❖ فصل سوم: مغناطیس

۳-۱ مغناطیس:(آهن ربا)

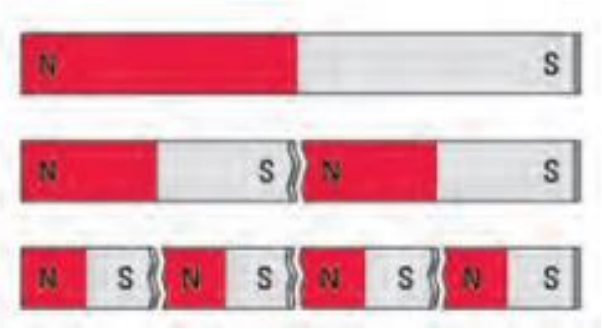
اجسامی هستند که می‌توانند آهن یا مواد مغناطیسی را به خود جذب کنند.

۳-۲ مواد مغناطیسی:

اجسام یا موادی هستند که جذب آهن ربا می‌شوند. مانند آهن، فولاد، نیکل،کوبالت و بعضی از آلیاژهای آن‌ها.

۳-۳ قطب‌های آهن ربا:

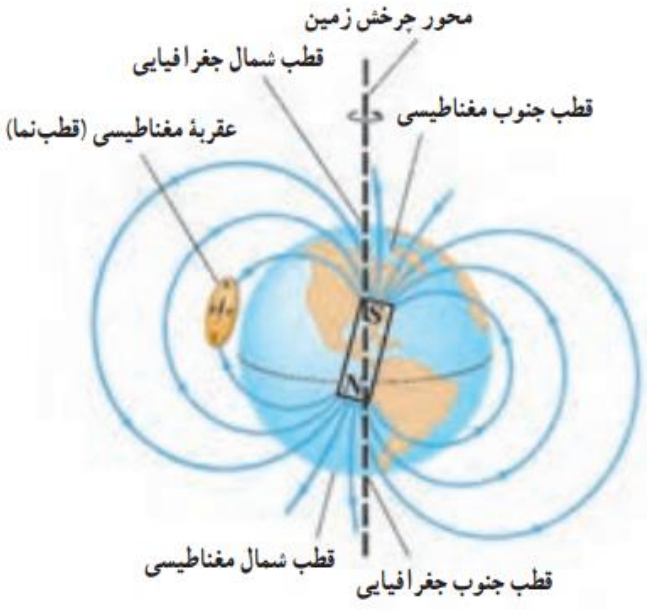
مکان‌هایی از آهن ربا است که دارای خاصیت مغناطیسی بیشتری می‌باشد.



مثال۱: با شرح آزمایشی توضیح دهید چگونه می‌توان قطب‌های آهن ربا را تعیین کرد.

مثال۲: برهمکنش میان قطب‌های آهن ربا چگونه است.

نکته۱: زمین خود یه آهن ربای بسیار بزرگ است که قطب **N** و **S** آن تقریبا در راستای قطب شمال و جنوب زمین می‌باشند.

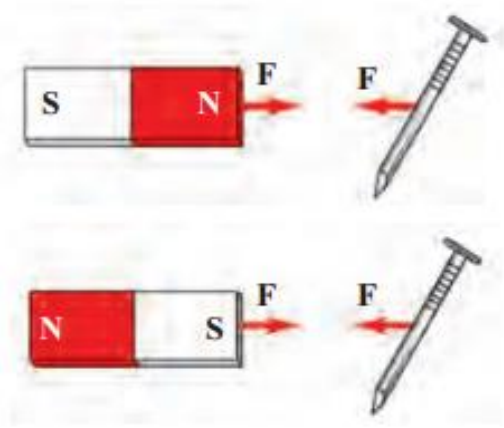


۳-۴ القا خاصیت مغناطیسی:

ایجاد خاصیت مغناطیسی در یک ماده را القای خاصیت مغناطیسی می‌گویند. اگر یک ماده‌ی مغناطیسی در مجاور یک آهن ربا قرار گیرد در آن ماده‌ی مغناطیسی خاصیت مغناطیسی ایجاد می‌شود. در القای مغناطیسی قطب‌های غیر همنام در مجاور هم قرار می‌گیرند.

۳-۵ میدان مغناطیسی($\boldsymbol{B}$):

خاصیتی از فضای اطراف یک آهن ربا است که اگر یک ماده‌ی مغناطیسی در آن فضا قرار گیرد به آن نیرو وارد می‌شود. اصطلاحا به این خاصیت، خاصیت مغناطیسی می‌گویند و کمیتی است برداری که دارای اندازه و جهت است.



مثال۳: تسلا معادل کدام یک از یکاهای زیر است؟

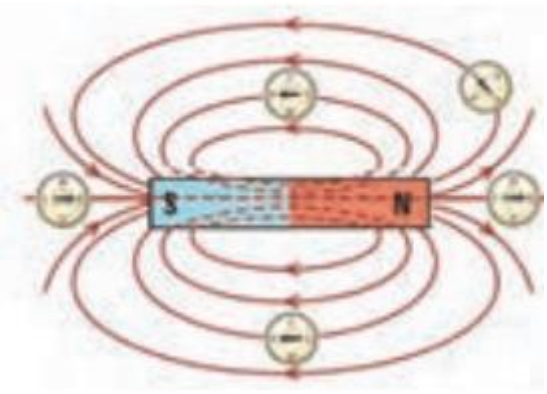
۱) $\frac{N}{A.m}$ ۲) $\frac{N.m}{A}$ ۳) $\frac{N.s}{C.m}$ ٤) گزینه ۱ و ۳

۳-۶ عقربه‌ی مغناطیسی:

به قطب نمایی مغناطیسی عقربه‌ی مغناطیسی می‌گوییم و جهت آن از S به N است.

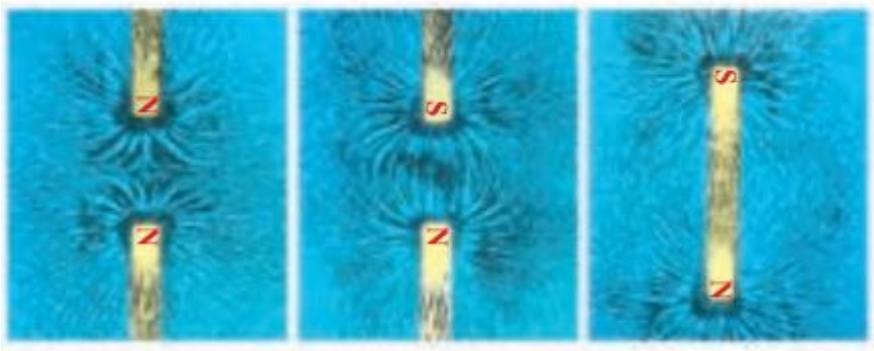
۳-۷ تعیین جهت خطوط مغناطیسی در هر نقطه:

برای تعیین جهت میدان در هر نقطه عقربه‌ی مغناطیسی را در آن نقطه قرار می‌دهیم. جهت N در هر نقطه، جهت میدان مغناطیسی در آن نقطه را نشان می‌دهد.



۳-۸ نمایش میدان مغناطیسی:

برای مشاهده‌ی و نمایش میدان مغناطیسی روی یک صفحه مقداری براده‌ی آهن می‌ریزیم و در زیر آن یک یا چند آهن ربا قرار می‌دهیم. سپس ضربه‌ای بر آن وارد می‌کنیم. مشاهده می‌شود که براده‌های آهن ربا در اثر القای مغناطیسی روی طرح منظمی قرار می‌گیرند که بدین وسیله می‌توان میدان مغناطیسی را ظاهر و خطوط آن را مشاهده کرد.



نکته۲: ویژگی‌های خطوط میدان مغناطیسی:

الف- از قطب N خارج و به طرف قطب S است.

ب- خط مماس در هر نقطه راستای میدان مغناطیسی را نشان می‌دهد.

ج- هر چه تراکم خطوط بیشتر باشد اندازه‌ی میدان مغناطیسی قوی‌تر است.

چ- خطوط میدان مغناطیسی هیچگاه همدیگر را قطع نمیکنند.

مثال٤: هنگامیکه آهن‌ربا در نزدیکی عقربه‌ی مغناطیسی قرار گیرد عقربه می‌چرخد تا.....

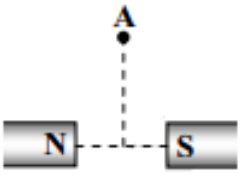
۱) عمود بر خطوط میدان مغناطیسی قرار گیرد و قطب S آن به قطب N آهن‌ربا نزدیک‌تر می‌شود.

۲) عمود بر خطوط میدان مغناطیسی قرار گیرد و قطب N آن به قطب S آهن‌ربا نزدیک‌تر می‌شود.

۳) در امتداد میدان مغناطیسی آهن‌ربا قرار می‌گیرد و قطب S آن، سوی میدان مغناطیسی را نشان می‌دهد.

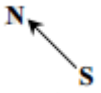
٤) در امتداد میدان مغناطیسی آهن‌ربا قرار می‌گیرد و قطب N آن، سوی میدان مغناطیسی را نشان می‌دهد.

