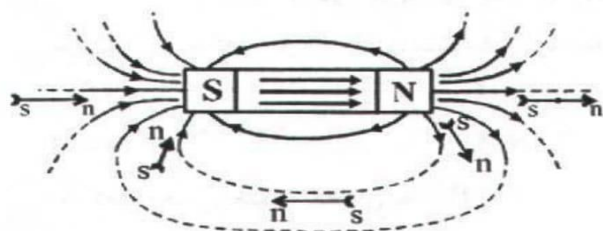


جزوه ی فیزیک - جزوه ی مغناطیس



۱- میدان مغناطیسی اطراف آهن ربا

خاصیت مغناطیسی اطراف یک آهن ربا را با خط هایی نشان می دهیم که از قطب N آهن ربا خارج و به قطب S وارد می شوند.



۲- نکته: در اطراف قطب های آهن ربا که خاصیت مغناطیسی شدید است، خط های میدان متراکم تر رسم می شوند.

۳- نکته: جهت خط های میدان در داخل آهن ربا از سمت قطب S به سمت قطب N می باشد.

۴- عقربه ی مغناطیسی

وقتی یک آهن ربا یا عقربه ی مغناطیسی در میدان مغناطیسی اطراف یک آهن ربا قرار گیرد، طوری منحرف می شود که در هنگام تعادل قطب N آن در سوی میدان مغناطیسی باشد، در این حالت خط های میدان مغناطیسی از قطب S آن وارد و از قطب N آن خارج می شوند.

۵- اندازه ی نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی

هرگاه سیمی راست حامل جریان الکتریکی در میدان مغناطیسی به گونه ای واقع شود که راستای جریان با میدان موازی نباشد، بر سیم حامل جریان نیروی F وارد خواهد شد.

زاویه ی بین راستای سیم و میدان مغناطیسی

$$F = ILB \sin \alpha \Rightarrow \begin{cases} \alpha = 0 \Rightarrow F = 0 \\ \alpha = 90 \Rightarrow F_{\max} = ILB \end{cases}$$

(نیوتن) ← نیروی وارد بر سیم از طرف میدان مغناطیسی (نیوتن)      ← شدة جریان (آمپر)      ← میدان مغناطیسی (تسلا)      ← طول سیم (متر)

۶- جهت نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی

نیروی F همواره بر امتداد میدان مغناطیسی و بر امتداد سیم عمود است و سوی آن طبق قاعده ی دست راست تعیین می شود.

انگشت شست دست راست ⇒ (سوی نیرو) (از كف دست خارج می شود) جهت بسته شدن چهار انگشت ⇒ (جهت میدان مغناطیسی) قاعده ی دست راست (باز) سوی چهار انگشت ⇒ (جهت جریان)

۷- یکای میدان مغناطیسی

با استفاده از رابطه ی  $F = ILB \sin \alpha$  ، یکای میدان مغناطیسی را می توان به دست آورد که تسلا نامیده می شود.

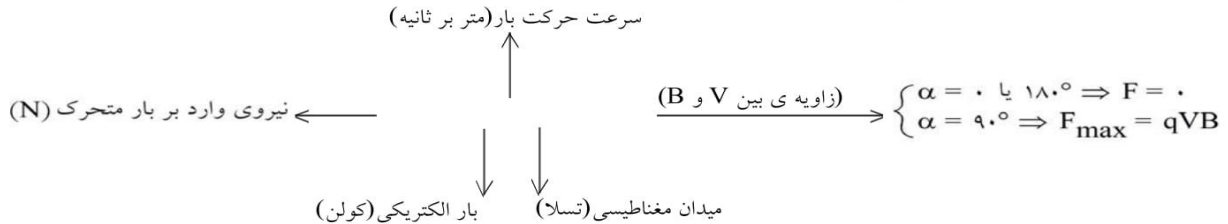
$$F = ILB \sin \alpha \Rightarrow B = \frac{F}{IL \sin \alpha} \Rightarrow \text{تسلا} = \frac{\text{نیوتن}}{\text{متر آمپر}}$$

جزوه ی فیزیک - جزوه ی مغناطیسی



۸- اندازه ی نیروی وارد بر بار الکتریکی متحرک در میدان مغناطیسی

بار الکتریکی چه ساکن و چه متحرک در اطراف خود میدان الکتریکی (E) می سازد اما همین که بار الکتریکی به حرکت درآید، در اطرافش میدان مغناطیسی نیز خواهد ساخت. به همین دلیل بر بار الکتریکی متحرک واقع در یک میدان مغناطیسی نیرو وارد می شود.



