



مختص طبع کنکور

مصطفیٰ حمید رستمی



zaniarangroup@gmail.com

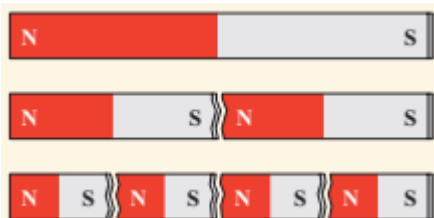
مغناطیس

مغناطیس اولیه: همه ی ما با انواع آهن رباها آشنایی داریم و پاهاشون کار کردیم اما به لحاظ علمی آهن ربا اکسید مغناطیسی آهن به فرمول Fe_3O_4 است که باعث جذب آهن می شود.



قطب های آهن ربا: آهن ربا ها را به هر شکلی که بسازند دو ناحیه در آن وجود دارد که خاصیت مغناطیسی در آن دو نقطه بیشتر از سایر نقاط است که این دو نقطه را قطب های آهن ربا گویند.

ناحیه ی خنثی: در بیشتر آهن رباها قسمتی در مرکز آهن ربا و بین دو قطب وجود دارد که تقریباً خنثی است.

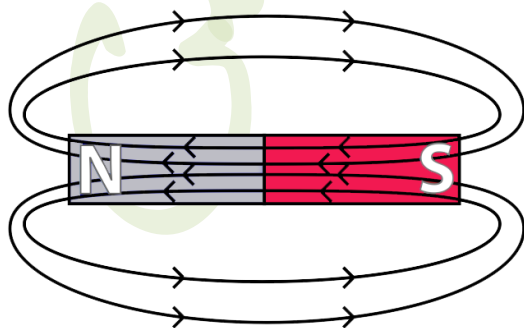


قطب های آهن ربا را N و S می نامند. توجه داشته باشید که یک آهن ربا را هر چقدر هم بشکنیم و تقسیم کنیم باز هم حالت دو قطبی بودن خود را حفظ می کند، پس ما تک قطبی مغناطیسی نداریم.

میدان مغناطیسی:

همانطوری که که در فصل الکتریسیته دیدیم در اطراف هر بار الکتریکی خاصیتی به اسم میدان الکتریکی وجود داشت. در اطراف هر آهن ربا نیز خاصیتی وجود دارد که به آن میدان مغناطیسی می گویند که آن را با نماد (\vec{B}) نشان می دهند.

برای نشان دادن میدان مغناطیسی از خطوط میدان استفاده می کنیم که ویژگی های خطوط میدان بصورت زیر است:



① جهت خطوط میدان مغناطیسی
 در داخل آهن ربا ← از S به N
 در خارج آهن ربا ← از N به S

② خطوط میدان همدیگر را قطع نمی کنند

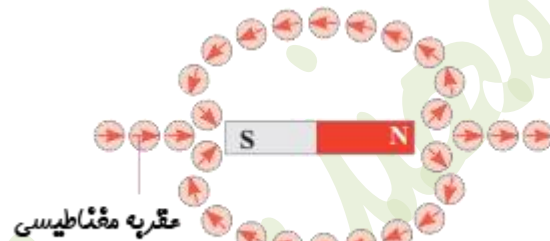
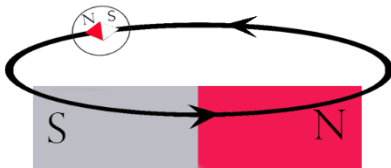
③ تراکم خطوط در اطراف آهن ربا، بزرگی میدان مغناطیسی را نشان می دهد.

④ همانطور که قبلاً گفتیم ما تک قطبی مغناطیسی نداریم پس خطوط میدان مغناطیسی خطوط بسته ای هستند.



به کمک عقربه ی مغناطیسی می توان جهت میدان مغناطیسی را در هر نقطه از فضای اطراف یک آهنربا تعیین کرد.

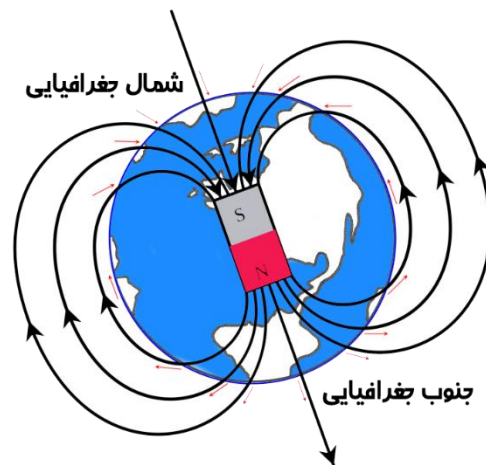
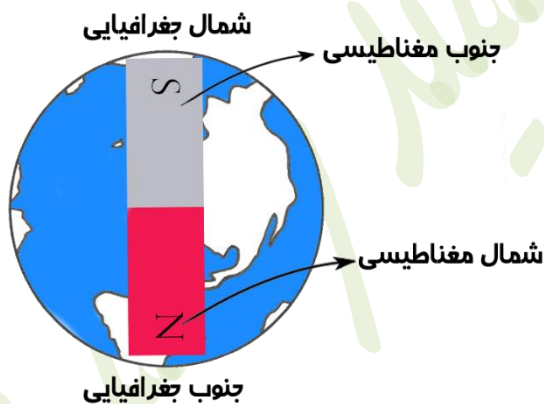
نوعه ی قرارگیری عقربه مغناطیسی :
 اولاً ← این عقربه ها مماس بر خطوط میدان قرار می گیرند و با خطوط میدان هم جهت اند
 ثانیاً ← در داخل این عقربه ها نیز مثل آهنربا میدان از S به N است



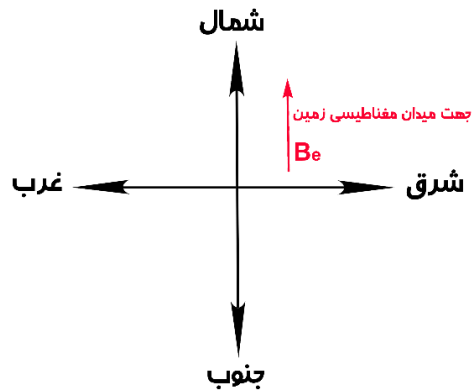
خاصیت مغناطیسی زمین :

زمین را می توان یک آهنربای بزرگ در نظر گرفت که قطب N آن در جنوب جغرافیایی زمین و قطب S آن در شمال جغرافیایی زمین است. خوب پس با این تفاسیر اگر بخواهیم که میدانهای مغناطیسی را در اطراف کره زمین رسم کنیم باید دقت داشته باشیم که در خارج از کره زمین جهت خطوط میدان مغناطیسی از N به S است، یعنی از قطب جنوب جغرافیایی به سمت قطب شمال جغرافیایی!

واسه اینکه همیشه یادتون بمونه : اگه شمال رو به صورت فینگیلش بنویسید! اولین حرفش S میشه! پس شمال جغرافیایی همیشه S آهنربا.



ما طبق قرارداد خودمون در تست ها از شکل زیر استفاده میکنیم که کار رو برامون راحت تر میکنه :



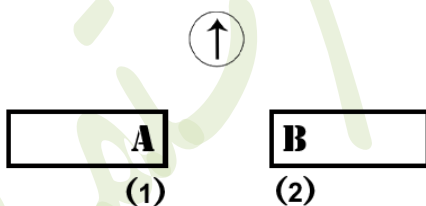
پرسش ۳-۱ کتاب درسی :

فرض کنید دو میله کاملاً مشابه، یکی از جنس آهن و دیگری آهنربا در اختیار دارید. روشی را پیشنهاد کنید که با استفاده از آن و بدون استفاده از هیچ وسیله دیگری بتوان میله ای را که از جنس آهنرباست تعیین کرد.

حل : همانطور که میدانیم در دوسر میله ای که آهنرباست خاصیت مغناطیسی بیشتر از سایر نقاط است و وسط آن تقریباً خنثی است و خاصیت مغناطیسی ندارد. پس اگر مطابق شکل یکی از دوسر یکی از میله ها را به وسط میله ی دومی نزدیک کنیم، در صورتی که نیروی چاذبه بین این دو اتفاق بیفتد، میله ی (۱) آهنرباست و در صورتی که نیروی چاذبه ای بین این دو اتفاق نیفتد میله ی (۲) آهنرباست.

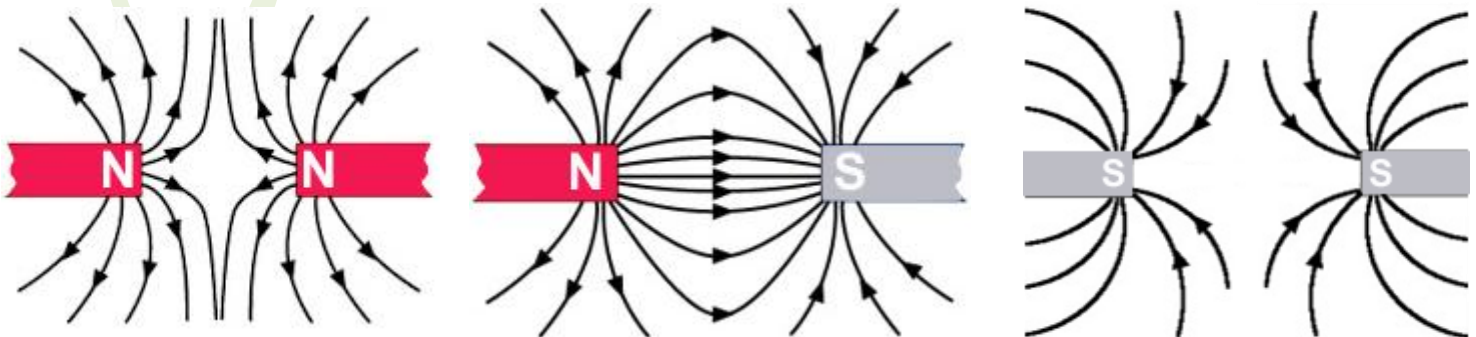


تست - در شکل زیر، دو آهنربای میله ای و یک عقربه ی مغناطیسی نشان داده شده است. به ترتیب از راست به چپ، قطب های مغناطیسی A و B بیاگر چه قطب هایی از آهنربای (۱) و (۲) هستند؟ (قلمچی سوم ریاضی ۱۸ فروردین ۹۶)



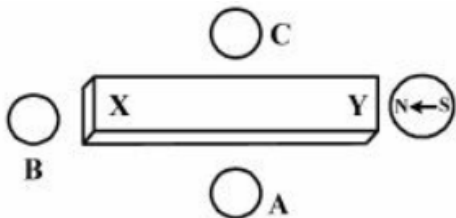
- | | |
|---------------|---------------|
| S و S (۲) | S و N (۱) |
| N و N (۴) | N و S (۳) |

حل : گفتیم که عقربه مغناطیسی با خطوط میدان هم جهت است، پس کافی است که A و B را طوری تعیین کنیم که خطوط میدان مغناطیسی در نقطه مورد نظر به سمت بالا باشد. حالت های مختلف میدانهای بین دو آهنربا را در زیر آورده ایم :



بنابراین گزینه ۴ جواب صحیح این تست است.