مثال٥: دو آهن‌ربا مطابق شکل روبه‌روی هم قرار دارند به طوریکه قطب N قوی‌تر از قطب S است. چنانچه قطب‌نمایی را در نقطه‌ی A قرار دهیم(نقطه‌ی A روی عمود منصف خط واصل دو آهن‌ربا قرار دارد)، کدام شکل جهت قرار گرفتن عقربه را درست نشان داده است؟



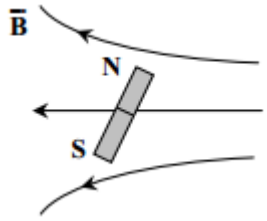
۱)

۲)

۳) 

٤)

مثال٦: آهن‌ربایی مطابق شکل درون میدان مغناطیسی B قرار دارد و می‌تواند آزادانه حرکت کند. کدام رفتار را برای آهن‌ربا پیش بینی می‌کنید؟



۱) به سمت راست حرکت می‌کند.

۲) به سمت چپ حرکت می‌کند.

۳) ساعتگرد می‌چرخد.

٤)پادساعتگرد می‌چرخد.

۳-۹ نیروی الکترومغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان:

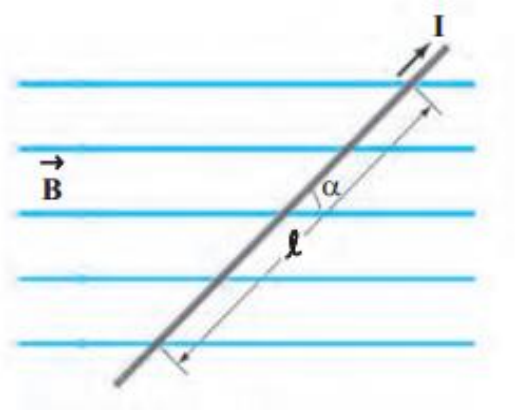
هر گاه سیمی به طول L در یک میدان مغناطیسی خارجی B که از آن جریان I عبور می‌کند قرار گیرد بر آن سیم نیروی الکترومغناطیسی F وارد می‌شود که اندازه‌ی آن نیرو به عامل‌های زیر بستگی دارد:

۱- با طول سیم رابطه‌ی مستقیم دارد.

۲- با شدت جریانی که از سیم می‌گذرد رابطه‌ی مستقیم دارد.

۳- با میدان مغناطیسی خارجی رابطه‌ی مستقیم دارد.

٤- با Sin زاویه‌ی بین جهت میدان مغناطیسی و جهت جریان رابطه‌ی مستقیم دارد.



$$F = kILB\,\mathrm{Sin}\,\alpha \xrightarrow{k=1} F = ILB\,\mathrm{Sin}\,\alpha$$

نکته۳: با توجه به رابطه‌ی بالا می‌توان گفت:

الف- اگر سیم به طور عمود بر میدان مغناطیسی قرار گیرید بیشترین نیرو به آن وارد می‌شود.

ب- اگر سیم در راستای میدان مغناطیسی قرار گیرد هیچ نیرویی به آن وارد نمی‌شود.

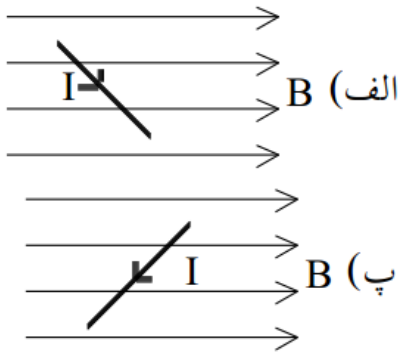
مثال۷: در SI یکای میدان مغناطیسی چیست؟

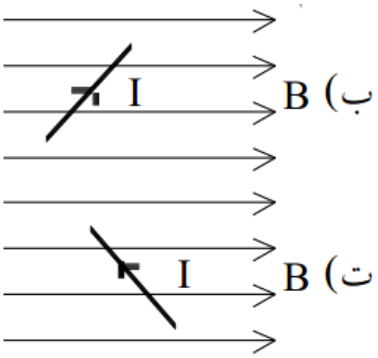
مثال۸: یک سیم حامل جریان ۲ آمپری در میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی ۰/۰۱ میکرو تسلا قرار می‌گیرد. اگر سیم با راستای میدان زاویه‌ی ۶۰ درجه بسازد بزرگی نیروی وارد شده بر نیم متر سیم را بیابید.

نکته۴: قاعده‌ی دست راست برای تعیین جهت نیروی وارد بر سیم حامل جریان:

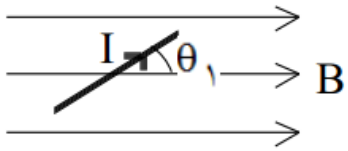
برای تعیین جهت نیروی وارد بر سیم حامل جریان الکتریکی طبق این قاعده چهار انگشت دست راست را در جهت جریان قرار می‌دهیم بطوریکه پس از چرخش در جهت میدان مغناطیسی قرار گیرد(میدان مغناطیسی از کف دست خارج شود). انگشت شست جهت نیرو را نشان می‌دهد.

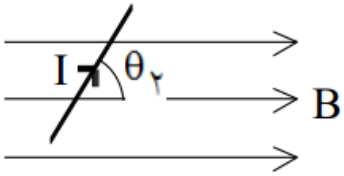
مثال۹: جهت نیرو در شکل‌های زیر را نشان دهید.



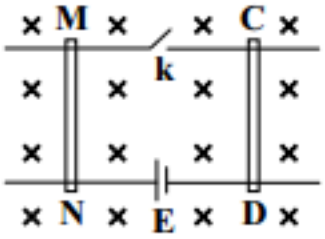


مثال۱۰: در کدامیک از شکل‌های زیر نیروی الکترومغناطیسی وارد بر سیم بزرگتر است.



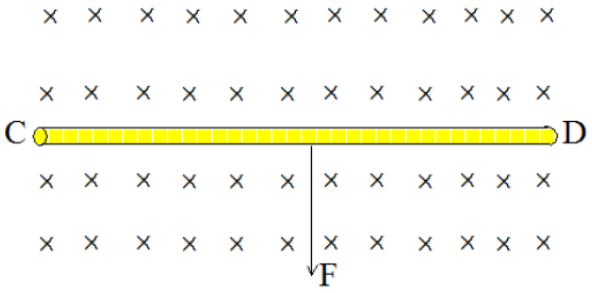


مثال۱۱: بر روی یک ریل فلزی دو میله‌ی MN و CD قرار دارد که هر دو می‌توانند آزادانه و بدون اصطکاک بر روی ریل بلغزند. مجموعه در درون یک میدان مغناطیسی یکنواخت درون‌سو قرار دارد. با بستن کلید K کدامیک از اتفاقات زیر پیش بینی می‌شود؟

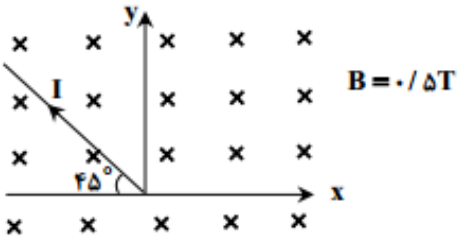


۱) دو میله از هم دور می‌شوند
۲) دو میله به هم نزدیک می‌شوند.
۳) هر دو میله به سمت راست حرکت می‌کنند
٤) هر دو میله به سمت چپ حرکت می‌کنند

مثال۱۲: سیم رسانای CD به طول ۲ متر عمود بر میدان مغناطیسی به بزرگی ۰/۵ تسلا قرار دارد. اگر نیرو الکترومغناطیسی وارد بر سیم ۱ نیوتن باشد، جهت و اندازه‌ی عبوری از سیم را بیابید.



مثال۱۳: یک سیم حامل جریان ۲۰ آمپری مطابق شکل در یک میدان مغناطیسی یکنواخت با اندازه‌ی ۰/۵ تسلا قرار دارد. نیروی وارد بر یک متر از این سیم بر حسب بردارهای یکه کدام است؟



۱) $5\sqrt{2}(-\hat{i}-\hat{j})$

۲) $5\sqrt{2}(\hat{i}+\hat{j})$

۳) $-5\hat{i}$

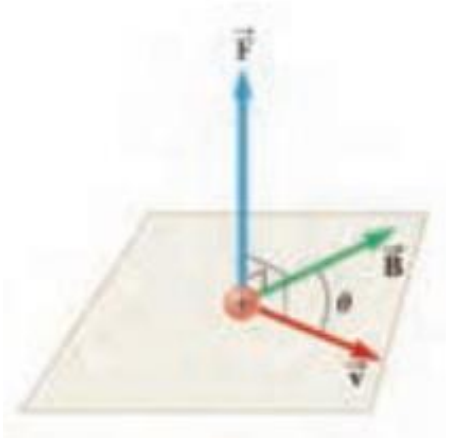
٤) $10(-\hat{i}-\hat{j})$

مثال۱٤: از سیمی به طول ۲ متر که منطبق بر محور y هاست جریان ٦ آمپر در جهت مثبت محور می‌گذرد. چنانچه میدان مغناطیسی موجود در فضا به صورت $\vec{B}=0.3\hat{i}+0.4\hat{j}$ تسلا باشد، اندازه‌ی نیروی مغناطیسی وارد بر سیم چند نیوتن است؟

۱) ۲/٤ ۲) ٤/۸ ۳) ۳/٦ ٤) ۱/۸

۳-۱۱ نیروی وارد بر ذره‌ی باردار مثبت در میدان مغناطیسی:

هر گاه ذره‌ی باردار مثبتی مانند q با سرعت V در یک میدان مغناطیسی حرکت کند نیروی الکترومغناطیسی F به آن وارد می‌شود که اندازه‌ی این نیرو به عوامل زیر بستگی دارد:



الف- با بار ذره رابطه‌ی مستقیم دارد.