۹- جهت نیروی وارد بر بار الکتریکی متحرک در میدان مغناطیسی

نیروی F همواره بر امتداد میدان مغناطیسی و بر امتداد سرعت حرکت بار عمود است و سوی آن طبق قاعده ی دست راست برای بار مثبت تعیین می شود.

سوی چهار انگشت  $\Rightarrow$  (سوی حرکت بار)  
 در سوی بسته شدن چهار انگشت B از کف دست خارج می شود  $\Rightarrow$  (سوی میدان)  
 انگشت شست دست راست  $\Rightarrow$  (سوی نیرو برای بار مثبت)

۱۰- اندازه ی میدان مغناطیسی اطراف سیم راست و بلند

در اطراف سیم حامل جریان میدان مغناطیسی به وجود می آید که اندازه ی آن در هر نقطه از طرف سیم با شدت جریان گذرنده از سیم (I) نسبت مستقیم و با فاصله ی نقطه از سیم (d) نسبت عکس دارد. پس داریم:

$$B \propto \frac{I}{d}$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$$

قابلیت گذردهی میدان مغناطیسی در خلاء

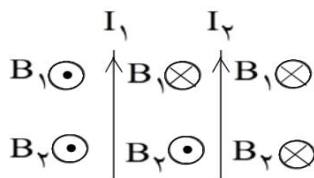
$$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \times \frac{I}{d}$$

شدت جریان (آمپر)  $\rightarrow$   $\leftarrow$  میدان مغناطیسی (تسلا)  
 فاصله از سیم (متر)  $\rightarrow$   $\leftarrow$

۱۱- خطوط میدان مغناطیسی اطراف سیم راست و بلند

خط های میدان مغناطیسی در اطراف سیم راست به صورت دایره هایی هم مرکز می باشند که سیم محور آن هاست. (سیم از مرکز دایره ها گذشته و بر صفحه صفحه آنها عمود است.) و سوی آن با قانون دست راست تعیین می شود.

۱۲- میدان مغناطیسی حاصل از دو سیم موازی



جریان ها هم سو باشند

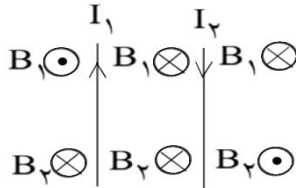
در این حالت میدان ها در خارج دو سیم هم سو و بین دو سیم ناهم سو هستند. بنابراین اندازه ی میدان بین دو سیم برابر قدر مطلق تفاضل اندازه های هر یک و در خارج دو سیم برابر مجموع اندازه ی میدان حاصل از هر سیم خواهد بود.

جزوه ی فیزیک - جزوه ی مغناطیس



میدان مغناطیسی حاصل از دو سیم موازی

-۱۳

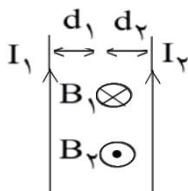


جریان‌ها ناهم‌سو باشند

در این حالت میدان‌ها بین دو سیم هم‌سو و خارج دو سیم ناهم‌سو بوده و اندازه‌ی میدان برآیند بین دو سیم برابر مجموع اندازه‌های میدان حاصل از هر سیم و در خارج آن‌ها برابر قدر مطلق تفاضل آن‌هاست.