تست - شکل زیر، یک آهنربای میله ای معمولی را نشان می دهد که در اطراف آن ۴ عقربه ی مغناطیسی قرار دارند. جهت قرار گرفتن عقربه های A، B، C و D به ترتیب کدام است؟ (سراسری ریاضی ۹۶ خارج کشور)



(۱) \rightarrow و \leftarrow ، \leftarrow و \rightarrow

(۲) \leftarrow و \leftarrow ، \leftarrow و \leftarrow

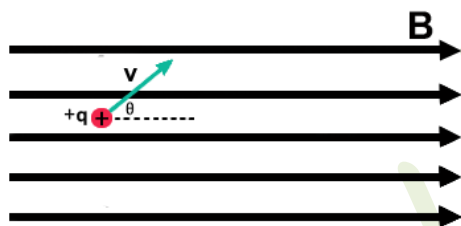
(۳) \rightarrow و \rightarrow ، \rightarrow و \rightarrow

حل: ابتدا باید قطب های آهنربا را مشخص کنیم که همانطور که اشاره کردیم، عقربه های مغناطیسی در جهت خطوط میدان قرار میگیرند. بنابراین با توجه به جهت گیری عقربه مغناطیسی موجود در صورت سوال می توان تشخیص داد که سمت Y در واقع همان قطب S و سمت X همان قطب N آهنرباست. (قطب N عقربه مغناطیسی به سمت قطب S آهنربا جذب می شود)

با مشخص شدن قطب های آهنربا، جهت عقربه های مغناطیسی هم جهت با خطوط میدان مغناطیسی هستند، که گزینه ۱ جواب درست تست است.

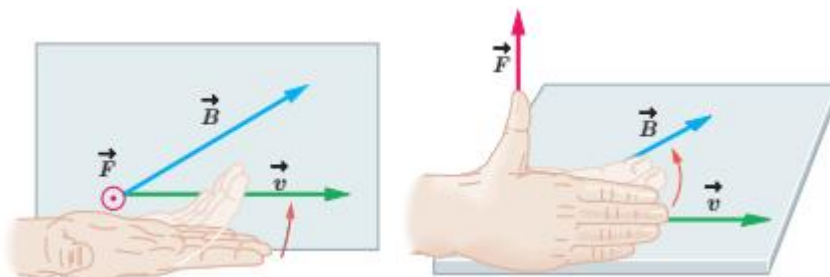
نیروی وارد بر ذره باردار متحرک در میدان مغناطیسی:

در صورتی که یک بار الکتریکی متحرک در میدان مغناطیسی یکنواخت (B) قرار گیرد، از طرف میدان مغناطیسی نیرویی به آن وارد می شود که اندازه آن از رابطه ی زیر بدست می آید و جهت آن نیز از قاعده دست راست مشخص می شود.



$$F = |q|vB \sin \theta \Rightarrow v : \text{سرعت} \quad \theta : \text{سرعت}$$

برای تعیین جهت نیروی وارد بر بار +q باید دست راست خود را مطابق شکل زیر طوری قرار دهیم که انگشت ما در جهت v باشد و کف دست ما به سمت B باشد و انگشت خود را از به سمت B خم کنیم، در این صورت انگشت شست ما جهت نیروی وارد بر بار +q را نشان می دهد.



در صورتی که ذره متحرک دارای بار منفی باشد، همین قاعده را با دست چپ انجام می دهیم. و یا اینکه با دست راست جهت نیرو را بدست می آوریم و در نهایت جهت آن را برعکس می کنیم.

نکات:

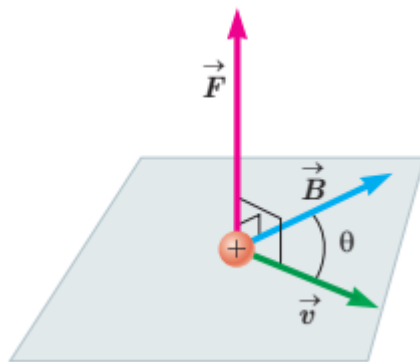
$$\left. \begin{array}{l} \odot : \text{نماد بردار عمود بر صفحه به طرف بیرون (پرون سو)} \\ \otimes : \text{نماد بردار عمود بر صفحه به طرف درون (درون سو)} \end{array} \right\} 1$$

2 با توجه به رابطه ای که برای نیرو نوشتیم دو حالت خاص بسیار بسیار مهم پیش می آید که باید خیلی به اون توجه کنید :

$$\left. \begin{array}{l} \text{اگر } \theta = 0 \text{ یا } \theta = 180^\circ \text{ باشد } F = 0 \text{ است} \\ \text{اگر } \theta = 90^\circ \text{ باشد } F = qvB \text{ است} \end{array} \right\}$$

پنابراین اگر ذره باردار متحرک، موازی یا خطوط میدان مغناطیسی حرکت کند، از طرف میدان مغناطیسی نیرویی به آن وارد نمی شود. و در صورتی که عمود بر خطوط میدان مغناطیسی حرکت کند نیرویی معادل $F = qvB$ به آن وارد می شود.

3 نیروی وارد شده از طرف میدان مغناطیسی هم بر راستای سرعت (v) و هم بر راستای میدان مغناطیسی (B) عمود است.



4 یکای میدان مغناطیسی در SI به احترام نیکلا تسلا، تسلا است و با (T) نشان داده می شود. با توجه به رابطه $F = |q|vB \sin \theta$ می توانیم بنویسیم که T معادل است با :

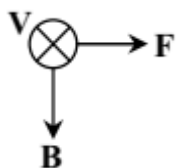
$$1T = \frac{N}{C \cdot (m/s)} = \frac{N \cdot s}{C \cdot m}$$

با توجه به اینکه تسلا یکای بزرگی است معمولاً از یکای غیر SI گاوس (G) هم استفاده می شود که رابطه آن با تسلا بصورت $1T = 10^4 G$ است.

تست: مطابق شکل، بار الکتریکی منفی، با سرعت \vec{v} (درون سو) در حرکت است و نیروی وارد بر آن از طرف میدان مغناطیسی \vec{F} است. جهت میدان مغناطیسی کدام است؟ (سراسری تجربی 9) (مشابه پرسش 3-4 کتاب درسی)



(1) ↑ (2) → (3) ↓ (4) ←



حل: با قاعده دست و با استفاده از دست چپ به راحتی میتوان تشخیص داد که میدان مغناطیسی B باید به سمت پایین باشد. (بچه ها این قاعده رو خیلی تمرین کنید، خیلی!)

تست - پارک ای از الکترون در میدان مغناطیسی زمین از شرق به غرب پرتاب می شود، در این صورت: (گاج تجربی 12 خرداد 96)

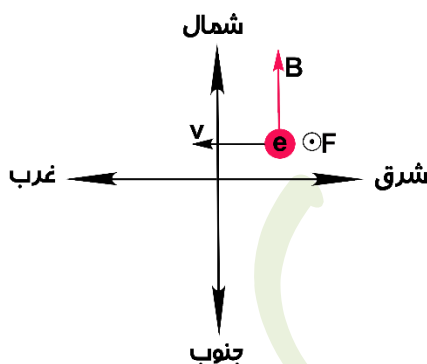
(۱) به سمت بالا منحرف می شود

(۲) به سمت پایین منحرف می شود

(۳) به سمت چپ خود منحرف می شود

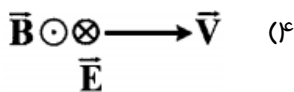
(۴) به سمت راست خود منحرف می شود

حل: (اولا طبق قرارموند در تست های مربوط به میدان مغناطیسی کره زمین از شکل زیر استفاده می کنیم و ثابا هر وقت صحبت از پاریک ی الکترون بود، ما همون یه دونه الکترون رو در نظر میگیریم (یه وقت این اشتباه رو مرتکب نشید که فکر کنید یه پاریک از الکترون از شرق به سمت غرب حرکت کنه معنییش همیشه اینکه جریان I از شرق به غرب است)

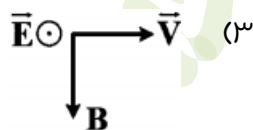


پس گزینه یک گزینه درست تست است.

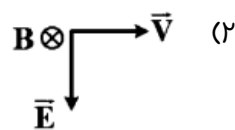
تست - یک الکترون با سرعت \vec{v} وارد فضایی می شود که در آنجا میدان های الکتریکی \vec{E} و مغناطیسی \vec{B} وجود دارند. در کدام شکل، اگر اندازه ها مناسب باشد، الکترون بدون انحراف به حرکت خود ادامه می دهد؟ (سنجش ۹۵)



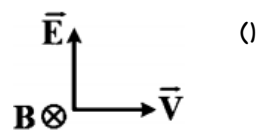
(۴)



(۳)

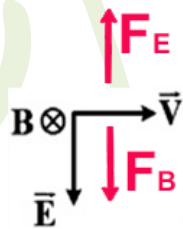


(۲)



(۱)

حل: باید نیرویی که از طرف میدان الکتریکی \vec{E} به الکترون وارد می شود توسط نیرویی که از طرف میدان مغناطیسی \vec{B} به الکترون وارد می شود خنثی شود تا الکترون بدون انحراف به حرکتش ادامه بدهد. قبلا توی بحث الکتریسیته گفتیم که در صورتی که بار منفی در میدان الکتریکی قرار بگیرد \vec{E} و \vec{F} خلاف جهت هم خواهند بود.



با بررسی گزینه ها میبینیم که گزینه ۲ جواب درست تست است.