ب- با سرعت ذره رابطه‌ی مستقیم دارد.

پ-با اندازه‌ی میدان مغناطیسی رابطه‌ی مستقیم دارد.

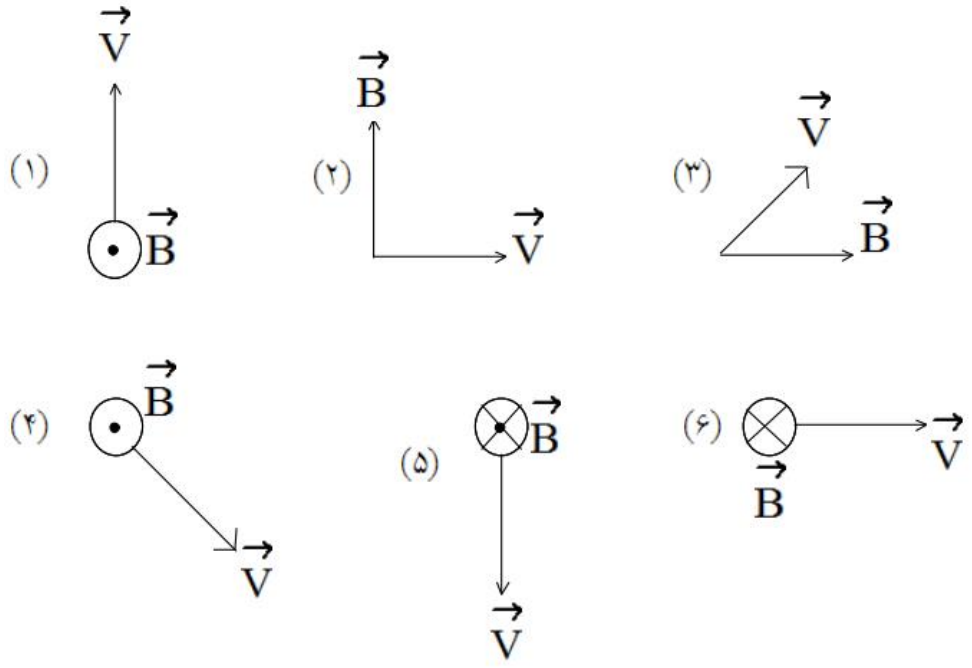
ج- با Sin زاویه‌ی بین سرعت و میدان نیز رابطه‌ی مستقیم دارد.

$$F=qVB\sin\theta$$

نکته۵: قاعده‌ی دست راست برای تعیین جهت نیروی وارد بر ذره‌ی باردار مثبت:

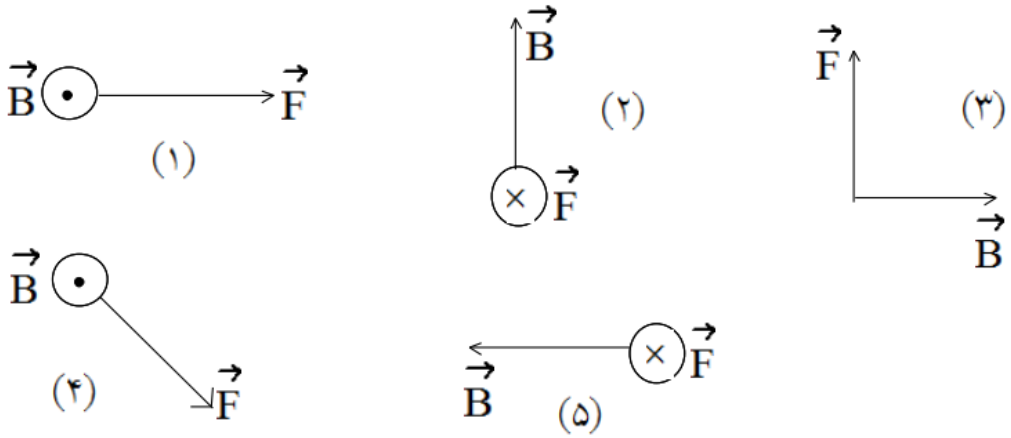
طبق این قاعده ۴ انگشت دست راست در جهت سرعت قرار می‌دهیم به طوریکه پس از چرخش کف دست در راستای میدا قرار گیرد. انگشت شست جهت نیرو را نشان می‌دهد.

مثال ۱۵: جهت نیرو در حالت‌های زیر را حساب کنید.

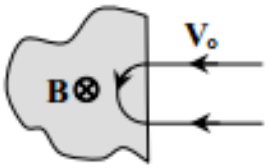


نکته۷: اگر ذره باردار منفی باشد جهت نیروی بدست آمده را عکس می‌کنیم.

مثال۱۶: در حالت‌های زیر جهت سرعت الکترون را مشخص کنید.

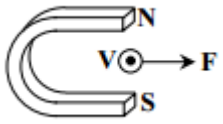


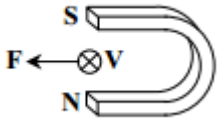
مثال۱۷: ذره‌ای وارد فضایی می‌شود که میدان مغناطیسی آن یکنواخت و برابر با $\vec{B}$ است و پس از طی یک نیم دور از میدان خارج می‌شود. علامت بار ذره در کدام گزینه درست است؟

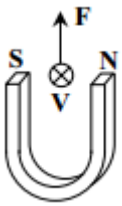


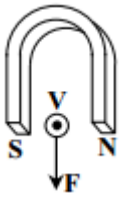
۱) مثبت است
۲) منفی است
۳) می‌تواند مثبت یا منفی باشد
٤) چنین مسیری برای بار الکتریکی که وارد میدان می‌شود قابل فرض نیست

مثال۱۸: کدام گزینه جهت نیروی وارد بر بار ذره‌ای منفی که بین قطب‌های یک آهن‌ربای نعلی شکل در حال عبور است را درست نشان می‌دهد؟

۱) 

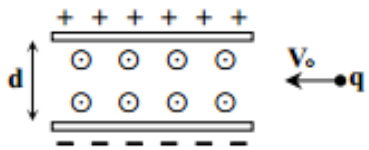
۲) 

۳) 

٤) 

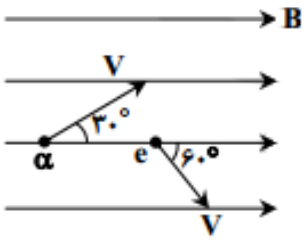
مثال۱۹: ذره‌ی با بار ٤ میکرو کولن با سرعت ٦۰۰۰ متر بر ثانیه که با میدان مغناطیسی G۱۰ زاویه‌ی ۳۰ درجه میسازد. بزرگی نیروی الکترومغناطیسی وارد بر ذره را بیابید.

مثال۲۰: ذره‌ی باردار با بار q و سرعت V_0 وارد فضای بین دو صفحه خازنی می‌شود که فاصله بین صفحات آن ۱/۵ سانتی‌متر بوده و به اختلاف پتانسیل ٦۰۰ ولتی وصل است. چنانچه بین صفحات خازن میدان مغناطیسی برون‌سوی ۰/۲ تسلا وجود داشته باشد، سرعت ذره باید چند متر بر ثانیه باشد تا ذره بدون انحراف از خارج خارج شود؟



۱) 45
۲) 2×10^5
۳) 3×10^3
٤) پاسخ به مقدار q وابسته است

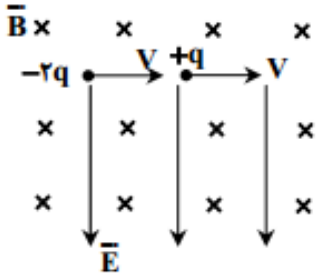
مثال۲۱: یک ذره‌ی α و یک الکترون در یک میدان مغناطیسی یکنواخت مطابق شکل در حال حرکت هستند. چنانچه اندازه‌ی سرعت دو ذره مساوی باشد، نیروی مغناطیسی وارد بر ذره‌ی α چند برابر نیروی مغناطیسی وارد بر الکترون است؟



۱) $\sqrt{3}$
۲) $2\sqrt{3}$
۳) $\frac{\sqrt{3}}{3}$
٤) $\frac{2\sqrt{3}}{3}$

مثال۲۲: دو بار الکتریکی $+q$ و $-2q$ با سرعت V مطابق شکل در فضایی که در آن میدان مغناطیسی درون‌سوی یکنواخت B و میدان الکتریکی یکنواخت E قرار دارد در حال حرکت هستند. برآیند نیروهای الکتریکی و مغناطیسی وارد بر ذره‌ی $+q$ صفر است. کدام مطلب در مورد ذره‌ی $-2q$ درست است؟

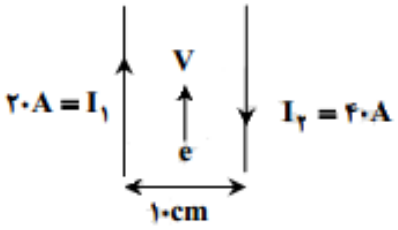
۱) به سمت پایین منصرف می‌شود.
۲) به سمت بالا منصرف می‌شود.
۳) برآیند نیروهای وارد بر آن نیز صفر است.
٤) نمی‌توان قضاوت کرد.