یافتن نقطه‌ای در صفحه دو سیم موازی که برآیند میدان‌ها در آن نقطه صفر باشد:

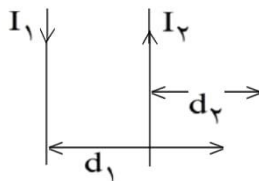
-۱۴



الف) در حالت جریان‌های هم‌سو نقطه‌ای که میدان مغناطیسی برآیند در آن صفر است، بین دو سیم و نزدیک به سیم با جریان کمتر قرار دارد. به طوری که داریم:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{d_1}{d_2}$$

ب) در حالت جریان‌های ناهم‌سو نقطه‌ای که میدان مغناطیسی برآیند در آن صفر است خارج دو سیم و در طرف سیم با جریان کوچک‌تر قرار دارد به گونه‌ای که داریم:



$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{d_1}{d_2} \quad (I_1 > I_2)$$

اثبات رابطه‌ی  $\frac{I_1}{I_2} = \frac{d_1}{d_2}$ :

می‌دانیم برآیند دو بردار وقتی صفر است که دو بردار هم‌اندازه ولی ناهم‌سو باشند.

$$B_T = 0 \Rightarrow B_1 - B_2 = 0 \Rightarrow B_1 = B_2 \Rightarrow \frac{\mu_0 I_1}{2\pi d_1} = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi d_2} \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{d_1}{d_2}$$

نیروی بین دو سیم موازی

-۱۵

دو سیم موازی که به فاصله‌ی  $d$  از یکدیگر قرار گرفته و از آن‌ها جریان‌های الکتریکی  $I_1$  و  $I_2$  عبور می‌کند، نیرویی به یکدیگر وارد می‌کنند که مقدار این نیرو که بر طول  $L$  از هر سیم وارد می‌شود طبق رابطه‌ی زیر قابل محاسبه است:

$$F = \frac{\mu_0 I_1 I_2 L}{2\pi d}$$

نیرو ربایشی (جاذبه) است  $\Rightarrow I_1$  و  $I_2$  هم جهت  
نیرو رانشی (دافعه) است  $\Rightarrow I_1$  و  $I_2$  خلاف جهت

تعیین سوی میدان در مرکز حلقه

-۱۶

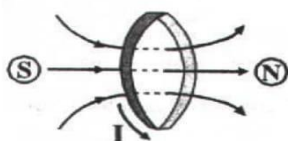


راستای میدان در مرکز حلقه عمود بر سطح حلقه است و برای تعیین سوی آن می‌توان از دستور دست راست بهره گرفت. به طوری که اگر چرخش چهار انگشت دست راست در سوی جریان باشد. انگشت شست سوی میدان در مرکز حلقه را نشان می‌دهد.

## جزوه ی فیزیک - جزوه ی مغناطیس



## -۱۷ تعیین قطب‌های مغناطیسی حلقه‌های حامل جریان



وضع خطوط میدان حلقه درست مانند یک آهنربای تیغه‌ای است. یعنی حلقه مانند آهن‌ربایی است که خطوط میدان از درون آن به طرف خارج حلقه می‌آیند. بنابراین یک رخ حلقه N و رخ دیگر آن S خواهد بود. رخی که میدان B از آن خارج می‌شود قطب N است و رخی که میدان B به آن داخل می‌شود قطب S است.

## -۱۸ اندازه‌ی میدان در مرکز حلقه

اندازه‌ی میدان در مرکز حلقه ۱- با جریان I نسبت مستقیم، ۲- با تعداد دورهای حلقه نسبت مستقیم و ۲- با شعاع حلقه (r) نسبت عکس دارد و داریم:

$$B = N \frac{\mu_0 I}{2r} \leftarrow \text{میدان مغناطیسی در مرکز یک حلقه}$$

## -۱۹ جهت میدان مغناطیسی در مرکز حلقه

میدان در مرکز حلقه، عمود بر سطح حلقه و در امتداد محور آن است و اندازه‌ی میدان در این نقطه (مرکز حلقه) بیشتر از نقاط دیگر روی محور است.