تست - ذره ای به جرم ۵۰۰ میلی گرم و با سرعت $\frac{m}{s}$ (۳) به طور عمود وارد میدان مغناطیسی یکنواخت $4mT$ می شود. اگر بار الکتریکی ذره $5 \times 10^{-16} C$ باشد، شتابی که ذره تحت تاثیر میدان مغناطیسی میگیرد، چند متر بر مربع ثانیه است؟ (سراسری ریاضی ۹۲)

(۴) ۰,۰۲

(۳) ۰,۲۰

(۲) ۰,۰۴

(۱) ۰,۴۰

حل: برای اینکه شتاب را بدست بیاوریم ابتدا باید نیروی وارد بر ذره از طرف میدان مغناطیسی را بدست آوریم:

$$F = |q|vB = 50 \times 10^{-6} \times 10^3 \times 4 \times 10^{-3} = 2 \times 10^{-4} N \quad \text{چون ذره به عمود در میدان مغناطیسی قرار دارد پس:}$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{2 \times 10^{-4}}{500 \times 10^{-6}} = 0.4 \frac{m}{s^2}$$

تست - ذره ای به جرم m و بار q ، عمود بر خطوط میدان مغناطیسی یکنواختی، با سرعت v وارد میدان می شود. اگر تنها نیروی موثر بر ذره، نیروی مغناطیسی ناشی از میدان مغناطیسی باشد، بزرگی v چگونه تغییر میکند؟ (تست ۵ قلمچی)

- (۱) زیاد می شود (۲) کم می شود (۳) ثابت می ماند (۴) اطلاعات مسئله کافی نیست

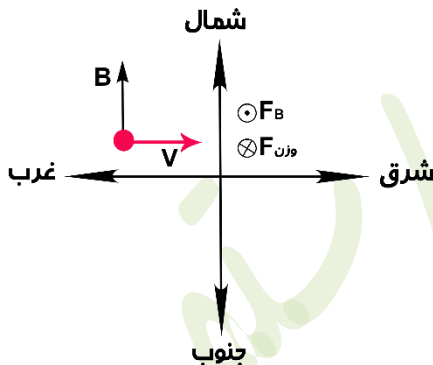
حل: میدانیم که نیروی مغناطیسی وارد بر ذره عمود بر بردار \vec{v} می باشد و بنابراین اندازه سرعت ذره پاردار تغییری نمی کند و فقط جهت سرعت تغییر می کند.

تست - ذره بارداری به جرم 4 گرم در راستای غرب به شرق در میدان مغناطیسی زمین با سرعت $v = 8 \times 10^5$ متر بر ثانیه در حال حرکت است. بار الکتریکی این ذره چند میکروکولن باشد تا از مسیر خود منحرف نشود؟ ($B = 0.5T$ و $g = 10$)

- (۱) 10^{-4} (۲) 10^{-3} (۳) 10^{-2} (۴) 10^{-1}

حل: شرط اینکه ذره مورد نظر از مسیر خود منحرف نشود، این است که برآیند نیروی وزن و نیروی وارد شده از طرف میدان مغناطیسی به ذره پاردار صفر شود.

با توجه به شکل زیر نیروی وزن بصورت درون سو \otimes است، پس باید نیروی ناشی از میدان مغناطیسی بیرون سو \odot و هم اندازه با نیروی وزن باشد. با توجه به جهت سرعت، برای اینکه نیروی ناشی از میدان مغناطیسی کره زمین بیرون سو \odot شود علامت بار ذره مورد نظر باید مثبت باشد.

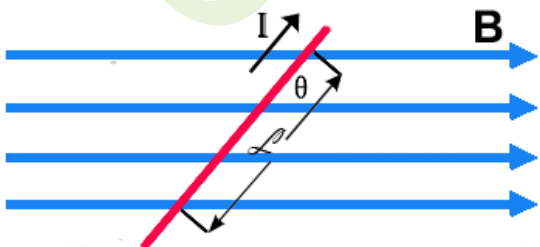


$$F_B = F_{\text{وزن}} \Rightarrow |q|vB = mg \Rightarrow q = \frac{mg}{vB}$$

$$q = \frac{mg}{vB} = \frac{4 \times 10^{-3} \times 10}{8 \times 10^5 \times 0.5 \times 10^{-2}} = \frac{4 \times 10^{-2}}{4 \times 10^4} = 1 \mu\text{C}$$

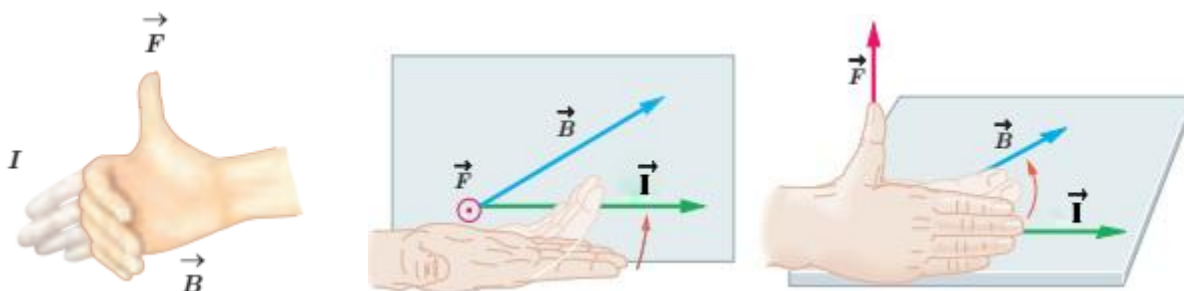
نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی:

همانطوری که به ذره پاردار متحرک در میدان مغناطیسی نیرو وارد می شود، به سیم حامل جریان نیز در میدان مغناطیسی نیرو وارد می شود که اندازه آن از رابطه ی زیر بدست و جهت نیرو از قاعده دست راست مشخص می شود.



$$F = BIL \sin \theta \Rightarrow L: \text{طول موثر سیم} \quad \theta: \text{زاویه بین میدان و جهت جریان}$$

برای تعیین جهت نیروی وارد بر سیم حامل جریان باید دست راست خود را مطابق شکل زیر طوری قرار دهیم که انگشت ما در جهت جریان I باشد و کف دست ما به سمت B باشد و انگشت خود را از به سمت B خم کنیم، در این صورت انگشت شست ما جهت نیروی وارد بر سیم حامل جریان را نشان می دهد.

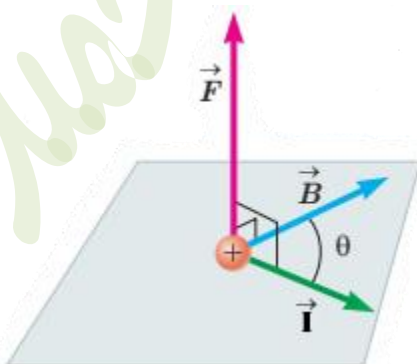


نکات:

① با توجه به رابطه ای که برای نیروی وارد بر سیم حامل جریان نوشتیم دو حالت خاص بسیار مهم داریم که باید خیلی به اون توجه کنید:

$$\left. \begin{aligned} \text{اگر } \theta = 0 \text{ یا } \theta = 180^\circ \text{ باشد } F = 0 \text{ است} \\ \text{اگر } \theta = 90^\circ \text{ باشد } F = BIL \text{ است} \end{aligned} \right\}$$

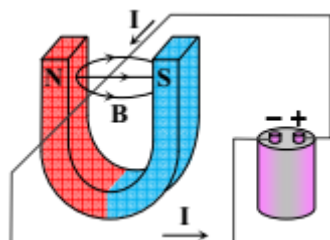
② نیروی وارد شده از طرف میدان مغناطیسی هم بر راستای جریان (I) و هم بر راستای میدان مغناطیسی (B) عمود است.



③ همانطور که قبلا گفتیم یکای میدان مغناطیسی در SI تسلا است و با (T) نشان داده می شود. با توجه به رابطه $F = BIL \sin \theta$ می توانیم بنویسیم که T معادل است با:

$$1T = \frac{N}{A \cdot m}$$

تست - در شکل روپه رو، نیروی الکترومغناطیسی وارد بر آن قسمت از سیم که در بین دو قطب آهنربا قرار دارد، به کدام جهت است؟ (سراسری تجربی ۹۳ خارج کشور)



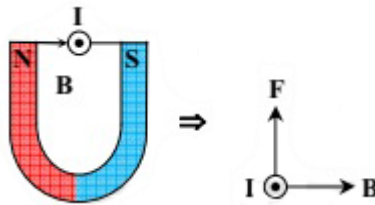
(۲) پایین

(۱) بالا

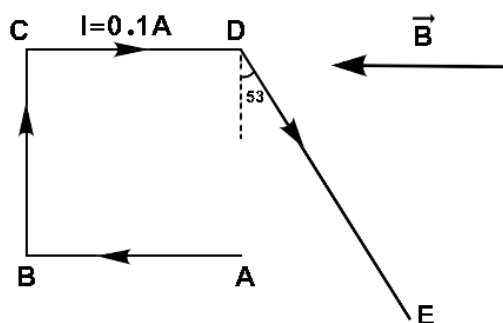
(۴) به سمت قطب S

(۳) به سمت قطب N

حل: با توجه به شکل اگر مسیر جریان را پرون سو در نظر بگیریم، به کمک قانون دست راست جهت نیروی وارد بر سیم به سمت بالا می باشد.



تست- در شکل مقابل $AB = CD = 2m$ و $BC = 4m$ و $DE = 8m$ است. و اندازه میدان یکنواخت به اندازه $10T$ و به سمت چپ می باشد. نیروی



وارد بر قطعه $ABCDE$ چند نیوتون و در کدام جهت است؟ (ریاضی خ ک)

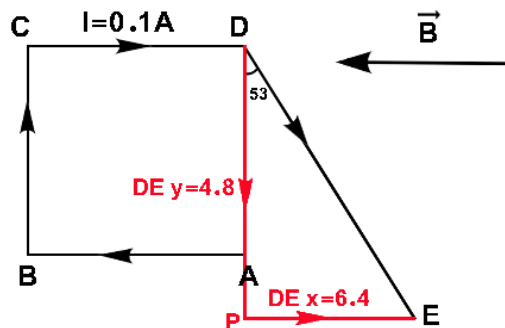
(۱) درون سو ، $0,8$ (۲) پرون سو ، $2,4$

(۳) درون سو ، $2,4$ (۴) پرون سو ، $0,8$

حل: گفتیم که در صورتی که جریان، موازی خطوط میدان مغناطیسی باشد به آن نیرویی وارد نمی شود و در صورتی که جریان، عمود بر خطوط میدان باشد پیشینه ی نیرو به آن وارد می شود. بنابراین در اینگونه تست ها یک راه، تجزیه ی جریانهای موازی یا عمود بر خطوط میدان می باشد. در این تست نیروی وارد بر خطوط AB و CD به دلیل موازی بودن با خطوط میدان صفر است. با تجزیه خط DE خواهیم داشت:

$$\begin{cases} DE_y = DE \cos 53^\circ = 8 \times 0.6 = 4.8m \\ DE_x = DE \sin 53^\circ = 8 \times 0.8 = 6.4m \end{cases}$$

DE_x که موازی با خطوط میدان است و نیروی وارد بر آن برابر صفر خواهد بود. با این تقاسیر فقط BC و DE_y می ماند که نیروی وارد بر هر یک از آنها را بدست می آوریم:



$$\begin{cases} BC \text{ وارد بر } \rightarrow F_{BC} = BIL_{BC} = 10 \times 0.1 \times 4 = 4N \odot \\ DE_y \text{ وارد بر } \rightarrow F_{DE_y} = BIL_{DE_y} = 10 \times 0.1 \times 4.8 = 4.8N \otimes \end{cases}$$

$$\Rightarrow F_{\text{پراگند}} = 0.8N \otimes$$

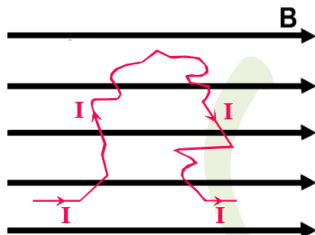
پس گزینه (جواب درست تست است. اما میخوایم اینجا ۳ تا نکته بگیریم و بعد دوباره این تست را حل کنیم :

نکته ① : اگر چریان I شکل بسته ی دلخواهی را ایجاد کند که کاملاً درون خطوط میدان مغناطیسی باشد، برآیند نیروهای وارد بر آن صفر است.