مثال۲۳: ذره‌ای با بار $0/5\mu C$ با سرعت $2\times10^5\frac{m}{s}$ وارد میدان مغناطیسی یکنواختی با بردار $B=4(\hat{i}-\hat{j})$ تسلا شده و از طرف میدان به ذره نیرویی به اندازه‌ی $0/4N$ وارد می‌شود. زاویه سرعت ذره با بردار میدان چند درجه است؟

۱) ۳۰
۲) ٦۰
۳) ٤٥
٤) ۹۰

مثال۲٤: الکترونی با سرعت $3\times10^{4}\frac{m}{s}$ دقیقا از وسط دو سیم بسیار بلند و موازی در حال گذر است. نیروی مغناطیسی وارد بر این الکترون در کدام گزینه آمده است؟(e بار الکترون است).



۱) $1/2e$
۲) $1/44e$
۳) $2/4e$
٤) $7/2e$

۳-۱۲ جهت میدان مغناطیسی در اطراف یک سیم راست:

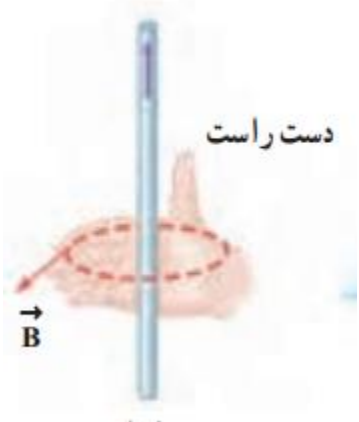
اندازه‌ی میدان مغناطیسی در اطراف یک سیم را از رابطه‌ی زیر بدست می آید:

$$B=\frac{\mu_0 I}{2\pi d}$$

جهت یادگیری بیش از کتاب

$$\mu_0=4\pi\times10^{-7}\left(\frac{T.m}{A}\right)$$

برای تعیین جهت میدان مغناطیسی در یک سیم انگشت شست در جهت جریان و جهت چرخش چهار انگشت نشان دهنده‌ی جهت جریان است.



۳-۱۳ نیروی بین دو سیم موازی حامل جریان:

اگر دو سیم حامل جریان‌های همسو باشند نیروی بین آنها از نوع جاذبه است و اگر از دو سیم جریان‌های ناهمسو عبور کند دو سیم یکدیگر را دفع می‌کنند.

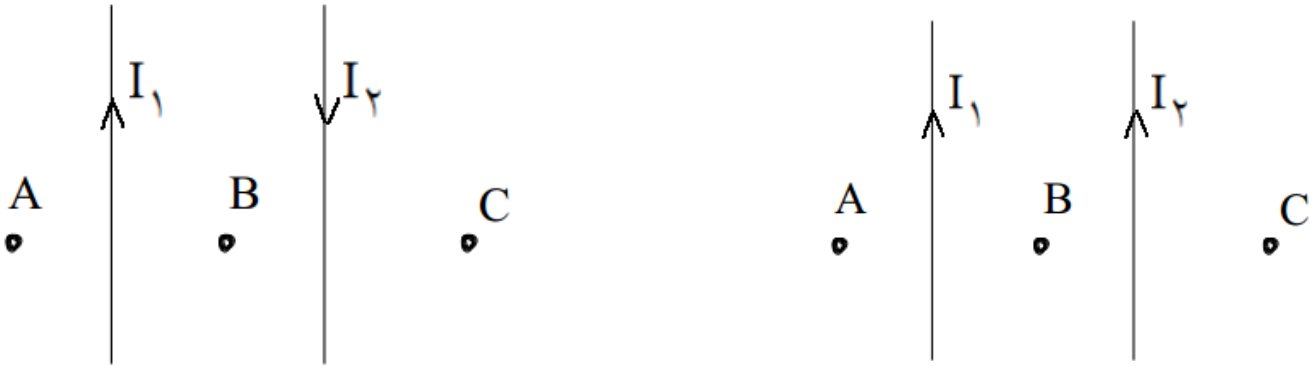
(الف)

(ب)

جهت یادگیری بیش از کتاب

$$F_{12}=F_{21}=2\times10^{-7}\frac{I_1 I_2 L}{d}$$

مثال۲۵: در شکل زیر میدان در نقاط تعیین شده چگونه است؟

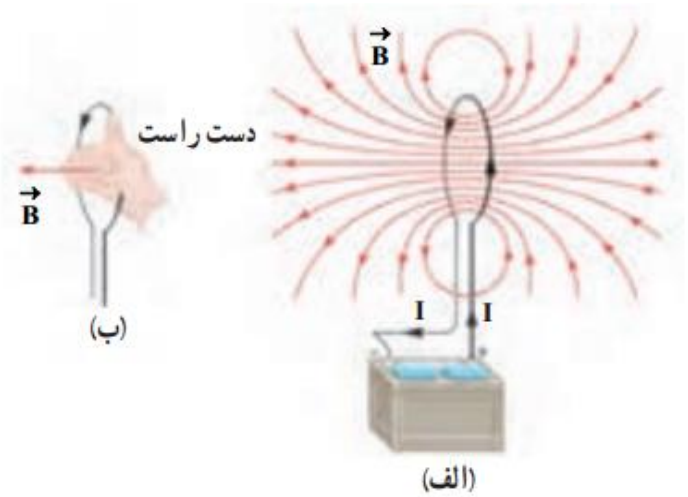


۳-۱۴ پیچه‌ی مسطح:

پیچه‌ی مسطح از چند حلقه(دور) تشکیل شده است که به هم فشرده شده‌اند و به صورت یک حلقه‌ی مسطح درآمده‌اند. خطی که از مرکز حلقه می‌گذرد و بر سطح آن عمود است محور پیچه‌ی مسطح نامیده می‌شود.

خطوط میدان مغناطیسی یک پیچه‌ی مسطح:

خطوط میدان مغناطیسی یک پیچه‌ی مسطح با استفاده از قاعده‌ی دست راست برای تعیین جهت میدان بدست می‌آید.



قاعده‌ای برای تعیین قطب‌های N و S یک پیچه‌ی مسطح:

ابتدا پیچه را در مقابل خود قرار می‌دهیم. اگر جهت جریان ساعتگرد باشد طرفی از پیچه‌ی مسطح که در مقابل ما است قطب S و طرف دیگر قطب N است و برعکس اگر جریان پاد ساعتگرد باشد طرفی که در مقابل ما قرار دارد قطب N و طرف دیگر قطب S است.

۳-۱۵ میدان مغناطیسی در مرکز یک حلقه:

اندازه‌ی میدان مغناطیسی در مرکز یک حلقه از رابطه‌ی زیر بدست می‌آید که در آن N تعداد حلقه و I شدت جریانی است که از سیم پیچ مسطح میگذرد و R شعاع حلقه است.

$$B = \frac{\mu_0 NI}{2R}$$

نکته۷: اگر سیمی به طول L را به صورت N حلقه در آوریم تعداد حلقه‌ها از رابطه‌ی زیر بدست می‌آید:

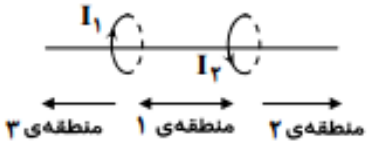
$$N = \frac{L}{2\pi R}$$

مثال۲۶: سیمی به طول ۰/۳ متر را به صورت یک حلقه‌ی دایره‌ای شکل در آورده‌ایم و از آن جریان ۰/۵ آمپری را عبور می‌دهیم. بزرگی میدان مغناطیسی را در مرکز حلقه بیابید.

مثال۲۷: جریان عبوری از یک پیچه‌ی مسطح را ۳ برابر و قطر آن را نصف می‌کنیم. با فرض اینکه تعداد حلقه‌های پیچه ثابت است میدان مغناطیسی در مرکز پیچه چند برابر می‌شود؟

۱) ۱/۵ ۲) ۳ ۳) ۶ ۴) ۱۲

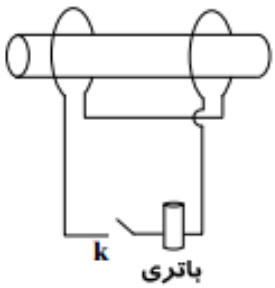
مثال۲۸: دو حلقه‌ی جریان در کنار یکدیگر قرار دارند و محور هر دو منطبق بر محور x هاست. در چه منطقه‌ای میدان مغناطیسی می‌تواند صفر باشد؟



۱) منطقه‌ی ۱ ۲) منطقه‌ی ۲

۳) منطقه‌ی ۳ ٤) در هر سه منطقه امکان صفر شدن میدان وجود دارد

مثال۲۹: دو حلقه‌ی فلزی با روکش عایق بر یک میله فلزی تو پر پیچیده شده‌اند و مطابق شکل زیر به باتری متصل هستند. با بستن کلید K چه اتفاقی را می‌توان پیش بینی کرد؟



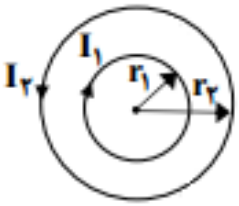
۱) دو حلقه در اثر نیروی دافعه از هم دور می‌شوند.