## -۲۰ میدان سیم‌لوله

میدان مغناطیسی که در اثر جریان I در داخل یک سیم‌لوله به طول L با N حلقه ایجاد می‌شود در نقاط نسبتاً دور از لبه‌های سیم‌لوله یکنواخت است و مقدار آن در تمام نقاط فضای داخل سیم‌لوله از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌گردد.

$$B = \mu_0 \frac{N}{L} I \leftarrow \text{میدان مغناطیسی یکنواخت در داخل سیم‌لوله}$$

## -۲۱ تعداد دورهای پیچه یا سیم‌لوله

اگر یک پیچه یا سیم‌لوله به شعاع r با سیمی به طول x ساخته شده شود، تعداد حلقه‌های پیچه یا سیم‌لوله برابر است با:

$$N = \frac{x}{2\pi r} \leftarrow \text{تعداد حلقه های سیم پیچ}$$

با قرار دادن یک هسته‌ی آهنی (ماده‌ی فرومغناطیس) در داخل یک پیچه یا سیم‌لوله، میدان مغناطیسی افزایش می‌یابد.

-۲۲ وقتی سیمی به دور یک تیغه از جنس مواد فرومغناطیس پیچیده شود و از آن جریان الکتریکی مستقیم عبور دهیم، دو قطبی‌های تیغه در سوی میدان حاصل از سیم‌پیچ منظم شده و تبدیل به آهن‌ربا می‌شود.

## -۲۳ سوی میدان در داخل پیچه

چهار انگشت دست راست را به صورت بسته نگاه دارید، سپس چهار انگشت دست راست را در سوی جریان و به دور محیط حلقه قرار دهید، انگشت شست، سوی میدان را در مرکز حلقه نشان خواهد داد.

نکته: اگر سوی میدان حاصل از حلقه به طرف بیرون تیغه باشد، آن سر تیغه قطب N خواهد بود (با اتکاء به اینکه خط میدان از قطب N خارج می‌شود) در غیر این صورت قطب S خواهد بود.

## جزوه ی فیزیک - جزوه ی مغناطیس



-۲۴

## خاصیت مغناطیسی مواد

اتم‌ها و مولکول‌های ماده به تنهایی یک آهن‌ربا می‌باشند که به دو قطبی مغناطیسی معروفند. به عبارتی خاصیت مغناطیسی یکی از ویژگی‌های مواد بوده و بسته به نوع آرایش آن‌ها مواد از لحاظ مغناطیسی به سه دسته کلی فرومغناطیس، پارامغناطیس و دیا مغناطیس طبقه‌بندی می‌شوند.

-۲۵

## مواد فرو مغناطیس

در این مواد دو قطبی‌های مغناطیسی در قسمت‌های مجزایی به نام حوزه مغناطیسی هم جهت می‌باشند. اما سمت‌گیری هر حوزه با حوزه‌های دیگر متفاوت است به گونه‌ای که در کل ممکن است اثر یک‌دیگر را خنثی کرده و ماده خاصیت آهن‌ربایی نداشته باشد. مثل آهن، نیکل، کبالت، مواد فرومغناطیس در دو نوع فرومغناطیس نرم و فرو مغناطیس سخت می‌باشند.



-۲۶

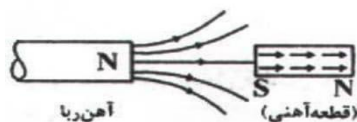
## القای مغناطیسی

هرگاه یک ماده‌ی فرومغناطیس را به یک قطب آهن‌ربا نزدیک کرده و یا به آن تماس دهیم، این ماده خود به خود آهن‌ربا می‌شود و همواره سر نزدیک به قطب آهن‌ربا ناهم نام با آن می‌شود. بنابراین القا همواره به گونه‌ای است که ربایش به سوی آهن‌ربای اصلی را سبب می‌شود.

-۲۷

## اشباع در القای مغناطیسی

بیشترین خاصیت مغناطیسی است که می‌توان در یک ماده‌ی فرو مغناطیس ایجاد نمود و هنگامی رخ می‌دهد که تمام دو قطبی‌های ماده هم‌سو شوند. این لحظه به بعد اگر میدان مغناطیسی وارد بر آهن را افزایش دهیم. خاصیت القای مغناطیسی در آن تغییر نمی‌کند.



