرار گرفتن صحیح عقربه‌های A، B، C و D رسم شده است که نشان می‌دهد گزینه‌ی (۳) پاسخ درست است.



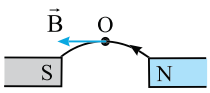
۲۳۸۸- گزینه‌ی ۱ عقربه‌ی مغناطیسی در شکل (۱) نادرست رسم شده است زیرا جهت فلش عقربه قطب n آن اسـت و سوی خطوط میدان را نشـان می‌دهد. همچنین قطب‌های همنام یک‌دیگر را می‌رانند بنابراین عقربه باید مطابق شکل روبه‌رو قرار بگیرد.

۲۳۸۹- گزینه‌ی ۱ خطوط میدان بین دو آهن‌ربای میله‌ای وقتی قطب‌های همنام آن‌ها (S) در مجاورت هم قرار دارند به صورت روبه‌رو است.

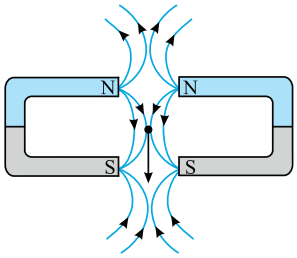
و بردار میدان مغناطیسـی $\vec{B}$ در هر لحظه بر خط میدان مماس و همسـو با خط‌های میدان است، بنابراین مطابق شکل گزینه‌ی (۲) درست است.



۲۳۹۰- گزینه‌ی ۲ بردار میدان مغناطیسـی B بر خط‌های میدان مماس و سـوی آن در سـوی خطوط میدان اسـت. بنابراین خط‌های میدان مغناطیسـی باید از P' به سوی P باشد یعنی P' قطب N و P قطب S است.

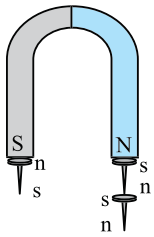


A **۲۳۹۱- گزینه‌ی ۲** با توجه به شکل روبه‌رو گزینه‌ی (۲) درست است.



A **۲۳۹۲- گزینه‌ی ۱** یک آهن‌ربا همواره دارای دو قطب N و S است و خطوط میدان بیرون آهن‌ربا از N به S و درون آن از S به N بوده و خطوط بسته هستند. اگر آهن‌ربا را از وسط نیز نصف کنیم مجدداً دو آهن‌ربای کامل به‌دست می‌آید که باز خطوط آن‌ها بسته هستند. بنابراین عبارت «خطوط میدان مغناطیسی خطوط بسته‌ای هستند» و عبارت «تک‌قطبی مغناطیسی وجود ندارد» معادل هم هستند. در واقع آهن‌ربایی با یک قطب وجود ندارد.

A **۲۳۹۳- گزینه‌ی ۱** هرگاه یک سوزن یا میخ آهنی را به یک آهن‌ربا نزدیک کنیم، در اثر القای مغناطیسی مطابق شکل سوزن یا میخ آهن‌ربا شده به گونه‌ای که قسمتی از سوزن که به یک قطب آهن‌ربا نزدیک است قطب ناهمنام با آن شده و جذب آهن‌ربا می‌شود. در این صورت مکان A باید قطب N میخ و مکان B نیز باید قطب N باشد.

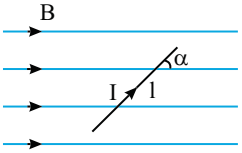


B **۲۳۹۴- گزینه‌ی ۴** ابتدا در اثر القای مغناطیسی نوک پایین سوزن‌ها قطب S شده و سوزن‌ها یک‌دیگر را می‌رانند و از هم دور می‌شوند. اما با نزدیک‌تر شدن آهن‌ربا به سوزن‌ها، سوزن‌ها به سوی آهن‌ربا جذب می‌شوند و به هم نزدیک می‌شوند.

A **۲۳۹۵- گزینه‌ی ۴** هنگامی‌که قطب‌های همنام در مجاورت هم قرار می‌گیرند خطوط میدان مطابق شکل گزینه‌ی ۴ بوده که کاملاً رانش مغناطیسی دو قطب همنام را به نمایش می‌گذارد.

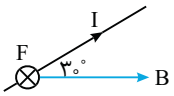
A **۲۳۹۶- گزینه‌ی ۲** کره‌ی زمین یک مغناطیس بزرگ است که قطب N آن نزدیک جنوب جغرافیایی و قطب S آن نزدیک قطب شمال جغرافیایی زمین است و سوی خطوط میدان مغناطیسی زمین از جنوب به شمال است.

A **۲۳۹۷- گزینه‌ی ۱** هرگاه یک سیم حامل جریان در یک میدان مغناطیسی قرار گیرد، نیرویی که بر سیم وارد می‌شود بر راستای سیم و بر میدان B عمود است و اندازه‌ی آن از رابطه‌ی $F=IlB\sin\alpha$ به‌دست می‌آید.



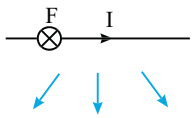
A **۲۳۹۸- گزینه‌ی ۱** نیروی وارد بر سیم حامل جریان برابر است با:

$$F=IlB\sin\alpha \Rightarrow F=1/5\times4\times0/2\times\frac{1}{2} \Rightarrow F=0/6N$$

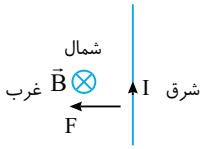


با توجه به قاعده‌ی دست راست نیروی وارد بر سیم درونسو است.