۲) دو حلقه در اثر نیروی جاذبه به هم نزدیک می‌شوند.

۳) دو حلقه به هم نیرویی وارد نمی‌کنند.

٤) پاسخ مسئله به قطب‌های باتری بستگی دارد.

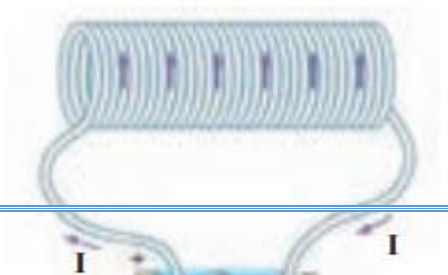
مثال۳۰: از دو حلقه‌ی دایره‌ای شکل هم مرکز به ترتیب جریان‌های I_1 و I_2 عبور می‌کند. قطره دایره‌ی(۲)، چهار برابر قطر دایره‌ی(۱) است. نسبت $\frac{I_2}{I_1}$ چقدر باشد تا میدان مغناطیسی در مرکز این دایره صفر باشد؟

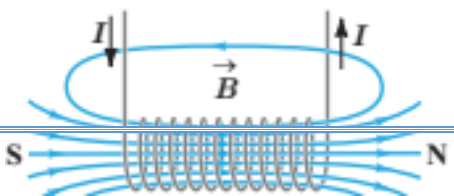


۱) 2 ۲) $\frac{1}{2}$ ۳) 4 ٤) $\frac{1}{4}$

۳-۱۶ سیم لوله:

سیم لوله از چند سیم تشکیل شده است که به هم فشرده شده‌اند. جهت قطب‌های N و S در سیم لوله همانند سیم پیچ مسطح تعیین می‌شود. **(به انتهای صفحه‌ی ۹۶ مراجعه شود)**





۳-۱۷ اندازه‌ی میدان مغناطیسی در داخل سیم لوله:

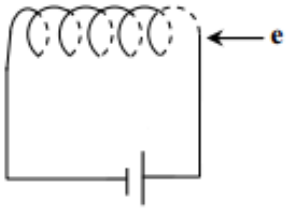
میدان مغناطیسی در داخل سیم لوله یکنواخت است و اندازه‌ی آن از رابطه‌ی زیر بدست می‌آید:

$$\left.\begin{array}{l} B = \mu_0 \dfrac{N}{L} I \\ n = \dfrac{N}{L} \end{array}\right\} \rightarrow B = \mu_0 n I$$

n تعداد حلقه‌ها در واحد طول است.

نکته۸: خطوط میدان داخل سیم لوله از S به N و در خارج از N به S است و شبیه به خطوط آهن ربای تیغه‌ای است.

مثال۳۱: الکترونی مطابق شکل زیر وارد فضای داخلی یک سیم لوله که به باتری متصل است می‌شود. این الکترون به کدام سمت منحرف می‌شود؟



۱) بالا

۲) پایین

۳) داخل صفحه

٤) منحرف نمی‌شود

مثال۳۲: از سیم لوله‌ای که ۱۲۰ حلقه دارد جریانی به شدت ۵ آمپر عبور میکند. بزرگی میدان مغناطیسی حاصل در داخل سیم لوله 7.2×10^{-3} تسلا است. طول سیم لوله را حساب کنید.

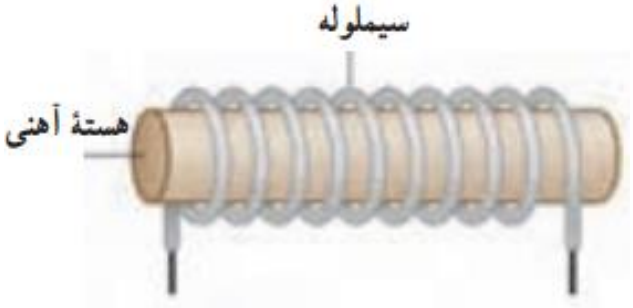
۳-۱۸ سیم لوله با هسته‌ی آهنی و آهنربای الکتریکی:

اگر داخل یک سیم لوله یک هسته‌ی آهنی قرار دهیم تبدیل به یک آهن ربای الکتریکی با قطب‌های N و S می‌شود و قدرت این آهنربا به عوامل زیر وابسته است:

الف- به تعداد دورهای سیم لوله

ب- به شدت جریانی که از سیم لوله عبور میکند.

ج- به شکل هسته‌ی آهنی.



مثال۳۳: دو سیم لوله با هسته‌ی آهنی مفروضند و از هر دو جریان یکسانی عبور می‌کند. اگر اطلاعات این دو سیم لوله به صورت زیر باشد، کدام گزینه مقایسه‌ی بین میدان مغناطیسی درون دو سیم لوله را درست نشان می‌دهد؟(R شعاع مقطع سیم لوله، L طول سیم لوله و N تعداد حلقه‌های سیم لوله است).

$(R_1 = ۱۰cm \ , \ N_1 = ۱۰۰۰ \ , \ L_1 = ۲۰cm \qquad R_2 = ۱۵cm \ , \ N_2 = ۱۵۰۰ \ , \ L_2 = ۳۰cm)$

۱) $B_1 = B_2$ ۲) $B_1 \succ B_2$ ۳) $B_1 \prec B_2$ ٤) نمی‌توان قضاوت کرد

۳-۱۹ خاصیت مغناطیسی مواد:

اگر یک آهن ربای میله‌ای را بشکنیم هر تکه از آن تبدیل به آهن ربایی با قطب‌های N و S می‌شود و اگر عمل شکستن آهن ربا را ادامه دهیم تا به مولکول‌ها و اتمها برسیم باز هم هر قسمت یا هر مولکول تبدیل به یک آهن ربا با قطب‌های N و S میگردد. بنا بر این می‌توان گفت در طبیعت تک قطبی مغناطیسی وجود ندارد.

۳-۲۰ دو قطبی مغناطیسی:

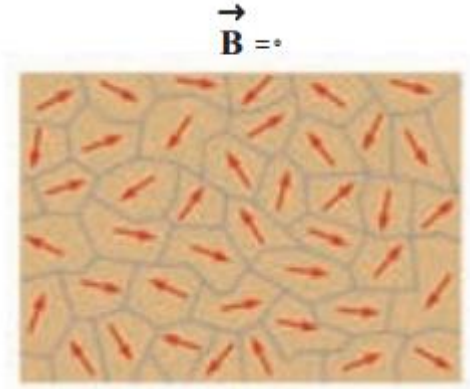
به مولکول‌ها و اتم‌های یک ماده‌ی مغناطیسی با دو قطب N و S دو قطبی مغناطیسی می‌گویند.

۳-۲۱ مواد مغناطیسی:

مواد مغناطیسی به سه دسته تقسیم می‌شوند: ۱- مواد فرومغناطیس ۲-مواد پارامغناطیس

۳- مواد دیامغناطیس

۱- مواد فرومغناطیس: موادی هستند که دوقطبی‌های آن‌ها در بخش‌های کوچک به ابعاد میلی‌متری قرار دارد که به این بخش‌های مغناطیسی حوزه‌ی مغناطیسی می‌گویند و جهت گیری دو قطبی‌ها هر حوضه یکسان است اما جهت گیری دو قطبی‌های هر حوضه با حوضه‌ی دیگر متفاوت است و جسم خاصیت مغناطیسی ندارد. اما وقتی این مواد در یک میدان مغناطیسی قرار می‌گیرند مرز حوضه‌ها افزایش یافته و دوقطبی‌ها همسو می‌شوند و جشم خاصیت مغناطیسی پیدا می‌کند.



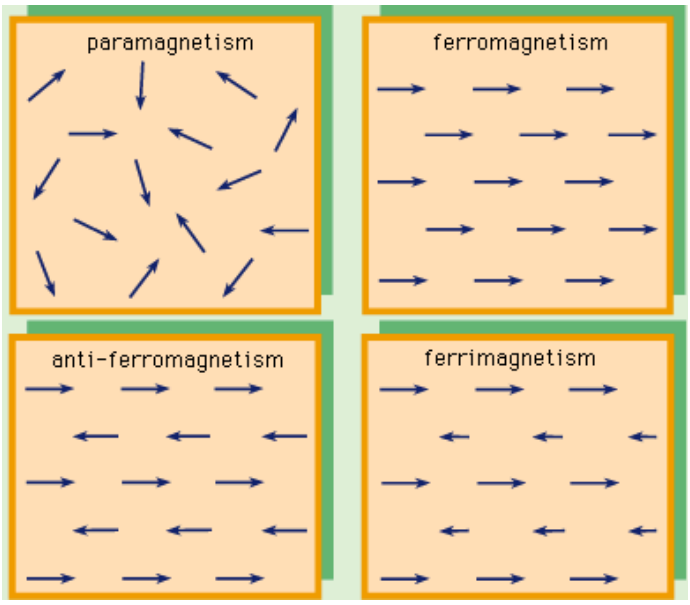
مواد فرو مغناطیس دو نوع دارند: مواد فرومغناطیس سخت و نرم.