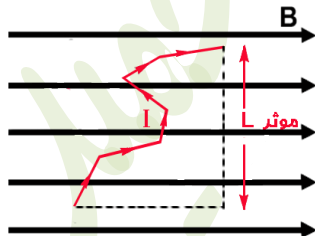
$$F = 0 \text{ برآیند برای هر کدام از شکل ها}$$

نکته ② : در صورتی که راستای ورود و خروج یک سیم حامل چریان در میدان مغناطیسی یکسان و موازی با خطوط میدان باشد، برآیند نیروهای وارد بر این سیم صفر خواهد بود.



$$F = 0 \text{ نیروی وارد بر این سیم برابر با صفر است}$$

نکته ③ : اگر سیم حامل چریان I درون میدان مغناطیسی B قرار گرفته باشد، نیرویی که از طرف میدان مغناطیسی به سیم وارد می شود، فقط و فقط به آن قسمتی از طول سیم که در جهت عمود بر میدان مغناطیسی باشد بستگی دارد. برای مثال در شکل زیر داریم :

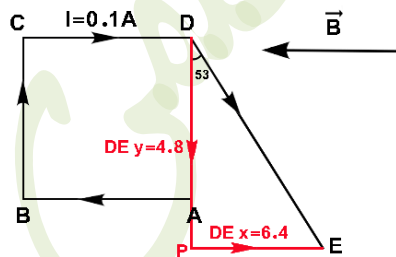


$$F = BIL_{\text{موازی}}$$

روش دوم حل سوال قبل:

با توجه به نکته ① و بعد از تجزیه ی خط DE بر روی محورهای x و y ، پی میبریم که مربع $ABCD$ ، یک شکل بسته درون میدان مغناطیسی است که نیروی وارد بر این قسمت صفر است. و همچنین خط DE_x هم موازی خطوط میدان است و در نتیجه نیروی وارد بر این قسمت هم صفر است.

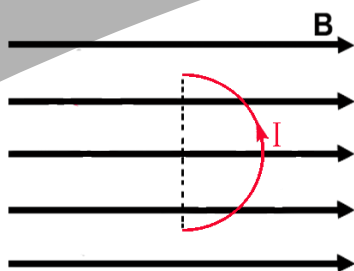
پس فقط قسمت Ap باقی میماند که نیروی وارد بر آن را بدست می آوریم :



$$F_{Ap} = BIL_{Ap} = 1 \times 0.1 \times 0.8 = 0.08 \text{ N}$$

روش سوم حل سوال قبل :

با توجه به نکته 3 طول موثر این سیم همان Ap با جهت جریان به سمت پایین است.



تست - مطابق شکل، سیمی به طول 5π متر را به صورت یک نیم دایره در آورده و آن را در میدان مغناطیسی یکنواخت 500 گاوس قرار می دهیم. اگر از سیم جریان 2 آمپر عبور کند، نیروی وارد بر قطعه سیم از طرف میدان مغناطیسی چند نیوتون است؟

- (1) 0.25 (2) 1 (3) 0.5 (4) 5×10^3

حل: طبق نکته شماره 3 برای بدست آوردن نیروی وارد بر سیم باید طول موثر آن را بدست آوریم که برابر است با قطر نیم دایره.

$$\text{معیط نیم دایره} = \pi R \rightarrow 5\pi = \pi R \rightarrow R = 5 \rightarrow D = 2R = 10 \text{ m}$$

$$F = BIL_{\text{موثر}} = 500 \times 10^{-7} \times 2 \times 10 = 1 \text{ N}$$

تست - معادله میدان مغناطیسی یکنواختی در SI بصورت $\vec{B} = 0.2\vec{i} + 0.3\vec{j}$ است. در این میدان یکنواخت از سیم راست و بلندی که منطبق بر محور x ها است، جریان الکتریکی ثابت 20 آمپر می گذرد. اندازه نیرویی که از طرف میدان مغناطیسی بر هر متر از سیم وارد می شود چند نیوتون است؟ (قلمچی)

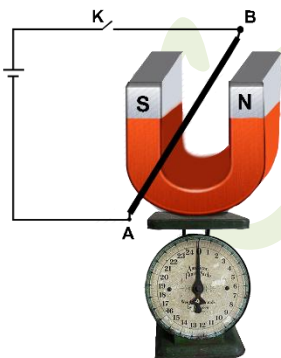
- (1) $3\sqrt{5}$ (2) $2\sqrt{13}$ (3) 4 (4) 6

حل: در تست هایی که میدان مغناطیسی را بصورت برداری داده است، بهترین راه حل، تجزیه ی بردار میدان مغناطیسی در جهت های x و y است:

$$\begin{cases} B_x = 0.2 \\ B_y = 0.3 \end{cases} \quad \text{و} \quad I = I_x = 20 \text{ A}$$

گفتیم که در صورتی که جهت سیم حامل جریان موازی با میدان مغناطیسی باشد، از طرف میدان به سیم حامل جریان نیرویی وارد نمی شود. بنابراین B_x نیرویی به I_x وارد نمی کند. اما B_y به I_x نیرویی وارد می کند که معادل است با:

$$F = B_y IL = 0.3 \times 20 \times 1 = 6 \text{ N}$$



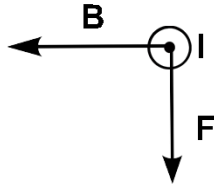
تست - در شکل زیر سیم افقی AB در میدان مغناطیسی یکنواخت بین دو قطب معلق است و قبل از بستن کلید، ترازو عدد 8 نیوتون را نشان می دهد. وقتی کلید بسته شود، از سیم جریان 20 آمپر میگذرد و ترازو عدد 8 نیوتون را نشان می دهد. اگر 10 سانتی متر از سیم AB در میدان مغناطیسی قرار گرفته باشد، اندازه میدان مغناطیسی بر حسب تسلا و جهت جریان در سیم کدام است؟ (سراسری ریاضی 84)

- (1) 0.1 و از A به B (2) 1 و از B به A (3) 1 و از A به B (4) 0.1 و از B به A

فیزیک مختصر و مفید رستمی

حل: قبل از بسته شدن کلید، ترازو فقط وزن آهنربا را نشان می دهد که ۱۰ نیوتون است. با بسته شدن کلید و ایجاد جریان الکتریکی درون سیم AB عددی که ترازو نشان می دهد به ۸ نیوتون تغییر یافته است. یعنی از طرف سیم AB به آهنربا ۲ نیوتون نیرو در جهت بالا وارد شده است. طبق قانون سوم نیوتون از طرف آهنربا نیز به سیم AB نیروی ۲ نیوتون و در جهت پایین وارد می شود. پس خواهیم داشت:

$$F = BIL \sin \theta \rightarrow 2 = B \times 20 \times 0.1 \rightarrow B = 1T$$



برای بدست آوردن جهت جریان نیز از قاعده دست راست کمک میگیریم:

پس جهت جریان از B به A است

میدان مغناطیسی اطراف سیم بلند و مستقیم حامل جریان:

علاوه بر آهنرباها، جریان الکتریسیته نیز می تواند یکی از چشمه ای ایجاد میدان مغناطیسی باشد. اندازه میدان مغناطیسی که در اطراف سیم حامل جریان ایجاد می شود از رابطه ی زیر بدست می آید و جهت میدان مغناطیسی ایجاد شده هم با قاعده دست راست مشخص می شود

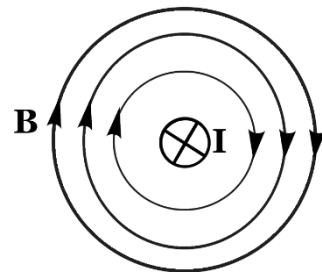
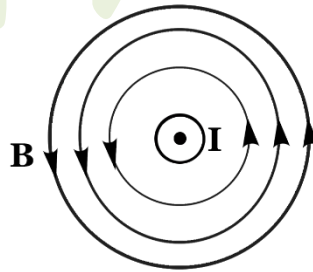
$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi R} \quad (\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}) \Rightarrow B = 2 \times 10^{-7} \frac{I}{R}$$

$$\frac{B^2}{B} = \frac{I^2}{I} \times \frac{R}{R^2}$$

نکته ①:

توجه: در کتاب درسی جدید این رابطه حذف شده است و فقط اشاره کوچکی به تناسب بین B و I شده است!

اگر انگشت شست دست راست را در جهت جریان الکتریکی قرار دهید، جهت خم شدن چهار انگشت دست شما جهت خط های میدان مغناطیسی را در اطراف سیم نشان می دهد.