A **۲۳۹۹- گزینه‌ی ۴** نیروی الکترومغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان بر راستای سیم و راستای میدان عمود است و F بر هر سه بردار نشان داده شده عمود است و هر سه بردار می‌توانند جهت بردار میدان مغناطیسی باشند.

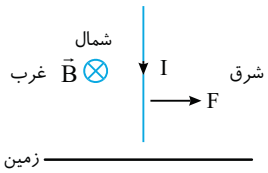


A **۲۴۰۰- گزینه‌ی ۴** سوی خطوط میدان مغناطیسی زمین از جنوب به شمال است و در استوا بردار میدان مغناطیسی زمین به موازات سطح زمین و عمود بر خط استوا است.
اگر جهت رو به شمال را درونسو و سیم حامل جریان را در صفحه‌ی کاغذ فرض کنیم بنا بر قاعده‌ی دست راست، نیروی وارد بر سیم به سمت چپ یعنی به سوی غرب خواهد بود.



۲۴۰۱- گزینه‌ی ۱ (B) سیم در امتداد قائم و عمود بر صفحه‌ی افقی است وقتی خطوط میدان با صفحه‌ی افقی زاویه‌ی ۳۰ درجه می‌سازند، زاویه‌ی بین خطوط میدان و سیم برابر $\alpha=۹۰-۳۰=۶۰^\circ$ می‌شود. اندازه‌ی نیروی وارد بر سیم برابر خواهد شد با:

به کمک قاعده‌ی دست راست جهت نیروی وارد بر سیم توسط میدان مغناطیسی کره‌ی زمین را به‌دست می‌آوریم. جهت جریان رو به پایین و جهت $\vec{B}$ درونسو (رو به شمال)، بنابراین F رو به شرق است.



۲۴۰۲- گزینه‌ی ۳ (A) با استفاده از رابطه‌ی نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی داریم:

$$F=IlB\sin\alpha\Rightarrow F=۵\times۱\times۰/۴\times\frac{۱}{۲}=۱N$$

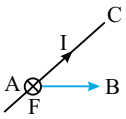
۲۴۰۳- گزینه‌ی ۳ (A) با توجه به رابطه‌ی نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی داریم:

$$F=IlB\sin\alpha\Rightarrow\frac{F_۲}{F_۱}=\frac{\sin۴۵^\circ}{\sin۳۰^\circ}=\frac{\frac{\sqrt{۲}}{۲}}{\frac{۱}{۲}}=\sqrt{۲}$$

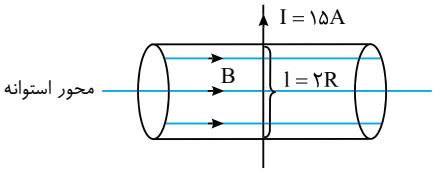
۲۴۰۴- گزینه‌ی ۳ (A) نیروی وارد بر دو قسمت AD و BC به علت آن‌که در راستای خطوط میدان مغناطیسی‌اند $(\theta=۰)$، برابر با صفر است. اما در مورد قسمت AC باید مقدار نیرو را حساب کنیم:

$$F_{AC}=BIl\sin\theta\Rightarrow F_{AC}=B\times I\times AC\sin\theta\xrightarrow{AC\sin\theta=AH}F_{AC}=B\times I\times AH\Rightarrow F_{AC}=۰/۸\times۲\times۰/۴=۰/۶۴\ N$$

جهت نیرو نیز با قانون دست راست، درونسو به‌دست می‌آید.



۲۴۰۵- گزینه‌ی ۲ (B) نیرویی که بر سیم I وارد می‌شود هنگامی بیشینه است که I عمود بر محور استوانه از وسط میدان بگذرد در این حالت بیش‌ترین طول سیم در میدان قرار می‌گیرد و بر آن نیروی زیر وارد می‌شود:



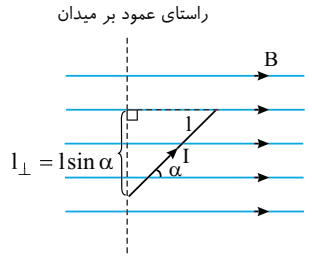
$$F=IlB\sin\alpha\Rightarrow F=۱۵\times(۲\times۴\times۱۰^{-۲})\times۰/۵\times\sin۹۰^\circ\Rightarrow F=۰/۶N$$

۲۴۰۶- گزینه‌ی ۳ (B) هرگاه یک سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی قرار می‌گیرد به آن نیروی زیر وارد می‌شود:

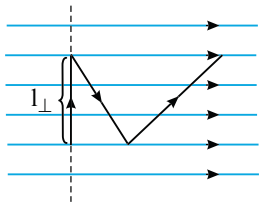
$$F=IlB\sin\alpha$$

با توجه به شکل، $l\sin\alpha$ تصویر l بر راستای عمود بر B است. بنابراین:

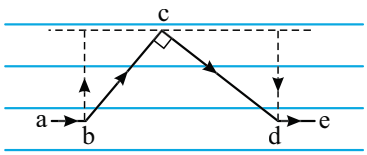
$$F=Il_\perp B$$



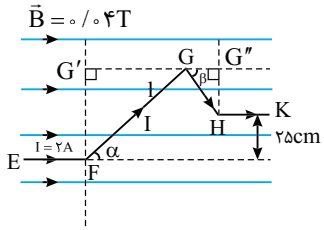
حال به حل مسأله برمی‌گردیم؛ تصویر هر سه سیم L_A، L_B و L_C بر راستای عمود بر میدان یکسان است. بنابراین نیروی وارد بر هر سه سیم با هم برابر است.