مواد فرومغناطیس سخت به سختی به آهنربا تبدیل می‌شوند و همچنین به سختی خاصیت مغناطیسی خود را از دست می‌دهد. مانند فولاد

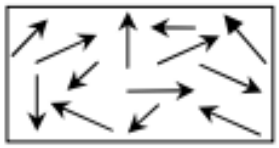
مواد فرومغناطیس نرم موادی هستند که به راحتی خاصیت آهنربایی پیدا میکنند و به راحتی نیز این خاصیت را از دست می‌دهند. مانند آهن.

۲- مواد دیا مغناطیس: موادی هستند که میدان مغناطیسی خارجی هیچ تاثیری در خاصیت مغناطیسی آن‌ها ندارد و جسم آهنربا نمی‌شود. مثل چوب و لاستیک/

۳- مواد پارامغناطیس: موادی هستند که دو قطبی‌های آنها به صورت کاتوره‌ای در کنار هم قرار گرفته‌اند و خاصیت مغناطیسی ندارند. اما وقتی در میدان مغناطیسی قرار می‌گیرند دوقطبی‌های آنها هم سو با میدان مغناطیسی می‌شوند و جسم خاصیت مغناطیسی پیدا می‌کند. مانند منگنز و پلاتین و آلومینیوم و فلزات قلیایی و قلیایی خاکی و اکسیژن.



مثال۳٤: شکل مقابل نشان دهنده‌ی کدامیک از مواد مغناطیسی است؟(هر پاره خط نشان دهنده‌ی یک دوقطبی است).



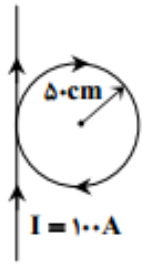
۱) پارامغناطیس

۲) فرومغناطیس نرم

۳) فرومغناطیس سخت

٤) گزینه‌ی ۲ و ۳ صحیح هستند

مثال۳۵: یک سیم نازک را مطابق شکل روبه‌رو درآورده‌ایم. میدان مغناطیسی در مرکز دایره چند تسلا است؟($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T.m}{A}$)



۱) $4(\pi+1)\times10^{-5}$

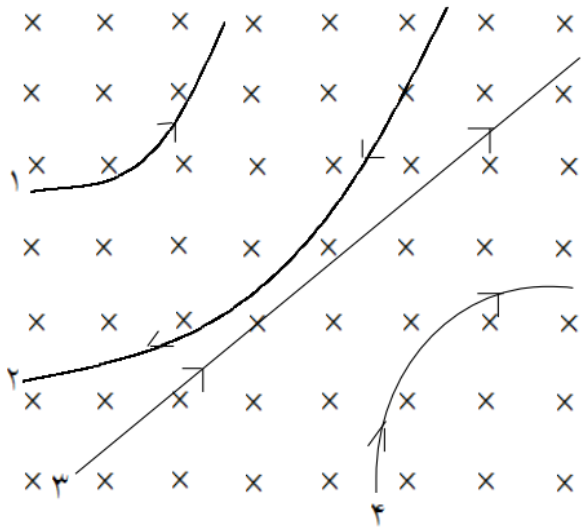
۲) 8×10^{-5}

۳) $4(2\pi+1)\times10^{-5}$

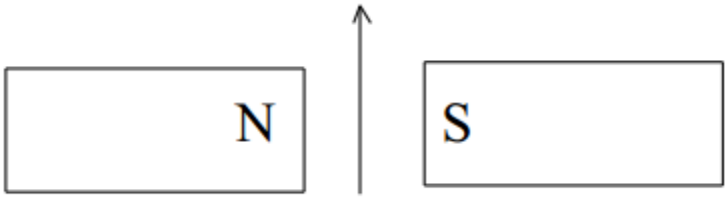
٤) $2(\pi+2)\times10^{-5}$

تمرین های تکمیلی فصل سوم

۱- نوع چهار ذره‌ی زیر را تعیین کنید. ذرات در حین عبور از میدان مغناطیسی درون سو به صورت زیر منحرف می-شوند و حرکت میکنند.



۲- جهت نیروی وارد بر سیم حامل جریان را بیابید.



۳- پروتونی به سرعت $4.4\times10^{6}m/s$ تحت زاویه‌ی ۵۳ درجه با میدان مغناطیسی به بزرگی $18mT$ در حرکت است.

الف- بزرگی نیروی وارد بر پروتون را بیابید.

ب- شتاب پروتون تحت اثر این نیرو را بیابید. $(m_p=1.7\times10^{-27}kg)$

٤- از پیچه‌ای به شعاع ٥ سانتی‌متر که شامل ۲۰۰ دور است جریان ۱۲ آمپری می‌گذرد. میدان مغناطیسی در مرکز پیچه را بیابید.

٥- میدان مغناطیسی روی محور و درون سیم لوله ای که از آن جریان ٥ آمپری میگذرد ۱/۵۷ میلی تسلا است. اگر طول سیم لوله ٥٠ سانتی‌متر باشد تعداد حلقه‌های سیم لوله را بیابید.

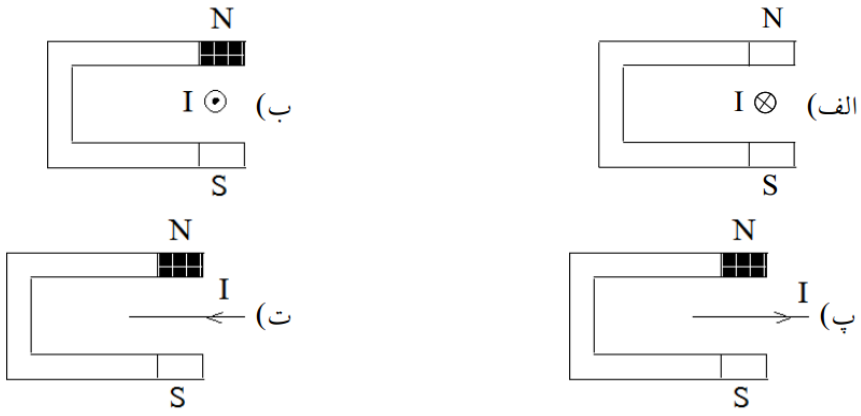
٦- دو سیم لوله مطابق شکل دارای طولی برابر اما تعداد دورهای متفاوتی هستند. تعداد دور سیم لوله P ۲۰۰ دور و برای Q ۳۰۰ دور است. اگر از سیم لوله‌ی Q جریان ۱ آمپری عبور کند، از سیم لوله‌ی P چه جریانی عبور کند تا میدان مغناطیسی برآیند در نقطه‌ی M صفر شود.

۷- الکترونی با سرعت 2.4×10^{5} متر بر ثانیه در یک میدان مغناطیسی در حرکت است. نیرویی که از طرف این میدان بر ذره وارد می‌شود زمانی بیشنه است که الکترون به سمت جنوب حرکت می‌کند.

الف- اگر این نیرویی بیشینه بالاسو و برابر 6.8×10^{-14} نیوتن باشد بزرگی و جهت میدان مغناطیسی را بیابید.

ب- چه میدان الکتریکی‌ای همین نیرو را ایجاد می‌کند.

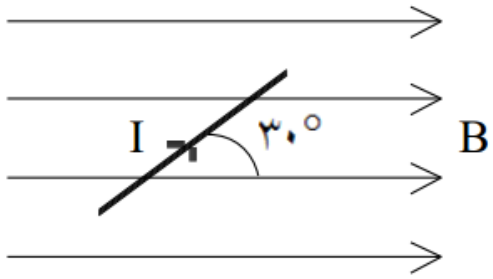
۸- در هر یک از نیروهای زیر جهت نیروی وارد بر سیم حامل جریان را بیابید.



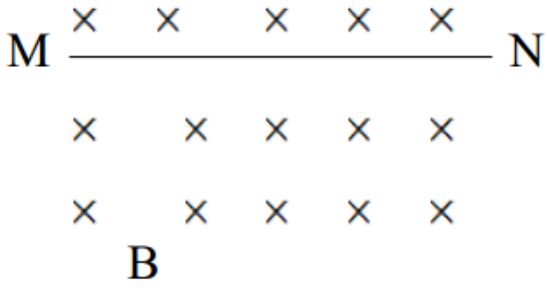
۹- در کدامیک از حالت‌های زیر نیروی وارد بر جریان بزرگتر است.

۱۰- یک سیم مستقیم که حامل جریان ۸ آمپری است در یک میدان مغناطیسی یکنواخت با شدت ۰/۲۵ تسلا در امتداد عمود بر میدان قرار دارد. به چه طولی از این سیم نیروی ۱/۰ نیوتنی وارد می‌شود.

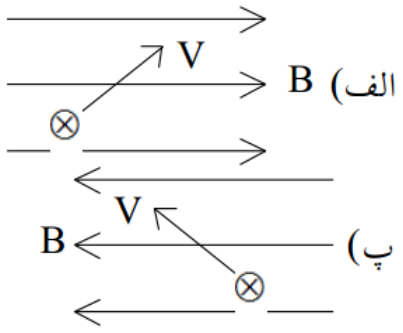
۱۱- در شکل زیر اگر سیم حامل جریان دوران ۳۰ درجه کند نیروی وارد بر میدان چند برابر حالت اولیه است.