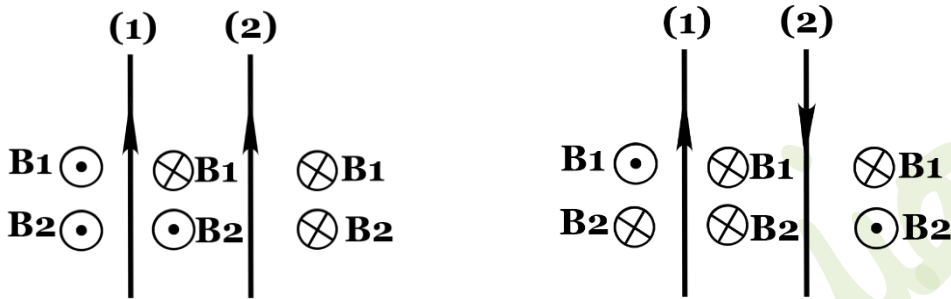


نقطه کور میدان مغناطیسی در اطراف دو سیم حامل جریان:

فیزیک مختصر و مفید رستمی

در صورتی که دو سیم حامل جریان را در نزدیکی هم قرار دهیم برآیند میدان های مغناطیسی در اطراف این دو سیم در یک نقطه صفر می شود. اگر

هم جهت باشند ← میدان مغناطیسی بین دو سیم و نزدیک به سیم با جریان کمتر صفر میشود
 خلاف جهت باشند ← میدان مغناطیسی خارج از دو سیم و نزدیک به سیم با جریان کمتر صفر میشود



نکته 1: نقطه کور میدان مغناطیسی را می توان از رابطه ی زیر نیز بدست آورد:

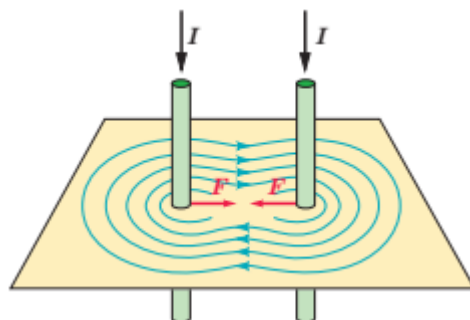
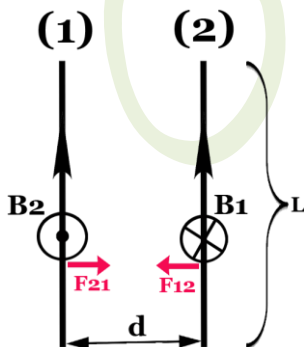
$$x = \frac{d}{\left(\frac{I_{\text{بزرگ}}}{I_{\text{کوچک}}} \pm 1\right)}$$

$\left\{ \begin{array}{l} + \rightarrow \text{جریان ها هم جهت} \\ - \rightarrow \text{جریان ها خلاف جهت} \end{array} \right.$

توجه: با توجه به حذف شدن رابطه مورد نظر در کتاب درسی، به نظر میرسد که فقط دانستن اینکه در کدام ناحیه برآیند میدان های مغناطیسی صفر می شود کفایت می کند.

نیروی که دو سیم حامل جریان به یکدیگر وارد می کنند:

دو سیم حامل جریان، به واسطه میدان مغناطیسی که هر کدام در محل دیگری ایجاد میکنند بر هم نیرو وارد می کنند، که دو حالت داریم:



حالت 1: جریان ها هم جهت باشند

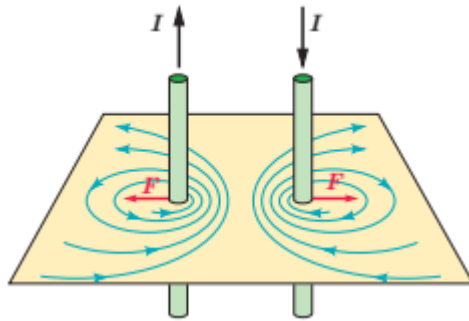
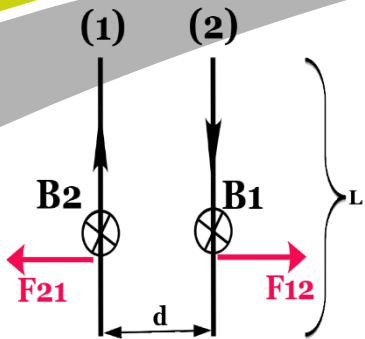
نیروی بین دو سیم در این حالت رپایشی است

$$F_{12} = F_{21} = \mu_0 \times 10^{-7} \frac{I_1 I_2 L}{d}$$

حالت ②: جریانه‌ها خلاف جهت باشند

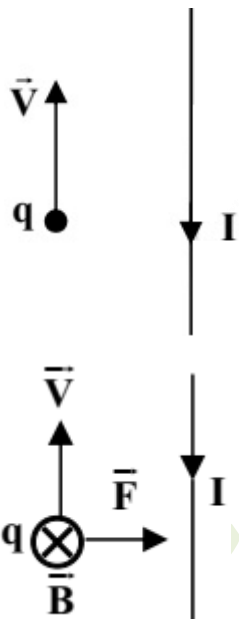
نیروی بین دو سیم در این حالت رانشی است

$$F_{12} = F_{21} = \mu \times 10^{-7} \frac{I_1 I_2 L}{d}$$



توجه: در کتاب درسی جدید محاسبه نیروها مد نظر نیست و فقط تشخیص ربایشی یا رانشی بودن این نیروها مهم است.

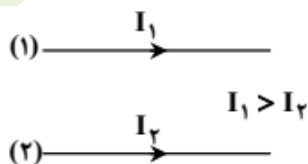
تست - در شکل مقابل پار نقطه ای q منفی است و در جهت نشان داده شده حرکت می کند. نیروی الکترومغناطیسی وارد بر آن در کدام جهت است؟ (سیم و پار نقطه ای در یک صفحه قرار دارند) (سراسری تجربی ۸۸)



- ⊙ (۲)
- ⊗ (۱)
- ← (۴)
- (۳)

حل: ابتدا باید جهت میدان مغناطیسی ناشی از سیم حامل جریان را در محل پار q بدست آوریم. با استفاده از قانون دست راست به وضوح روشن است که جهت میدان مغناطیسی در محل پار q درون سو \otimes است. چون پار منفی است، با توجه به جهت میدان مغناطیسی و جهت سرعت، جهت نیروی وارد بر پار q به سمت راست است.

تست - در شکل مقابل دو سیم بلند (۱) و (۲) موازی هم در این صفحه قرار دارند و بر هم نیروی الکترومغناطیسی وارد می کنند. اگر نیروی وارد بر هر متر سیم (۱)، \vec{F}_1 و نیروی وارد بر هر متر سیم (۲)، \vec{F}_2 باشد، \vec{F}_1 و \vec{F}_2 به ترتیب از راست به چپ در چه جهتی هستند و اندازه ی آنها چگونه است؟ (سراسری ریاضی ۹۲ خارج کشور)

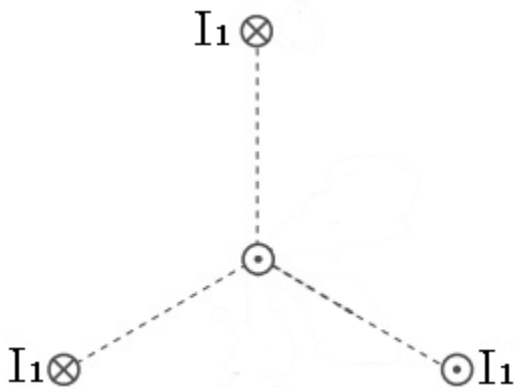


- $F_1 = F_2, \downarrow, \uparrow$ (۲)
- $F_1 = F_2, \uparrow, \downarrow$ (۱)
- $F_1 > F_2, \downarrow, \uparrow$ (۴)
- $F_1 > F_2, \uparrow, \downarrow$ (۳)

فیزیک مختصر و مفید رستمی

حل : میدانیم که نیروی بین دو سیم دارای جریان هم جهت، ربابشی می باشد. بنابراین نیرویی که بر سیم (۱) وارد می شود به سمت پایین \downarrow و نیرویی که بر سیم (۲) وارد می شود به سمت بالا \uparrow است. و طبق قانون سوم نیوتون واضح است که اندازه این دو نیرو باید با هم برابر باشند. پس گزینه (۱) جواب درست است.

تست - سه سیم راست طویل عمود بر صفحه ی کاغذ از سه راس یک مثلث متساوی الاضلاع می گذرند و حامل جریان الکتریکی هم اندازه ی I در جهت های نشان داده شده هستند. اگر سیم چهارم موازی سه سیم دیگر از مرکز مثلث بگذرد و جریان I_2 از آن عبور کند، جهت برآیند نیروهای وارد بر سیم چهارم کدام خواهد بود؟ (گزینه دو ۹۵)



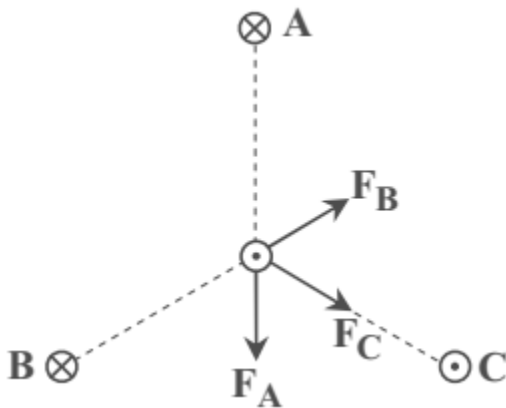
→ (۱)

← (۲)

↘ (۳)

↖ (۴)

حل : سیم های موازی که جریان هم جهت دارند یکدیگر را جذب می کنند و سیم های موازی حامل جریان های مختلف جهت یکدیگر را دفع می کنند. با توجه به متساوی الاضلاع بودن مثلث و یکسان بودن فاصله های هر سیم، از سیمی که در مرکز مثلث قرار دارد و یکسان بودن جریان ها، اندازه نیروهایی که هر کدام از سیم ها به سیمی که در مرکز مثلث قرار دارد وارد می کنند، یکسان است. پس بر سیم چهارم، سه نیروی هم اندازه به ترتیب زیر وارد می شود که جهت برآیند آنها همان جهت F_C می شود.