B **۲۴۰۷- گزینه‌ی ۴** اگر به شـکل روبه‌رو دقت کنید تصویر سیم bc در امتداد عمود بر میدان برابر تصویر سیم cd در امتداد عمود بر میدان بوده، اما سوی جریان آن‌ها مخالف هم اسـت. پس نیروی وارد بر سـیم bc با cd برابر و در خلاف جهت هم خواهد بود و برآیند نیروها صفر است.



C **۲۴۰۸- گزینه‌ی ۱** نیروی وارد بر سیم EF و HK که موازی میدان هستند صفر است.



نیروی وارد بر سیم FG برابر است با:

$$F_{FG}=IB(FG)\sin\alpha = IB(FG')$$

که این نیرو بنا بر قاعده‌ی دست راست درونسو است.

نیروی وارد بر سیم GH برابر است با:

که این نیرو بنا بر قاعده‌ی دست راست برونسو است.

بنابراین نیروی برآیند وارد بر کل سیم برابر خواهد شد با:

$$\sum F=F_{FG}-F_{GH}=IB(FG')-IB(G''H)=IB(FG'-G''H)$$

با توجه به شکل داریم $FG'-G''H=۲۵cm$، در این صورت:

$$\sum F=۲\times۰/۰۴\times۰/۲۵=۰/۰۲N$$

A **۲۴۰۹- گزینه‌ی ۴** جهت میدان مغناطیسی از N به S و جهت جریان الکتریکی از قطب مثبت به منفی است. با استفاده از قانون دست راست، نیرو به سمت راست به‌دست می‌آید.

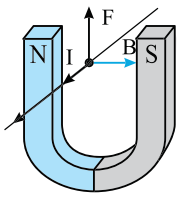
A **۲۴۱۰- گزینه‌ی ۳** میدان مغناطیسی در امتداد محور y و عمود بر سیم حامل جریان است. $(\alpha=۹۰^\circ)$

$$F=IlB\sin۹۰^\circ\Rightarrow F=۴\times۰/۰۱\times۰/۲\times۱=۸\times۱۰^{-۳}N$$

A **۲۴۱۱- گزینه‌ی ۴** مؤلفه‌ای از میدان بر سیم نیرو وارد می‌کند که عمود بر سیم است و مؤلفه‌ای از میدان مغناطیسی که موازی با سیم حامل جریان است به سیم نیرو وارد نمی‌کند. پس فقط مؤلفه B_y باعث وارد شدن نیرو بر سیم که منطبق بر محور x است، می‌شود.

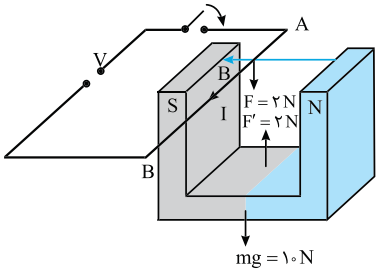
$$F=IlB_y\sin۹۰^\circ=۲۰\times۱\times۰/۳\times۱\Rightarrow F=۶N$$

B **۲۴۱۲- گزینه‌ی ۲** با توجه به قاعده‌ی دسـت راسـت هنگامی‌که از سـیم جریان می‌گذرد توسـط میدان مغناطیسی آهن‌ربا نیروی F رو به بالا بر سیم وارد می‌شود.



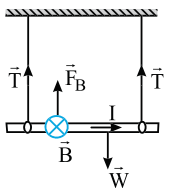
بنا بر قانون سوم نیوتون توسط سیم نیرویی برابر F توسط سیم حامل جریان بر آهن‌ربا رو به پایین وارد می‌شود که سبب می‌گردد نیروسنج، نیرویی بزرگ‌تر از وزن آهن‌ربا را نشان دهد.

B **۲۴۱۳- گزینه‌ی ۳** وقتی کلید باز اسـت، ترازو وزن آهن‌ربا را که ۱۰ نیوتون اسـت نشـان می‌دهد. با بسته شدن کلید، ترازو عدد کم‌تری (۸N) نشان می‌دهد. این تغییر نشان می‌دهد که از طرف سیم AB به آهن‌ربا نیرویی برابر با ۲ نیوتون به سمت بالا وارد می‌شود. طبق قانون سـوم نیوتون، واکنش این نیرو از طرف میدان آهن‌ربا به سـیم AB باید برابر با ۲ نیوتون و به سـمت پایین باشـد. با توجه به جهت خطوط میدان مغناطیسی (از N به S)، با قاعده‌ی دست راست جریان الکتریکی از A به B به‌دست می‌آید. اندازه‌ی میدان برابر خواهد بود با:



$$F=IlB\sin۹۰^\circ\Rightarrow۲=۲۰\times۰/۱\times B\times۱\Rightarrow B=۱T$$

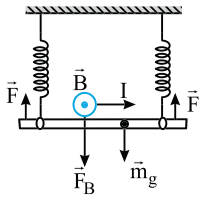
B **۲۴۱۴- گزینه‌ی ۲** با توجه به قاعده‌ی دست راست، نیرویی که از طرف میدان مغناطیسی به میله وارد می‌شود رو به بالا است. میله ساکن است، پس برآیند نیروهای وارد بر آن صفر است:



$$\sum F=۰\Rightarrow ۲T+F_B=W$$

$$۲T+IlB=mg\Rightarrow ۲T+۳\times۰/۴\times۰/۴=۰/۱\times۱۰\Rightarrow ۲T=۰/۵۲\Rightarrow T=۰/۲۶N$$

B **۲۴۱۵- گزینه‌ی ۴** با توجه به قاعده‌ی دست راست، نیرویی که از طرف میدان مغناطیسی به میله وارد می‌شود رو به پایین است. میله ساکن و برآیند نیروهای وارد بر آن صفر است:



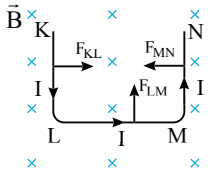
$$\sum F=0 \Rightarrow 2F=W+F_B \Rightarrow 2F=mg+IlB \Rightarrow 2F=1\times10+3\times2\times0/4$$

$$F=\frac{12/4}{2} \Rightarrow F=6/2\ N$$

حال می‌توان تغییر طول فنر را به‌دست آورد:

$$F=k\Delta L \Rightarrow 6/2=100\Delta L \Rightarrow \Delta L=6/2\times10^{-2}m=6/2\ cm$$

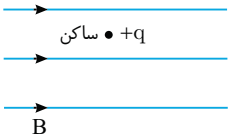
B **۲۴۱۶- گزینه‌ی ۱** به کمک قاعده‌ی دست راست نیروی وارد بر هر قسمت از سیم را به‌دست می‌آوریم. نیروی وارد بر KL به سمت چپ و نیروی وارد بر MN به سمت راست بوده و یک‌دیگر را خنثی می‌کنند اما نیروی وارد بر سیم LM رو به بالا است از این رو میله‌ی شکل رو به بالا حرکت می‌کند.



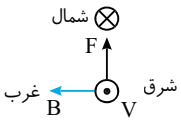
A **۲۴۱۷- گزینه‌ی ۱** بر بار متحرک در میدان مغناطیسی نیروی $F=qvB\sin\alpha$ وارد می‌شود که در آن F برحسب نیوتون، q بر حسب کولن، v بر حسب متر بر ثانیه و B بر حسب تسلا است. بنابراین:

$$\cdot/4\times10^{-6}=\frac{1}{2/5\times10^{5}}\times\frac{5\times10^{-6}}{3/4\times10^{17}}\times\cdot/4\times10^{6} \Rightarrow \frac{\cdot/4\times10^{-6}}{\frac{1}{2/5\times10^{5}}}=\frac{5\times10^{-6}}{3/4\times10^{17}}$$

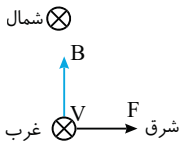
A **۲۴۱۸- گزینه‌ی ۲** بر بار الکتریکی ساکن در میدان مغناطیسی نیرو وارد نمی‌شود. البته بر بار الکتریکی متحرک نیز اگر در راستای میدان مغناطیسی حرکت کند، میدان مغناطیسی بی‌اثر است. اما در صورت مسأله کلمه‌ی همواره به‌کار رفته است و گزینه‌ی (۱) نمی‌تواند جواب باشد.



A **۲۴۱۹- گزینه‌ی ۱** اگر جهت رو به شمال را درونسو فرض کنیم سرعت الکترون که رو به جنوب است برونسو خواهد بود قرار بر این است که تحت تأثیر میدان مغناطیسی، الکترون رو به بالا منحرف شود یعنی نیرو به سمت بالا باشد، در این صورت طبق قاعده‌ی دست چپ، میدان مغناطیسی برای بار منفی، باید رو به غرب باشد.

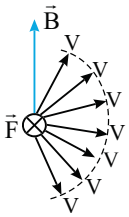


A **۲۴۲۰- گزینه‌ی ۳** پروتون دارای بار مثبت است. اگر جهت شمال را درونسو بگیریم، سرعت پروتون نیز درونسو است. قرار این است که پروتون به سوی شرق منحرف شود یعنی نیروی وارد بر آن رو به شرق باشد. در این صورت انگشت شست به سوی شرق (سمت راست) است و قطعاً کف دست رو به بالای صفحه‌ی کاغذ قرار می‌گیرد.

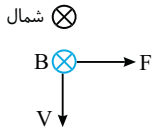


A **۲۴۲۱- گزینه‌ی ۴** سرعت ذره هنگام گذر از میدان مغناطیسی تغییر نکرده است. در این صورت ممکن است ذره دارای بار الکتریکی بوده اما سرعتش در راستای میدان مغناطیسی باشد در این صورت، سرعت ذره تغییر نمی‌کند و یا ممکن است ذره بدون بار باشد. بنابراین گزینه‌ی (۴) که در آن الزامی بیان نشده است پاسخ درست می‌باشد.

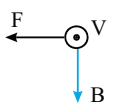
B **۲۴۲۲- گزینه‌ی ۴** دقت کنید که نیروی F وارد بر بار الکتریکی بر راستای سرعت و میدان مغناطیسی عمود است از این‌رو با توجه به قاعده‌ی دست چپ برای بار منفی تمام بردارهای سرعت که در نیم‌صفحه‌ی سمت چپ B هستند می‌توانند بردار سرعت الکترون باشند.



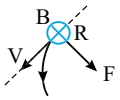
A **۲۴۲۳- گزینه‌ی ۱** جهت بردار میدان مغناطیسی در استوا موازی سطح زمین و از جنوب به شمال است. بار مثبت در حال حرکت به سوی سطح زمین است بنابراین مطابق شکل بنا بر قاعده‌ی دست راست نیروی وارد بر بار به سوی شرق است.



A **۲۴۲۴- گزینه‌ی ۱** بار الکترون منفی است به کمک قاعده‌ی دست چپ چهار انگشت دست چپ خود را به سوی سینه‌ی خود نشان بگیرید به گونه‌ای که انگشت شست شما به سوی سمت چپ شما باشد در این صورت قطعاً کف دست شما رو به پایین است. بنابراین جهت میدان مغناطیسی از بالا به پایین می‌باشد.