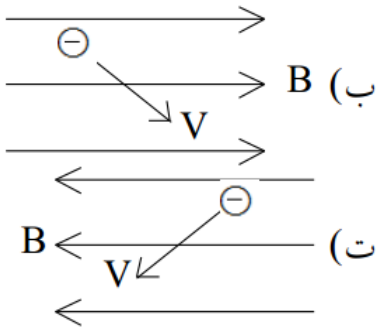


۱۲- در شکل زیر سیم MN در راستای افقی و عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی قرار دارد. طول و جرم سیم به ترتیب ۰/۸ متر و ۱۰ گرم و اندازه‌ی میدان مغناطیسی ۰/۰۵ تسلا است. اندازه و جهت نیروی الکتریکی سیم را طوری تعیین کنید تا نیروی مغناطیسی وارد بر سیم نیروی وزن را خنثی کند.

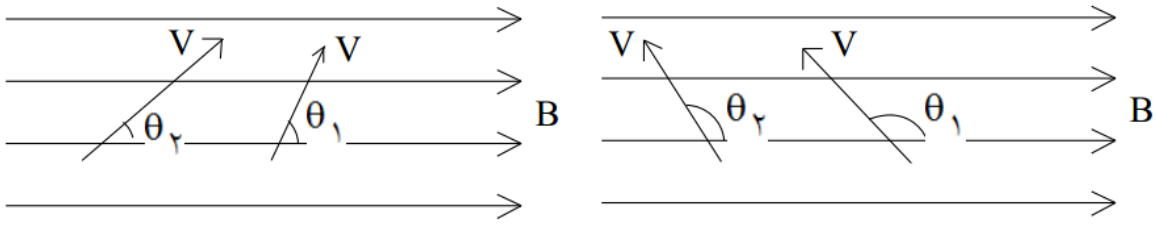


۱۳- نیروی مغناطیسی را در هر یک از شکل‌های زیر نشان دهید.

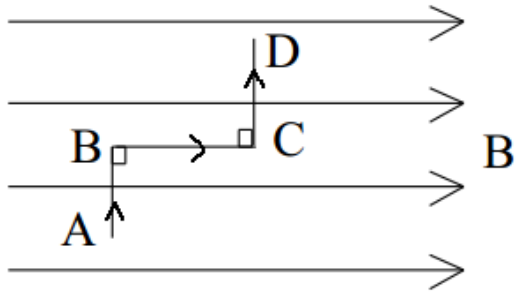




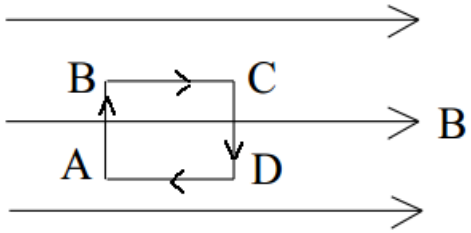
۱۴- در کدامیک از حالات زیر نیرو کوچکتری به پروتون وارد می‌شود.



۱۵- در شکل زیر برآیند نیروی‌های وارد بر سیم $ABCD$ را در که اندازه‌ها به ترتیب a و b و c باشد بیابید.



۱۶- در شکل زیر برآیند نیروی وارد بر سیم را بیابید.



۱۷- از سیم مستقیم و بلندی جریان ۵ آمپری عبور می‌کند. اندازه‌ی میدان مغناطیسی ناشی از سیم را در:

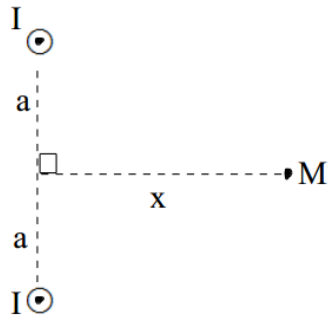
الف- یک متری سیم بیابید.

ب- یک سانتی متری سیم بیابید.

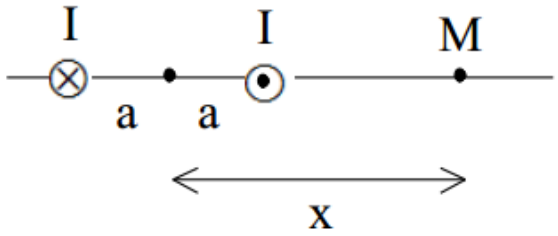
۱۸- از یک سیم مستقیم و بلند جریان الکتریکی ۲/۵ آمپری عبور می‌کند. اگر ٤ سانتی متر از سیم دور شویم میدان مغناطیسی ناشی از سیم ۰/٤ گاوس کاهش می‌یابد. فاصله‌ی اولیه از سیم را بیابید.

۱۹- دو سیم بلند در یک صفحه و در امتداد عمود بر هم قرار دارند و حامل جریان ۳ آمپر و ۵ آمپری هستند. فاصله‌ی x از دو سیم به ترتیب d_1 و d_2 است. اگر میدان مغناطیسی در x صفر باشد نسبت d_2 به d_1 چقدر است؟

۲۰- در شکل زیر جریان I از مقطع دو سیم به فاصله‌ی $2a$ از هم قرار دارند میگذرد. برآیند میدان در نقطه‌ی M را بیابید.

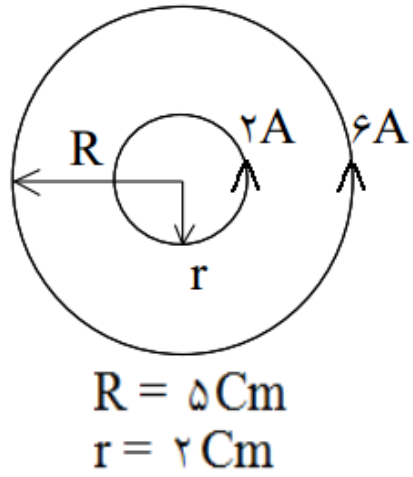


۲۱- در شکل زیر برآیند نیروی مغناطیسی در نقطه‌ی M را بیابید.



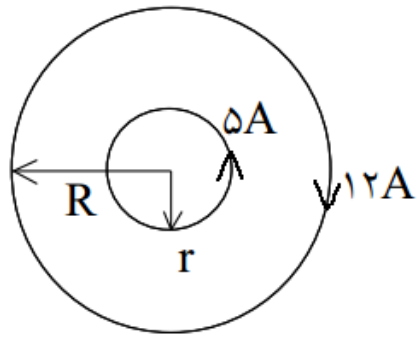
۲۲- بزرگی میدان مغناطیسی در مرکز یک پیچه که تعداد دورهای آن ۲۴۰۰ تا است و حامل جریان ۵ آمپری می‌باشد برابر π۱/۰ تسلا است. شعاع پیچه را بیابید.

۲۳- در شکل زیر میدان مغناطیسی در مرکز حلقه‌ها را بیابید.



R = ۵Cm
r = ۲Cm

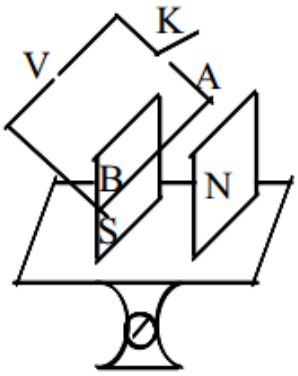
۲۴- در شکل زیر میدان مغناطیسی در مرکز حلقه‌ها را بیابید.



R = ۹Cm
r = ۵Cm

تست

تست۱: در شکل زیر سیم افقی AB در میدان مغناطیسی یکنواخت بین دو قطب معلق است و قبل از بستن کلید K ترازو عدد ۱۰ نیوتن را نشان می‌دهد. وقتی کلید K بسته می‌شود، از سیم جریان ۲۰ آمپری می‌گذرد و ترازو عدد ۸ نیوتن را نشان می‌دهد. اگر طول سیم AB برابر سانتی متر باشد اندازه میدان مغناطیسی بر حسب تسلا و جهت جریان در سیم کدام است؟[سراسری- ریاضی ۸۴]



۱) ۰/۰۱ و از A به B

۲) ۱ و از B به A

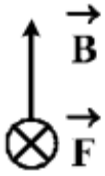
۳) ۱ و از A به B

۴) ۰/۰۱ و از B به A

تست۲: میدان مغناطیسی یکنواخت درون سیملوله‌ای به طول ۰/۳ متر که دارای ۳۰۰ حلقه است چند برابر میدان مغناطیسی در مرکز پیچه‌ی مسطحی با تعداد ۳۰۰ حلقه و به شعاع ۳۰ سانتی‌متر است؟ شدت جریان در هر دو یکسان است. [سراسری-ریاضی ۸۶]

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

تست۳: الکترونی با سرعت $\vec{V}$ در یک میدان مغناطیسی یکنواخت، عمود بر میدان حرکت می‌کند. اگر شکل زیر نشان دهنده‌ی جهت میدان($\vec{B}$) و جهت نیروی وارد بر الکترون($\vec{F}$) باشد، جهت $\vec{V}$ کدام است؟[سراسری-ریاضی۹۸]



۱) $\odot$

۲) $\otimes$

۳) $\rightarrow$

۴) $\leftarrow$

تست۴: بار الکتریکی q با سرعت $\vec{V}$ وارد یک میدان مغناطیسی یکنواخت که اندازه‌ی آن $\vec{B}$ است می‌شود و از طرف میدان به آن نیروی $\vec{F}$ وارد می‌شود، کدام یک از موارد در مورد بردارهای $\vec{B}$ ،$\vec{V}$ و $\vec{F}$ صحیح است؟[سراسری-تجربی۹۸]

۱) $\vec{V}$ همواره بر دو بردار $\vec{B}$ و $\vec{F}$ عمود است.
۲) $\vec{B}$ همواره بر دو بردار $\vec{V}$ و $\vec{F}$ عمود است.
۳) $\vec{F}$ همواره بر دو بردار $\vec{V}$ و $\vec{B}$ عمود است.
۴) $\vec{F}$ ،$\vec{V}$ و $\vec{B}$ همواره دو به دو بر یکدیگر عمودند.