میدان مغناطیسی پیچه مسطح : (برای رشته تجربی محاسبات وجود ندارد و فقط مفهوم پیچه تدریس شده است)

در اطراف یک (یا چند) دور حلقه ی رسانای دایره ای حامل جریان I ، میدان مغناطیسی تشکیل می شود که اندازه آن از رابطه زیر بدست می آید و جهت آن را نیز از قاعده دست راست مشخص می کنیم

$$B = \frac{\mu_0 NI}{rR} = 2\pi \times 10^{-7} \frac{NI}{R} \quad \text{که} \quad \begin{cases} R \rightarrow \text{شعاع پیچه} \\ N \rightarrow \text{تعداد دور پیچه} \end{cases}$$

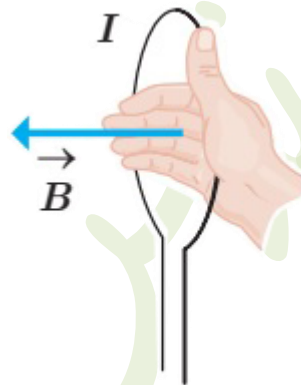
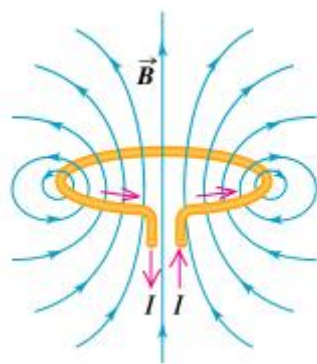
(میدان مغناطیسی پیچه در مرکز آن)

$$N = \frac{L \text{ طول سیم}}{\text{محیط هر حلقه}} = \frac{L}{\gamma \pi R}$$

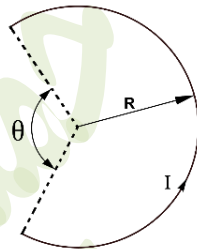
نکته: برای مقایسه بین میدان مغناطیسی در مرکز پیچیده های مختلف، با توجه به اطلاعات مسئله از یکی از روابط زیر استفاده میکنیم:

$$\textcircled{1} B = \frac{\mu_0 NI}{\gamma R} \Rightarrow \frac{B_\gamma}{B_1} = \frac{N_\gamma}{N_1} \times \frac{I_\gamma}{I_1} \times \frac{R_1}{R_\gamma}$$

$$\textcircled{2} B = \frac{\mu_0 LI}{\gamma \pi R^2} \Rightarrow \frac{B_\gamma}{B_1} = \frac{L_\gamma}{L_1} \times \frac{I_\gamma}{I_1} \times \left(\frac{R_1}{R_\gamma}\right)^2$$

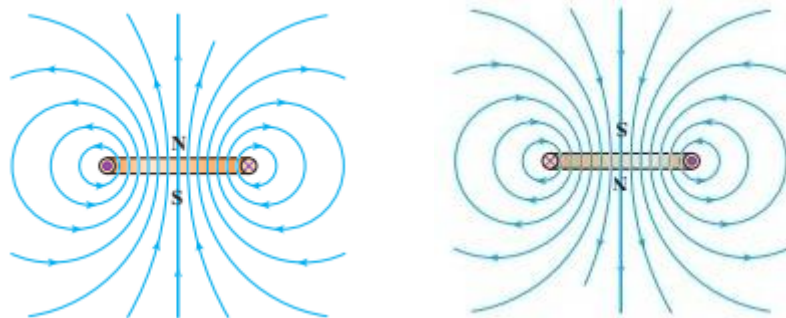


حالت خاص: اگر کمتر از یک حلقه کامل داشته باشیم، N را از رابطه ی زیر بدست می آوریم:



$$N = \frac{\theta}{360}$$

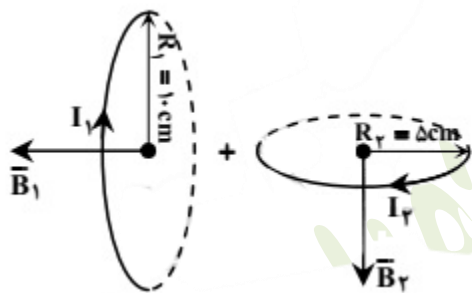
نکته: با توجه به الگوی خطوط میدان مغناطیسی، هر حلقه حامل جریان را میتوان یک دو قطبی مغناطیسی در نظر گرفت، قطب های N و S در این حالت با توجه به جهت جریان در حلقه تعیین می شود. دقت کنید که در وسط حلقه، مانند داخل آهنربا، جهت خطوط میدان از S به سمت N است.



تست - دو حلقه هم مرکز به شعاع های 10cm و 5cm که در هر یک جریان 5A آمپر جاری است، عمود بر هم قرار دارند. بزرگی میدان مغناطیسی حاصل در مرکز پیچچه ها چند تسلا است؟ (سراسری تجربی ۹۰)

$$(1) 3 \times 10^{-6} \quad (2) 9 \times 10^{-6} \quad (3) 3\sqrt{3} \times 10^{-6} \quad (4) 3\sqrt{5} \times 10^{-6}$$

حل: ابتدا میدان مغناطیسی هر یک از پیچچه ها را در مرکز پیچچه بدست می آوریم، توجه داشته باشید که چون پیچچه ها بر هم عمودند، میدانهای مغناطیسی حاصل از آنها در مرکز پیچچه ها نیز بر هم عمودند. ($\pi = 3$)



$$\begin{cases} B_1 = 2\pi \times 10^{-7} \frac{I_1}{R_1} = 6 \times 10^{-7} \frac{5}{10} = 3 \times 10^{-6} \\ B_2 = 2\pi \times 10^{-7} \frac{I_2}{R_2} = 6 \times 10^{-7} \frac{5}{5} = 6 \times 10^{-6} \end{cases}$$

$$B_{\text{پراوند}} = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} = \sqrt{9 + 36} \times 10^{-6} = 3\sqrt{5} \times 10^{-6}$$

تست - طول سیم A ، ۴ برابر طول سیم B است. این دو سیم را بصورت پیچچه های مسطح در آوریم، بطوریکه سطح هر حلقه پیچچه ی A ، ۴ برابر سطح هر حلقه پیچچه ی B است. اگر از این پیچچه ها، جریان های الکتریکی مساوی عبور دهیم، بزرگی میدان مغناطیسی در مرکز پیچچه ی A ، چند برابر بزرگی میدان مغناطیسی در مرکز پیچچه B می شود؟ (سنجش ۹۵)

$$(1) 4 \quad (2) 2 \quad (3) 1 \quad (4) 0.25$$

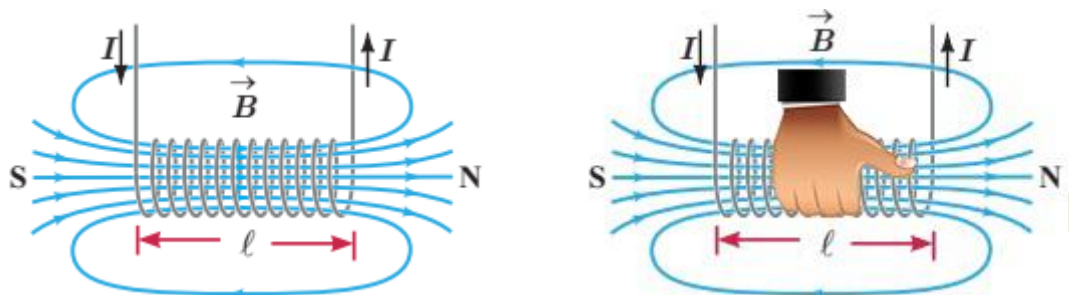
حل: با توجه به اطلاعات مسئله از رابطه ی زیر استفاده می کنیم:

$$\text{سطح } A = \text{سطح } B \Rightarrow \pi R_A^2 = 4\pi R_B^2 \Rightarrow R_A = 2R_B$$

$$B = \frac{\mu_0 LI}{4\pi R^2} \Rightarrow \frac{B_A}{B_B} = \frac{L_A}{L_B} \times \frac{I_A}{I_B} \times \left(\frac{R_B}{R_A}\right)^2 = \frac{4L_B}{L_B} \times 1 \times \left(\frac{R_B}{2R_B}\right)^2 = 4 \times 1 \times \frac{1}{4} = 1$$

میدان مغناطیسی حاصل از سیملوله ی حامل جریان:

سیملوله سیم درازی است که مطابق شکل و به صورت مارپیچی پیچیده شده است. که اندازه میدان مغناطیسی داخل سیملوله از رابطه زیر بدست می آید و جهت آن توسط قاعده دست راست تعیین می شود.



$$B = \mu_0 n I \quad \text{که} \quad n = \frac{N}{L} \quad (\text{تعداد دور در واحد طول}) \Rightarrow B = \mu_0 \frac{NI}{L} \quad (\text{موسی و نیل !})$$

این طول (L) منظور طول سیم نیست ها! اشتباه نکنید. منظور طول سیملوله است.

قاعده دست راست در سیملوله: چهار انگشت دست راست را مطابق شکل در جهت جریان قرار می دهیم، در این حالت انگشت شست جهت خطوط میدان در وسط سیملوله را نشان می دهد. به این نکته خیلی توجه داشته باشید که در وسط سیملوله (مثل داخل آهنربا) جهت خطوط میدان از S به N است.

نکات:

① میدان مغناطیسی داخل سیملوله تقریباً یکنواخت است.

② اگر داخل سیملوله یک هسته فلزی قرار دهیم، میدان مغناطیسی داخل سیملوله با ضریب K تقویت می شود.

$$B = K \mu_0 \frac{NI}{L}$$

تست - طول سیملوله ای برابر 20cm است و دارای 200 حلقه است که به صورت منظم پیچیده شده است. اگر از آن جریان الکتریکی 5 آمپر عبور کند، میدان مغناطیسی در داخل آن چند گاوس می شود؟ ($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T.m}{A}$) (سراسری تجربی ۹۳)

$$4\pi (4)$$

$$2\pi (3)$$

$$4\pi (2)$$

$$2\pi (1)$$

حل: میدان مغناطیسی در سیملوله همیشه "موسی و نیل!" :

$$B = \mu_0 \frac{NI}{L} = 4\pi \times 10^{-7} \frac{200 \times 5}{0.2} = 2\pi \times 10^{-4} T = 2\pi \times 10^{-4} \times 10^4 G = 2\pi \text{ گاوس}$$

تست - تعداد حلقه های پیچیده مسطحی با تعداد حلقه های یک سیملوله برابر است و از آنها جریان الکتریکی یکسان می گذرد. اگر میدان مغناطیسی یکنواخت ایجاد شده در داخل سیملوله برابر با میدان مغناطیسی در مرکز پیچیده باشد، طول سیملوله چند برابر قطر پیچیده است؟ (سراسری ریاضی ۹۴)

(۹۴)

(۴) ۰,۲۵

(۳) ۰,۵

(۲) ۲

(۱) ۱

حل : $B_{\text{سیملوله}} = \frac{\mu_0 NI}{L}$ و $B_{\text{پیچچه}} = \frac{\mu_0 NI}{2R}$

$$B_{\text{پیچچه}} = B_{\text{سیملوله}} \Rightarrow \frac{\mu_0 NI}{2R} = \frac{\mu_0 NI}{L} \Rightarrow 2R = L \rightarrow D = L$$

تست - بزرگی میدان مغناطیسی روی محور اصلی سیملوله ای که از آن جریانی به شدت (آمپر می گذرد ، برابر با 4π گاوس است . در هر سانتی متر از این سیملوله چند حلقه سیم موجود است ؟ $(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T.m}{A})$