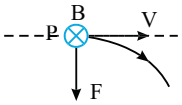


A **۲۴۲۵- گزینه‌ی ۳** بار R طبق قاعده‌ی دست راست منحرف شده است، بنابراین دارای بار مثبت است.

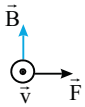


بار Q بدون انحراف عبور کرده بنابراین خنثی است.

بار P طبق قاعده‌ی دست چپ منحرف شده است، بنابراین دارای بار منفی است.



A **۲۴۲۶- گزینه‌ی ۲** بنا بر قاعده‌ی دست راست جهت میدان به‌دست می‌آید. اما الکترون دارای بار منفی است، از این‌رو یا باید جهت سرعت را درونسو در نظر گرفت و از دست راست استفاده کرد یا باید دست چپ را به کار برد، ما از دست چپ استفاده می‌کنیم.
چهار انگشت دست چپ را رو به بالا می‌گیریم، به گونه‌ای که انگشت شست جهت نیرو را نشان دهد. در این صورت کف دست جهت میدان را مطابق شکل نشان می‌دهد.

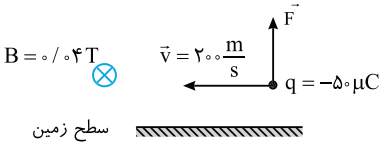


A **۲۴۲۷- گزینه‌ی ۲** ذره‌ی آلفا هسته‌ی هلیوم دو بار مثبت است بنابراین بار آن $q=۲\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C$ است و نیرویی که از طرف میدان بر آن وارد می‌شود برابر است با:

A **۲۴۲۸- گزینه‌ی ۱** با استفاده از رابطه‌ی نیرویی که از طرف میدان مغناطیسی بر بار الکتریکی متحرک وارد می‌شود داریم:

$$F=qvB\sin\alpha \Rightarrow F=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\times۵\times۱۰^{۶}\times۲\times۱۰^{-۲}\times\frac{۱}{۲} \Rightarrow F=۸\times۱۰^{-۱۵}N$$

A **۲۴۲۹- گزینه‌ی ۳** جهت رو به شمال را درونسو درنظر می‌گیریم. مطابق شکل و با استفاده از قانون دست راست برای بار منفی، جهت نیرو به سمت بالاست.



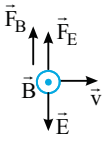
$$F=qvB\sin\alpha=۵۰\times۱۰^{-۶}\times۲۰۰\times۰/۰۴\times\sin۹۰^{\circ}=۴\times۱۰^{-۴}N$$

B **۲۴۳۰- گزینه‌ی ۳** ذره‌ی آلفا دارای ۲ نوترون و ۲ پروتون بوده و بار آن مثبت است. در صورتی که ذره‌ی بتا، دارای یک الکترون و بار آن منفی است. پس بار آلفا دو برابر بار بتا و نیروی وارد بر آن دو برابر نیروی وارد بر ذره‌ی بتا می‌باشد. جرم ذره‌ی آلفا بسیار بیشتر از ذره‌ی بتا و شتابی که پیدا می‌کند بسیار کم‌تر از ذره‌ی بتا است و کم‌تر منحرف می‌شود. با توجه به تفاوت علامت، این دو ذره در سوی مخالف هم منحرف می‌شوند.

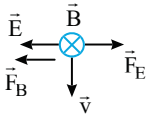
A **۲۴۳۱- گزینه‌ی ۳** هرگاه بار الکتریکی متحرک در راستای میدان مغناطیسی حرکت کند بر آن نیرویی وارد نمی‌شود در صورت مسأله بیان شده که میدان در راستای قائم و حرکت بار نیز در راستای قائم است، پس موازی با میدان حرکت کرده و بر آن نیرویی وارد نمی‌شود.

C **۲۴۳۲- گزینه‌ی ۳** در اطراف بار الکتریکی همواره میدان الکتریکی وجود دارد. هرگاه بار الکتریکی حرکت کند در اطراف آن علاوه بر میدان الکتریکی، میدان مغناطیسی به‌وجود می‌آید. البته باید بدانیم که حرکت نسبی است یعنی اگر ناظر به سوی بار حرکت کند مانند این است که بار نسبت به ناظر در حرکت است و اسباب‌های اندازه‌گیری ناظر در اطراف بار الکتریکی (الکترون) علاوه بر میدان الکتریکی، میدان مغناطیسی را نشان می‌دهند.

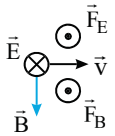
B **۲۴۳۳- گزینه‌ی ۲** میدان الکتریکی بر بار منفی در خلاف جهت میدان نیرو وارد می‌کند، اما میدان مغناطیسی بر بار نیرویی عمود بر راستای میدان و بر راستای سرعت بار وارد می‌کند. برای آن‌که الکترون منحرف نشود باید برآیند نیروهای وارد بر آن صفر باشد.
در گزینه‌ی (۱)، نیروی F_E و F_B هر دو رو به بالا بوده و یک‌دیگر را خنثی نمی‌کنند.



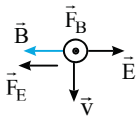
در گزینه‌ی (۲)، نیرویی که میدان الکتریکی بر الکترون وارد می‌کند به سمت راست و نیرویی که توسط میدان مغناطیسی بر الکترون وارد می‌شود، بنا بر قاعده‌ی دست راست، رو به چپ است و می‌توانند هم‌دیگر را خنثی کنند.