تست۵: پیچه‌ی مسطحی شامل ۵۰ حلقه است و مساحت سطح هر حلقه‌ی آن $64\pi cm^2$ است. اگر جریان ۸ آمپری از آن بگذرد، اندازه میدان مغناطیسی در مرکز پیچه چند تسلا است؟[سراسری-ریاضی۹۸]

۱) 10^3 ۲) $10^3\pi$ ۳) 1.6×10^3 ۴) $2\times10^3\pi$

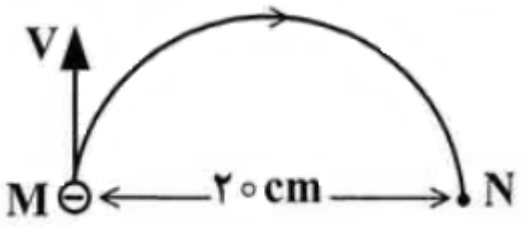
تست۶: سیملوله‌ای به طول ۶۰ سانتی‌متر، دارای ۲۰۰ حلقه است و از آن جریان ۵ آمپری میگذرد. میدان مغناطیسی درون سیملوله چند تسلا است؟[سراسری-تجربی۹۸]

۱) 2×10^{-1} ۲) 2×10^{-3} ۳) 1.2×10^{-1} ۴) 1.2×10^{-3}

تست۷: می‌خواهیم سیملوله‌ای بدون هسته‌ی آهنی بسازیم که وقتی جریان ۲ آمپری از آن می‌گذرد میدان مغناطیسی ۰/۰۱۲ تسلا داخل آن برقرار شود. در هر سانتی‌متر از سیملوله چند دور سیم لازم است؟[سراسری-ریاضی۸۷]

۱) ۲۰ ۲) ۵۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۵۰۰

تست۸: الکترونی که در نقطه‌ی M دارای سرعت $V = 1.6\times10^{6}\frac{m}{s}$ است. تحت اثر میدان مغناطیسی یکنواخت B، مسیر نیم دایره‌ای از M تا N را مطابق شکل روبه‌رو طی می‌کند. B چند تسلا و در چه جهتی است؟[سراسری-تجربی۸۹]



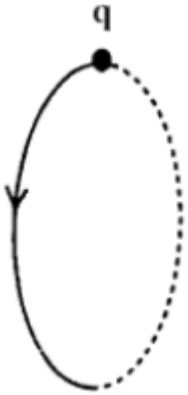
۱) برون‌سو، 4.5×10^{-5}

۲) درون‌سو، 4.5×10^{-5}

۳) برون‌سو، 9×10^{-5}

۴) درون‌سو، 9×10^{-5}

تست۹: بار الکتریکی $q>0$ در یک میدان مغناطیسی یکنواخت در حال چرخش است. اگر مسیر حرکت بار q مطابق شکل باشد، جهت میدان مغناطیسی کدام است؟[سراسری-ریاضی۹۱]



۱) $\rightarrow$

۲) $\leftarrow$

۳) $\odot$

۴) $\otimes$

تست۱۰: ذره‌ای به جرم ۵۰۰ گرم با سرعت 10^{3} متر بر ثانیه به طور عمود وارد میدان مغناطیسی یکنواخت ۴ میلی تسلا می‌شود. اگر بار الکتریکی ذره ۵۰ میکرو کولن باشد، شتابی که تحت تاثیر میدان می‌گیرد، چند متر بر مجذور ثانیه است؟[سراسری-ریاضی۹۲]

۱) ۰/۰۴ ۲) ۰/۴ ۳) ۰/۲ ۴) ۰/۰۲

تست۱۱: طول سیملوله‌ای ۲۰cm است و دارای ۲۰۰ حلقه است که به طول منظم پیچیده شده است. اگر از آن جریان ۵ آمپر عبور کند، میدان مغناطیسی در داخل آن چند گاوس می‌شود؟[سراسری-تجربی۹۳]

۱) 2π ۲) 4π ۳) 20π ۴) 40π

تست۱۲: یک پروتون و یک ذره‌ی α با انرژی جنبشی مساوی به ناحیه‌ای از یک میدان مغناطیسی به بزرگی B وارد می‌شوند و در مسیر دایره‌ای که بر میدان مغناطیسی عمود است، حرکت می‌کنند. کدام گزینه در مورد این دو ذره درست است؟[سراسری-ریاضی۹۳]

(جرم ذره‌ی α ، ۴ برابر جرم پروتون فرض شود)

۱) سرعت α، ۲ برابر سرعت پروتون است.

۲) تکانه‌ی پروتون، برابر ذره‌ی α

۳) شعاع مسیر ذره‌ی α، برابر شعاع مسیر پروتون است.

۴) نیروی الکترومغناطیسی وارد بر پروتون، ۲ برابر نیروی الکترومغناطیسی وارد بر ذره‌ی α است.

تست۱۳: تعداد حلقه‌های پیچه‌ی مسطحی با تعداد حلقه‌های یک سیملوله برابر است و از آنها جریان الکتریکی یکسانی عبور می‌کند. اگر میدان مغناطیسی یکنواخت ایجاد شده در داخل سیملوله برابر با میدان مغناطیسی در مرکز پیچه باشد، طول سیملوله چند برابر قطر پیچه است؟[سراسری-ریاضی۹۴]

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۰/۵ ۴) ۰/۲۵

تست۱۴: پروتونی تحت زاویه‌ی ۹۰ درجه نسبت به میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی ۲۰mT حرکت می‌کند و نیروی مغناطیسی $1.28\times10^{-16}N$ به آن وارد می‌شود. انرژی جنبشی پروتون چند الکترون ولت است؟[سراسری-ریاضی۹۵]

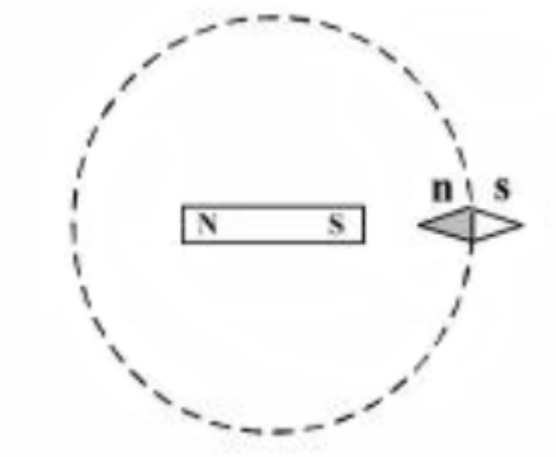
$(m_p = ۱/۷\times۱۰^{-۲۷}\,kg$ و $e = ۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\,C)$

۱) ۲/۵ ۲) ۵ ۳) ۸/۵ ۴) ۱۷

تست۱۵: با سیم روکش داری به طول ۱۰۰ متر، پیچه‌ی مسطح دایره‌ی به شعاع R ساخته‌ایم. R چند سانتی‌متر باشد تا اگر جریان ۱۰ آمپری را از پیچه عبور دهیم، میدان مغناطیسی در مرکز آن ۲/۵ میکرو تسلا شود؟[سراسری-ریاضی۹۶]

۱) 20 ۲) $20\sqrt{2}$ ۳) 40 ۴) $40\sqrt{2}$

تست۱۶: یک آهنربای میله‌ای مطابق شکل زیر، روی یک میز قرار دارد. یک عقربه‌ی مغناطیسی که آزادنه می‌تواند حول محور قائم بچرخد، به آرامی روی مسیر دایره‌ی شکل به دور آهنربا یک دور می‌چرخد. در این مسیر عقربه چند درجه دوران می‌کند؟[سراسری-ریاضی۹۶]



۱) ۱۸۰

۲) ۲۷۰

۳) ۳۶۰

۴) ۷۲۰

تست۱۷: دو فلز A و B وقتی در یک میدان مغناطیسی قرار گیرند، حجم حوزه‌های مغناطیسی فلز A به سختی تغییر می‌کند و پس از حذف میدان خارجی به حالت اولیه خود برنمی‌گردد، ولی در فلز B حجم حوزه‌ها به سهولت تغییر می‌کند و پس از حذف میدان خارجی به حالت اولیه خود برمی‌گردد. A و B به ترتیب کدام‌اند؟[سراسری-ریاضی۹۷]

۱) پارامغناطیس و فرومغناطیس سخت

۲) فرومغناطیس نرم و پارامغناطیس

۳) فرومغناطیس سخت و فرومغناطیس نرم

۴) فرومغناطیس نرم و فرومغناطیس سخت