(۴) ۱

(۳) ۱۰

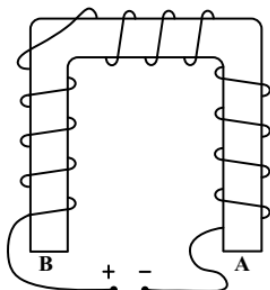
(۲) ۱۰۰

(۱) ۱۰۰۰

حل : فقط باید رابطه ی مربوط به میدان مغناطیسی روی محور سیملوله رو بلد باشیم و جایگذاری کنیم :

$$B = \mu_0 \frac{NI}{L} \rightarrow 4\pi \times 10^{-7} = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N \times 1}{0.01} \rightarrow N = 10$$

تست - در شکل روبه رو ، سیم به دور هسته ی آهنی پیچیده شده است و از آن جریان الکتریکی عبور می کند . در آهنربای الکتریکی ایجاد شده ، قطب های A و B به ترتیب از راست به چپ کدامند؟ (سنجش ۹۵)

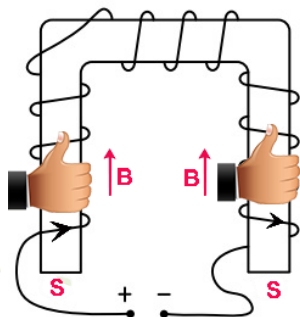


N و N (۲)

S و S (۱)

S و N (۴)

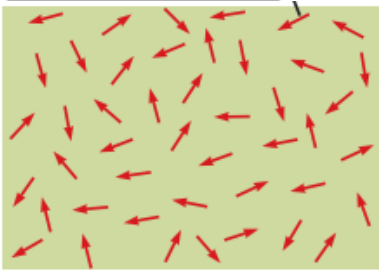
N و S (۳)



حل : با اعمال قانون دست راست به راحتی مشخص می شود که گزینه (۱) جواب صحیح است

خواص مغناطیسی مواد :

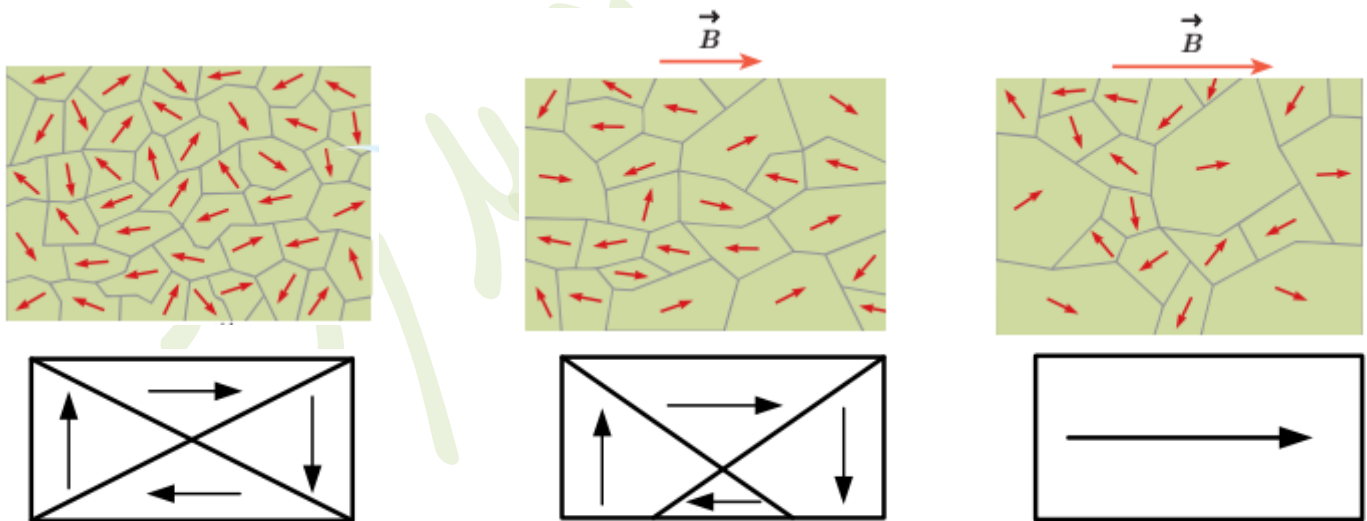
مواد از نظر مغناطیسی به سه دسته تقسیم می شوند : مواد پارامغناطیسی ، دیا مغناطیسی و فرو مغناطیسی



مواد پارامغناطیس: اتم های مواد پارامغناطیسی به صورت ذاتی خاصیت مغناطیسی دارند. اما دو قطبی های مغناطیسی وابسته به آنها به صورت کاتوره ای سمت گیری کرده اند و میدان مغناطیسی خاصی ایجاد نمی کنند. اما با قرار گیری در میدان مغناطیسی قوی، دو قطبی های مغناطیسی آنها به صورت مختصر جهت گیری میکنند و منظم می شوند و کمی خاصیت مغناطیسی ایجاد میکنند. با حذف میدان خارجی دوباره دو قطبی های مغناطیسی به صورت کاتوره ای سمت گیری میکنند. شکل مقابل سمت گیری دو قطبی های مغناطیسی در یک ماده پارامغناطیسی را در نبود میدان خارجی نشان می دهد.

مواد دیامغناطیس: اتم های مواد دیامغناطیس به صورت ذاتی فاقد دو قطبی های مغناطیسی هستند. با این وجود قرار گیری در میدان خارجی قوی می تواند سبب القای دو قطبی های مغناطیسی در خلاف جهت میدان خارجی شود.

مواد فرومغناطیس: اتم های این مواد به صورت ذاتی دارای دو قطبی های مغناطیسی هستند. پرهم کنش های قوی بین دو قطبی های مغناطیسی در این مواد باعث می شود که حتی در نبود میدان خارجی، این دو قطبی ها در ناحیه هایی هم سو شوند، که این ناحیه ها را حوزه های مغناطیسی می نامند. با اعمال میدان خارجی، حوزه های مغناطیسی هم سو با میدان رشد میکنند و حجمشان بیشتر می شود. در این فرآیند مرز بین حوزه ها تغییر می کند و ماده خاصیت آهنربایی پیدا میکند. شکل زیر حوزه های مغناطیسی مواد فرومغناطیس را در نبود میدان خارجی نشان می دهد و سپس با اعمال میدان خارجی نشان می دهد.

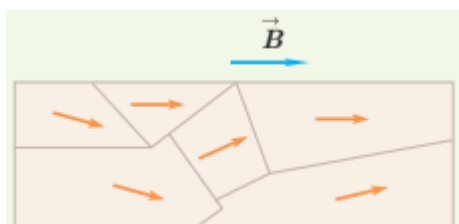


ماده فرومغناطیس در حضور میدان خارجی قوی ماده فرومغناطیس در حضور میدان خارجی ضعیف ماده فرومغناطیس در نبود میدان خارجی
مواد فرومغناطیس به دو دسته ی فرومغناطیس نرم و فرومغناطیس سخت تقسیم می شوند

فرومغناطیس نرم: حوزه های مغناطیسی برخی از مواد فرومغناطیس مانند آهن در حضور میدان مغناطیسی به سادگی تغییر می کند و ماده آهنربا می شود، و با حذف میدان خارجی هم به سادگی خاصیت آهنربایی خود را از دست می دهد. از این مواد در ساخت هسته ی پیچچه ها و سیملوله ها و همچنین برای ساختن آهنربای الکتریکی استفاده می شود.

فرومغناطیس سخت: حوزه های مغناطیسی برخی از مواد فرومغناطیس مانند فولاد در حضور میدان مغناطیسی به سختی تغییر میکنند. یعنی این مواد را میتوان با اعمال میدان خارجی قوی به سختی به آهنربا تبدیل کرد. و البته با حذف کردن میدان مغناطیسی خارجی هم این مواد خاصیت آهنربایی خود را همچنان حفظ می کنند. بنابراین از این مواد در ساخت آهنرباهای دائمی استفاده می کنند.

تست - شکل مقابل جهت گیری دو قطبی های مغناطیسی یک ماده را در حضور میدان مغناطیسی، و سپس با برداشتن میدان مغناطیسی نشان داده است. ماده مورد نظر از نظر مغناطیسی در کدام دسته قرار می گیرد؟ (پرسش های کتاب درسی)



الف - در حضور میدان خارجی



ب- بعد از حذف میدان خارجی

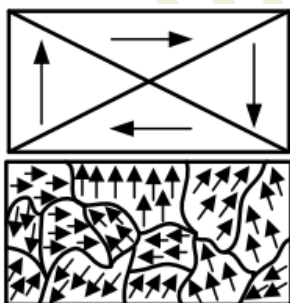
(۱) پارامغناطیس

(۲) فرومغناطیس نرم

(۳) فرومغناطیس سخت (۴) دیا مغناطیس

حل: اولاً که چون ماده بدون اعمال میدان خارجی دارای دو قطبی ذاتی است، پس نمی تواند دیا مغناطیس باشد. ثانیاً چون ماده دارای حوزه های مغناطیسی است پس فرومغناطیس است. میبینیم که بعد از برداشتن میدان مغناطیسی خارجی حوزه های مغناطیسی تغییر کرده و دوباره به حالت قبلی خود برگشته اند، پس میتوان نتیجه گرفت که این ماده فرومغناطیس نرم است.

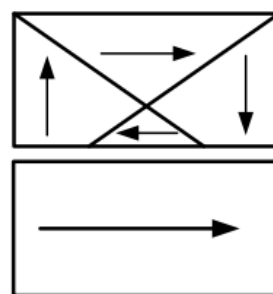
تست - کدام یک از شکل های زیر یک ماده فرومغناطیس را وقتی در یک میدان مغناطیسی خارجی قوی قرار گرفته است، درست نشان می دهد؟ (سراسری ریاضی ۹۳ خارج کشور)



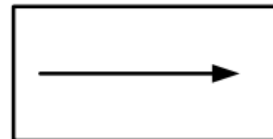
(۲)



(۴)



(۱)



(۳)

حل: میدانیم که در حضور میدان مغناطیسی قوی در نهایت همه ی حوزه ها هم جهت با میدان خارجی قرار می گیرند. بنابراین گزینه ۳ جواب درست تست است.