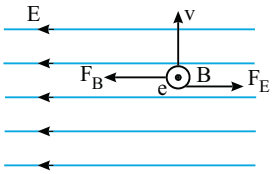
در گزینه‌ی (۳)، نیرویی که میدان الکتریکی بر بار وارد می‌کند، برونسو و همچنین نیرویی که میدان مغناطیسی بر بار وارد می‌کند برونسو بوده و یک‌دیگر را خنثی نمی‌کنند.



در گزینه‌ی (۴)، نیرویی که میدان الکتریکی بر الکترون وارد می‌کند به سمت چپ و نیرویی که میدان مغناطیسی بر بار وارد می‌کند برونسو است، پس یک‌دیگر را خنثی نمی‌کنند.



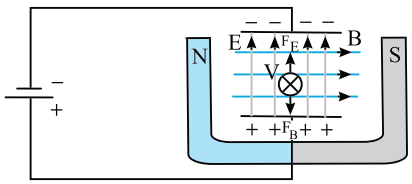
A **۲۴۳۴- گزینه‌ی ۱** باید نیروی وارد بر الکترون توسط میدان الکتریکی و میدان مغناطیسی هم‌اندازه و در خلاف جهت هم باشد:



$$F_B=F_E \Rightarrow qvB\sin\alpha=qE \xrightarrow{\alpha=90^\circ} vB=E \Rightarrow v=\frac{E}{B}$$

B **۲۴۳۵- گزینه‌ی ۴** راستای حرکت ذره نسبت به دو میدان مغناطیسی و الکتریکی مشخص نشده است از این رو هر حالتی ممکن است. اگر نیروی میدان الکتریکی و نیروی میدان مغناطیسی وارد بر ذره هم‌اندازه و در خلاف جهت هم باشد، اثر هم را خنثی کرده و بزرگی سرعت تغییر نمی‌کند، اما اگر این دو نیرو با هم زاویه بسازند ممکن است برآیند در جهت سرعت بوده و بزرگی سرعت را افزایش دهد و اگر در خلاف جهت سرعت باشد، بزرگی سرعت را کاهش می‌دهد.

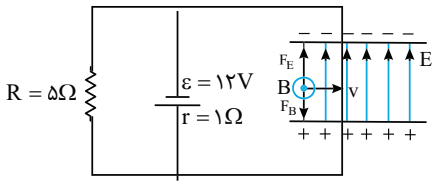
B **۲۴۳۶- گزینه‌ی ۳** صفحه‌ی پایینی خازن به پایانه‌ی مثبت باتری متصل، بنابراین دارای بار مثبت است و جهت میدان الکتریکی خازن از پایین به بالا بوده و بر بار مثبت در جهت میدان الکتریکی نیرو وارد می‌شود پس F_E رو به بالا بر بار وارد می‌شود. برای آن‌که بار از مسیرش منحرف نشود باید نیرویی که از طرف میدان مغناطیسی آهن‌ربای نعلی شکل بر آن وارد می‌شود رو به پایین باشد. از این‌رو با توجه به قاعده‌ی دست راست برای بار مثبت باید میدان مغناطیسی از چپ به راست باشد. بنابراین قطب N آهن‌ربای نعلی شکل باید در سمت چپ خازن قرار گیرد.



B **۲۴۳۷- گزینه‌ی ۱** ابتدا اختلاف پتانسیل دو سر خازن را به‌دست می‌آوریم:

$$I=\frac{\varepsilon}{R+r}\Rightarrow I=\frac{۱۲}{۵+۱}=۲A$$

$$V_C=V_R=IR \Rightarrow V_C=۲\times۵=۱۰V$$



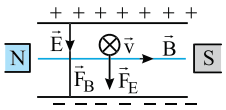
سپس میدان الکتریکی بین صفحه‌های خازن را به‌دست می‌آوریم:

$$E=\frac{V}{d} \Rightarrow E=\frac{۱۰}{۰/۰۵} \Rightarrow E=۲۰۰\frac{N}{C}$$

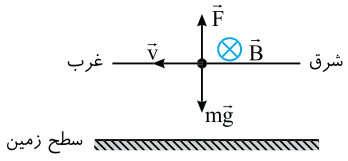
میدان الکتریکی از پایین به بالا است و بر بار مثبت q نیروی $F_E=qE$ را رو به بالا وارد می‌کند. برای آن‌که بار منحرف نشود باید میدان مغناطیسی نیروی $F_B=qvB$ را رو به پایین بر بار $+q$ وارد کند. به همین دلیل بنا بر قاعده‌ی دست راست باید جهت میدان مغناطیسی برونسو باشد. بنابراین:

$$F_B=F_E \Rightarrow qvB=qE \Rightarrow v=\frac{E}{B}=\frac{۲۰۰}{۵\times۱۰^{۲}\times۱۰^{-۴}} \Rightarrow v=۴۰۰۰\frac{m}{s}$$

A **۲۴۳۸- گزینه‌ی ۲** نیرویی که توسط میدان الکتریکی بر بار وارد می‌شود (F_E)، مطابق شکل، رو به پایین است. همچنین با توجه به قاعده‌ی دست راست نیرویی که میدان مغناطیسی بر بار وارد می‌کند رو به پایین است، پس ذره به طرف پایین منحرف می‌شود.



B **۲۴۳۹- گزینه‌ی ۱** جهت شمال را درونسو در نظر می‌گیریم، نیروی F باید برابر و در خلاف جهت وزن ذره باشد. پس با توجه به قانون دست راست و منفی بودن بار ذره، میدان مغناطیسی باید درونسو یعنی به سمت شمال باشد.



$$F=mg\Rightarrow qvB\sin\alpha=mg$$

$$\Rightarrow ۴\times۱۰^{-۶}\times۲۰۰\times B\times۱=۰/۰۲\times۱۰^{-۳}\times۱۰\Rightarrow B=۰/۲۵T$$

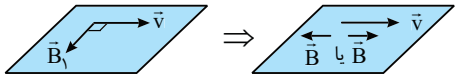
۲۴۴۰- گزینه‌ی ۳ **راه‌حل اول:** نیرویی که میدان مغناطیسی بر بار q وارد می‌کند در هر نقطه از مسیر بر سرعت عمود بوده و این نیرو مؤلفه‌ای در راستای سرعت جسم ندارد و **اندازه‌ی** سرعت جسم را تغییر نمی‌دهد بنابراین انرژی جنبشی جسم ثابت می‌ماند.

راه‌حل دوم: نیرویی که میدان مغناطیسی بر بار q وارد می‌کند در هر نقطه از مسیر بر سرعت عمود است بنابراین کار این نیرو در مسیر حرکت صفر است:

از طرفی بنا بر قضیه‌ی کار و انرژی، کار نیروی وارد بر جسم برابر تغییر انرژی جنبشی جسم است، بنابراین:

$W_B = 0 \Rightarrow \Delta K = 0 \Rightarrow$ انرژی جنبشی تغییر نمی‌کند.

۲۴۴۱- گزینه‌ی ۳ در ابتدا بار به صورت عمود بر میدان حرکت می‌کند.



$F_1 = qvB\sin 90^\circ = qvB$

وقتی جهت میدان در همان صفحه‌ی میدان و سرعت، $\frac{\pi}{2}$ تغییر کند، میدان در امتداد سرعت خواهد بود و زاویه‌ی بین v و B، صفر یا ۱۸۰ درجه خواهد شد، بنابراین $F_2 = qvB \times 0 = 0$، پس نیرو به اندازه‌ی qvB تغییر کرده است.

۲۴۴۲- گزینه‌ی ۴ بار در جهت مثبت محور xها در حرکت است، میدان الکتریکی نیز در جهت مثبت xها است. بر بار مثبت در جهت میدان الکتریکی نیروی $F = qE$ وارد می‌شود.

$F_E = 4\times10^{-6}\times10^5 \Rightarrow F_E = 0/4\,N \Rightarrow \vec{F}_E = 0/4\vec{i}$

نیرویی که میدان مغناطیسی بر این ذره وارد می‌کند بر $\vec{B}$ و $\vec{v}$ عمود است. بنابراین در راستای محور zها است.

$F = qvB \Rightarrow F_B = 4\times10^{-6}\times10^6\times0/1 = 0/4\,N \Rightarrow \vec{F}_B = 0/4\vec{k}$

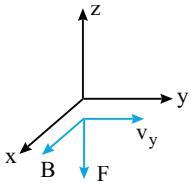
نیروی F_E در راستای محور xها و نیروی F_B در راستای محور zها بوده و بر هم عمودند از این‌رو نیروی وارد بر بار برابر است با:

$F = \sqrt{F_E^2 + F_B^2} \Rightarrow F = 0/4\sqrt{2}\,N$

۲۴۴۳- گزینه‌ی ۲ **راه‌حل اول:** مؤلفه‌ای از سرعت که در امتداد میدان مغناطیسی است، سبب ایجاد نیرویی نمی‌شود و تنها مؤلفه‌ی y سرعت که عمود بر میدان $\vec{B} = 0/2\vec{i}$ است سبب می‌گردد که میدان بر بار نیرو وارد کند، از این‌رو:

$F = qv_yB\sin\alpha \Rightarrow F = 2\times10^{-6}\times4\times10^5\times0/2 \Rightarrow F = 0/16\,N$

با توجه به قاعده‌ی دست راست نیروی وارد بر بار در خلاف جهت محور zها خواهد بود.



راه‌حل دوم (برای رشته‌ی ریاضی):

نیرویی که بر بار الکتریکی در میدان وارد می‌شود ضرب خارجی زیر است:

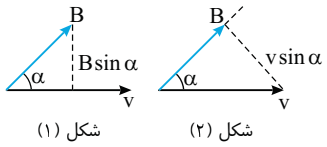
$\vec{F} = q\vec{v}\times\vec{B}$

حال مسأله را حل می‌کنیم.

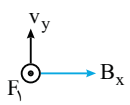
$\vec{F} = 2\times10^{-6}\left[(3\vec{i}\times4\vec{j})\times10^5\right]\times0/2\vec{i}$

می‌دانیم: $\vec{i}\times\vec{i} = 0$ و $\vec{j}\times\vec{i} = -\vec{k}$، بنابراین:

۲۴۴۴- گزینه‌ی ۲ **راه‌حل اول:** با توجه به رابطه‌ی $F = qvB\sin\alpha$ و دو شکل روبه‌رو می‌توان نتیجه گرفت که نیروی وارد بر بار برابر است با حاصل‌ضرب اندازه‌ی سرعت در تصویر بردار میدان بر راستای عمود بر سرعت (شکل ۱)، یا حاصل‌ضرب اندازه‌ی میدان در تصویر بردار سرعت بر راستای عمود بر میدان (شکل ۲). مفهوم عبارت‌های بیان شده این است که وقتی بار متحرک با سرعت $\vec{v} = v_x\vec{i} + v_y\vec{j}$ وارد میدان مغناطیسی $\vec{B} = B_x\vec{i} + B_y\vec{j}$ می‌شود، بر مؤلفه‌ی v_x سرعت، توسط مؤلفه‌ی B_y میدان و بر مؤلفه‌ی v_y سرعت توسط مؤلفه‌ی B_x میدان نیرو وارد می‌شود. این دو نیرو را به‌دست می‌آوریم و سپس با هم جمع برداری می‌کنیم:

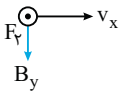


$F_1 = qv_yB_x\sin 90^\circ = 1/6\times10^{-19}\times7\times10^6\times0/2 = 2/24\times10^{-13}\,N$



این نیرو برونسو است.