تست - اگر یک ماده فرومغناطیس نرم در یک میدان مغناطیسی خارجی بسیار قوی قرار گیرد، پیدایمی کند که این حالت در صورت حذف میدان خارجی، است. (گزینه دو تجربی ۹۵)

(۲) خاصیت آهنربایی ضعیفی - دائمی

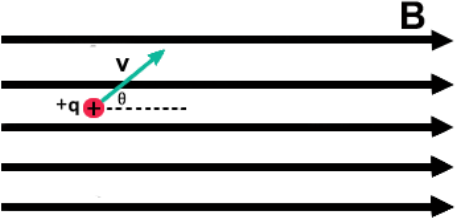
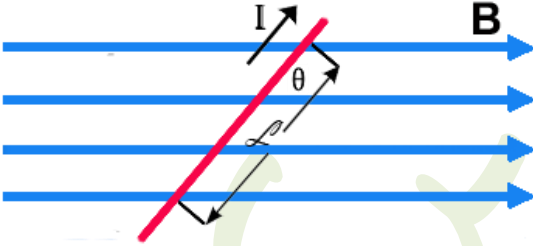
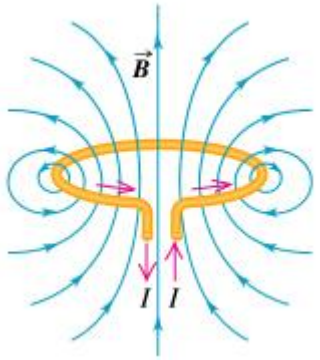
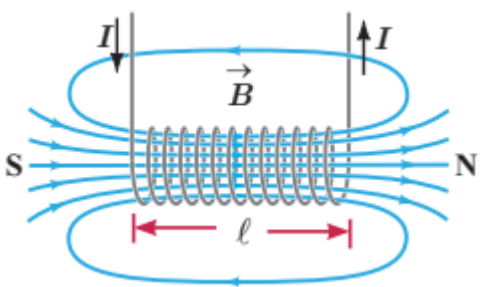
(۱) خاصیت آهنربایی ضعیفی - موقتی

(۴) خاصیت آهنربایی پیشینه ای - دائمی

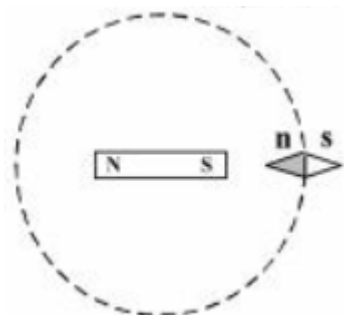
(۳) خاصیت آهنربایی پیشینه ای - موقتی

حل: گزینه ۳! تشریحی تر از این؟

جدول خلاصه فرمول های فصل مغناطیس

نیروی وارد بر پار متحرک در میدان مغناطیسی		$F = q vB \sin \theta$ $\begin{cases} v : \text{سرعت} \\ \theta : \text{زاویه بین میدان و سرعت} \end{cases}$
نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی		$F = BIL \sin \theta$ $\begin{cases} L : \text{طول موثر سیم} \\ \theta : \text{زاویه بین میدان و جهت جریان} \end{cases}$
میدان مغناطیسی در مرکز پیچه		$\textcircled{1} B = \frac{\mu_0 NI}{2R}$ $\textcircled{2} B = \frac{\mu_0 LI}{4\pi R^2}$ $\begin{cases} R : \text{شعاع پیچه} \\ N : \text{تعداد دور پیچه} \\ L : \text{طول سیم} \end{cases}$
میدان مغناطیسی روی محور سیملوله		$\textcircled{1} B = \mu_0 nI \quad \text{و} \quad n = \frac{N}{L}$ $\textcircled{2} B = \mu_0 \frac{NI}{L} \quad (\text{موسی و نیل !})$ $\begin{cases} n : \text{تعداد دور در واحد طول} \\ N : \text{تعداد دور سیملوله} \\ L : \text{طول سیملوله} \end{cases}$

۱- یک آهنربای میله ای مطابق شکل زیر، روی یک میز قرار دارد. یک عقربه ی مغناطیسی که آزادانه می تواند حول محور قائم بچرخد، به آرامی روی مسیر دایره ای شکل به دور آهنربا یک دور می چرخد. در این مسیر عقربه چند درجه دوران می کند؟ (سراسری ریاضی ۹۶)



۱۸۰ (۱)

۲۷۰ (۲)

۳۶۰ (۳)

۷۲۰ (۴)

۲- با سیم روکش داری به طول ۱۰ متر، پیچچه مسطح دایره ای به شعاع R ساخته ایم. R چند سانتی متر باشد تا اگر جریان $I = ۱۰$ آمپر را از پیچچه عبور دهیم، میدان مغناطیسی در مرکز آن $۲.۵ \times ۱۰^{-۳} T$ باشد؟ $(\mu_0 = 4\pi \times ۱۰^{-۷} \frac{T.m}{A})$ (سراسری ریاضی ۹۶)

 $۴\sqrt{۲}$ (۴)

۴۰ (۳)

 $۲\sqrt{۲}$ (۲)

۲۰ (۱)

۳- پروتونی تحت زاویه ۹۰ درجه نسبت به یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی $۲۰ mT$ حرکت میکند و نیروی مغناطیسی $۱.۲۸ \times ۱۰^{-۱۶} N$ به آن وارد می شود. انرژی جنبشی پروتون چند الکترون ولت است؟ $(e = ۱.۶ \times ۱۰^{-۱۹} C, m_p = ۱.۷ \times ۱۰^{-۲۷} kg)$ (سراسری ریاضی ۹۵)

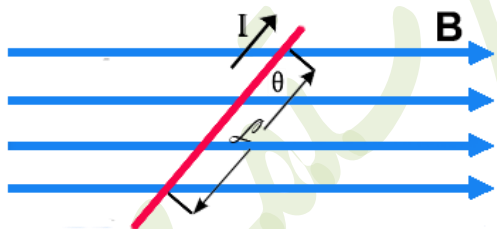
۱۷ (۴)

۸،۵ (۳)

۵ (۲)

۲،۵ (۱)

۴- در شکل زیر میدان مغناطیسی به صورت افقی در جهت غرب به شرق است و مقدار آن ۵۰۰ گاوس است. سیم افقی است و جریان $I = ۲۵ A$ در جهت شمال شرقی از آن عبور می کند. اگر $l = ۸۰ cm$ و زاویه بین سیم و میدان ۳۷ درجه باشد، نیروی مغناطیسی وارد بر این قسمت از سیم، چند نیوتون و به کدام جهت است؟ $(\sin ۳۷ = ۰.۶)$ (سراسری تجربی ۹۶ خارج کشور)



۰،۶، قائم رو به پایین (۲)

۰،۸، قائم رو به پایین (۱)

۰،۶، قائم رو به بالا (۴)

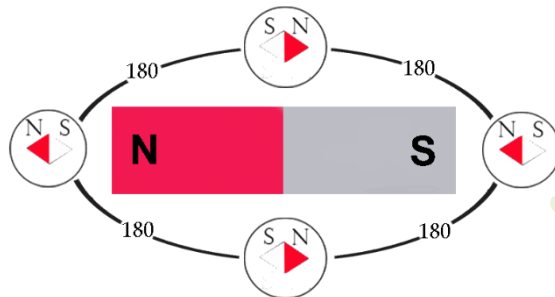
۰،۸، قائم رو به بالا (۳)

۵- الکترونی با سرعت $\vec{v} = ۱.۵\vec{i} + \sqrt{۳}\vec{j}$ وارد میدان مغناطیسی یکنواختی به صورت $\vec{B} = \frac{\sqrt{۳}}{۲}\vec{i} - \frac{۱}{۲}\vec{j}$ میگردد، اندازه نیرویی که میدان مغناطیسی بر الکترون وارد می کند، چند نیوتون است؟ $(e = ۱.۶ \times ۱۰^{-۱۹} C)$ (سراسری ریاضی ۹۶ خارج کشور)

 $۳.۲\sqrt{۳} \times ۱۰^{-۱۴}$ (۴) ۳.۲×۱۰^{-۱۴} (۳) ۱.۶×۱۰^{-۱۴} (۲)

صفر (۱)

۱- گزینه ۴ با توجه به شکل زیر و توضیحاتی که درباره جهت گیری عقربه های مغناطیسی قبلا گفته شده، پس عقربه ۷۲۰ درجه دوران دارد.



۲- گزینه ۲ فقط یک جایگذاری ساده

$$B = \frac{\mu_0 I L}{4\pi R^2} \Rightarrow 2.5 \times 10^{-3} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 100 \times 10}{4\pi R^2} \Rightarrow R^2 = \frac{2}{25} \rightarrow R = \frac{\sqrt{2}}{25} m = 20\sqrt{2} \text{ cm}$$

۳- گزینه ۳ ابتدا سرعت پروتون را بدست می آوریم و سپس انرژی جنبشی را محاسبه می کنیم

$$F = |q|vB \sin \theta \rightarrow 1.28 \times 10^{-16} = 1.6 \times 10^{-19} \times v \times 20 \times 10^{-3} \rightarrow v = 4 \times 10^4 \frac{m}{s}$$

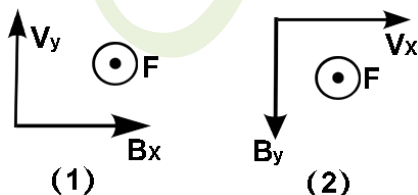
$$K = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \times 1.7 \times 10^{-27} \times (4 \times 10^4)^2 = 13.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$K = 13.6 \times 10^{-19} \text{ J} \times \frac{1}{1.6 \times 10^{-19}} = 8.5 \text{ eV}$$

۴- گزینه ۲ با استفاده از قانون دست راست، واضح است که جهت نیرو درون سو \otimes است و اندازه نیرو هم فقط با یک جایگذاری بدست می آید. فقط حواستون باشه که میدان رو باید بر حسب تسلا بنویسید

$$F = BIL \sin \theta \rightarrow F = 500 \times 10^{-2} \times 25 \times 0.8 \times 0.6 = 0.6 \text{ N}$$

۵- گزینه ۳ ساده ترین راه حل این تست، تجزیه میدان مغناطیسی و به دست آوردن نیروی وارد بر الکترون در هر حالت، و سپس جمع کردن نیروهاست. میدان مغناطیسی را به دو قسمت B_x و B_y تقسیم میکنیم و جداگانه در هر کدام از این میدان ها نیروی وارد بر الکترون را بدست می آوریم و سپس برآیند گیری میکنیم. دقت داشته باشید که به دلیل موازی بودن، در میدان B_x نیرویی به v_x وارد نمی شود و در میدان B_y نیز نیرویی به v_y وارد نمی شود.



$$F_1 = qv_y B_x = 1.6 \times 10^{-19} \times \sqrt{3} \times 10^{-5} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 2.4 \times 10^{-14} \text{ N } \odot$$

$$F_2 = qv_x B_y = 1.6 \times 10^{-19} \times 10^{-5} \times \frac{1}{2} = 0.8 \times 10^{-14} \text{ N } \odot$$

$$F_{\text{برآیند}} = 3.2 \times 10^{-14} \text{ N } \odot$$