$F_۲=qv_xB_y\sin ۹۰^\circ=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\times۲\times۱۰^۶\times۰/۳=۰/۹۶\times۱۰^{-۱۳}\,N$



این نیرو نیز برونسو است. پس: $F=F_۱+F_۲=۳/۲\times۱۰^{-۱۳}\,N$

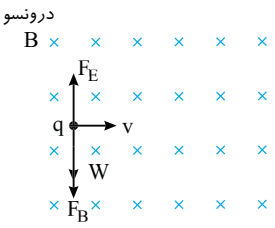
راه‌حل دوم: نیروی وارد بر بار متحرک به صورت حاصل‌ضرب برداری است. (در این رابطه باید علامت q قرار داده شود.)

$\vec{F}=q(\vec{v}\times\vec{B})$

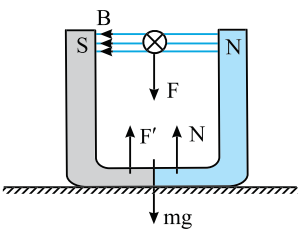
$\Rightarrow\vec{F}=-۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\times(۲\times۱۰^۶\vec{i}+۷\times۱۰^۶\vec{j})(۰/۲\vec{i}-۰/۳\vec{j})$

$=-۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\times(۲\times۱۰^۶\times(-۰/۳)\vec{k}-۷\times۱۰^۶\times۰/۲\vec{k})=-۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\times(-۲)\times۱۰^۶\vec{k}=۳/۲\times۱۰^{-۱۳}\vec{k}$

C **۲۴۴۵- گزینه‌ی ۱** نیروی وزن بر بار $q=-۵\mu C$ رو به پایین وارد می‌شود. میدان مغناطیسی نیز بنا بر قاعده‌ی دست چپ بر بار منفی نیرویی رو به پایین وارد می‌کند. برای آن‌که ذره از مسیرش منحرف نشود باید توسط میدان الکتریکی نیرویی مطابق شکل رو به بالا بر بار منفی وارد شود تا W و F_B را خنثی کند. از طرفی باید میدان الکتریکی رو به پایین باشد تا بر بار منفی نیروی F_E را رو به بالا وارد کند. در این صورت:



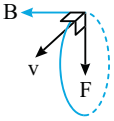
B **۲۴۴۶- گزینه‌ی ۴** تکیه‌گاه باید نیرویی برابر $mg=۲N$ بر آهن‌ربا وارد کند اما نیروی کم‌تری برابر ۱/۸N بر آن وارد کرده است. بنابراین نیروی $F'=۲-۱/۸=۰/۲N$ در اثر حرکت ذره‌ی باردار بر آهن‌ربا رو به بالا وارد شده است و آهن‌ربا توسط میدان مغناطیسی‌اش، نیروی F را رو به پایین بر بار وارد کرده است. در این صورت بار ذره باید منفی باشد و خواهیم داشت:



$F=qvB\sin\alpha\Rightarrow۰/۲=q\times۱۰^۶\times۵\times۱۰^{-۵}\times۱\Rightarrow q=\frac{۰/۲}{۵۰}=۴\times۱۰^{-۳}C$

البته همان‌گونه که بیان شد بار منفی است.

B **۲۴۴۷- گزینه‌ی ۲** نیروی میدان مغناطیسی در هر نقطه بر v عمود است و v نیز مماس بر مسیر است، بنابراین F رو به مرکز دایره و در امتداد شعاع دایره است.



در یک نقطه مانند شکل جهت F و v را داریم و با استفاده از قانون دست راست، جهت میدان مغناطیسی به‌دست می‌آید.

A **۲۴۴۸- گزینه‌ی ۲** با توجه به رابطه‌ی میدان مغناطیسی در اطراف سیم راست و طویل حامل جریان داریم:

$B=\frac{\mu_۰}{۲\pi}\frac{I}{r}\Rightarrow B=۲\times۱۰^{-۷}\times\frac{۲۰}{۰/۱}=۴\times۱۰^{-۵}T=۰/۴G$

A **۲۴۴۹- گزینه‌ی ۲** میدان مغناطیسی را در هر دو حالت نوشته و بر هم تقسیم می‌کنیم:

$$\begin{cases}B_۱=\frac{\mu_۰I}{۲\pi r_۱}=\frac{\mu_۰I}{۲\pi\times۰/۲}\\ B_۲=\frac{\mu_۰I}{۲\pi r_۲}=\frac{\mu_۰I}{۲\pi\times(۰/۲+۰/۳)}=\frac{\mu_۰I}{۲\pi\times۰/۵}\end{cases}\Rightarrow\frac{B_۲}{B_۱}=\frac{۲}{۵}=۰/۴$$

A **۲۴۵۰- گزینه‌ی ۴** میدان مغناطیسی با جریان گذرنده از سیم نسبت مستقیم و با فاصله از سیم نسبت وارون دارد.

$B_۱=\frac{\mu_۰I}{۲\pi r}$

$B_۲=\frac{\mu_۰\frac{I}{۲}}{۲\pi\times۲r}=\frac{۱}{۴}\frac{\mu_۰I}{۲\pi r}=\frac{۱}{۴}B_۱$