-۲۸

## فرو مغناطیس نرم

موادی مثل آهن خالص و کبالت خالص و نیکل خالص به آسانی آهن‌ربا می‌شوند و به آسانی نیز این خاصیت را از دست می‌دهند. این مواد در ساخت آهن‌رباهای الکتریکی (موقتی) مثلاً در زنگ اخبار ... کاربرد دارند.

-۲۹

## فرومغناطیس سخت

موادی مانند فولاد و برخی از آلیاژهای نیکل و کبالت که به سختی آهن‌ربا می‌شوند و به سختی نیز خاصیت‌شان را از دست می‌دهند. این مواد در ساخت آهن‌ربای دائمی کاربرد دارند.

-۳۰

## مواد پارامغناطیس

در این مواد دو قطبی‌های مغناطیسی به‌طور کاتوره‌ای و نامنظم توزیع شده‌اند و فقط تحت اثر میدان‌های بسیار قوی مقداری خاصیت آهن‌ربایی به دست می‌آورند و به محض حذف میدان اعمالی، مجدداً دو قطبی‌ها نامنظم می‌شوند. مثل: آلومینیوم، پلاتین، فلزات قلیایی و قلیایی خاکی، اکسیژن و اکسید ازت، به شکل توجه کنید:



### جزوه ی فیزیک - جزوه ی مغناطیس



۳۱- ویژگی های خطوط میدان

- ۱- راستای میدان مغناطیسی در هر نقطه مماس بر خط میدان در آن نقطه است.
- ۲- خط میدان در هر نقطه هم سو با میدان در آن نقطه است.
- ۳- تراکم این خطوط در فضا نشانگر بزرگی میدان آن نقطه است.
- ۴- از هر نقطه از فضا فقط یک خط میدان می گذرد. به بیان دیگر خطوط میدان مغناطیسی هم دیگر را قطع نمی کنند.

## جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده مغناطیس



۱- آزمایشی طراحی کنید که، اثر قطب‌های آهنربا را بر یک‌دیگر نشان دهد.

دو آهنربای میله‌ای با قطب‌های مغناطیسی مشخص را انتخاب می‌کنیم و آن‌ها را بر روی میز قرار می‌دهیم. اگر قطب هم‌نام آهنرباها را به هم نزدیک کنیم، بر هم کنش رانشی بین دو آهنربا را مشاهده می‌کنیم و این نشان می‌دهد که بر هم کنش قطب‌های هم‌نام به صورت رانشی است. اگر این آزمایش را برای قطب‌های ناهم‌نام انجام دهیم مشاهده می‌کنیم که یک‌دیگر را می‌ربایند.

۲- فرض کنید دو میله‌ی کاملاً مشابه یکی از جنس آهن و دیگری آهنربا در اختیار دارید. روشی را پیشنهاد کنید که با استفاده از آن بتوانید بدون استفاده از هیچ وسیله‌ی دیگری، میله‌ای را که از جنس آهنرباست مشخص کنید.

در قطبین آهنربا اثر مغناطیسی قوی‌تر از نقاط دیگر می‌باشد. هرگاه میله‌ی آهنی را به قطبین آهنربا نزدیک کنیم، خیلی سریع جذب آهنربا می‌شود، ولی اگر میله‌ی آهنی را به وسط آهنربای میله‌ای نزدیک کنیم، جذب میله کمتر خواهد بود، زیرا میدان مغناطیسی در وسط آهنربا ضعیف‌تر از قطب‌ها است. پس اگر یکی از میله‌ها را به وسط میله‌ی دیگر نزدیک کنیم، اگر میله را سریع جذب کرد، میله‌ی اولی آهنرباست و اگر جذب با کندی صورت گرفت، میله‌ی دوم آهنرباست.

سیم‌ی افقی مستقیم حامل جریانی در یک میدان مغناطیسی یکنواخت افقی که جهت آن از شمال به جنوب است قرار دارد.

به ۲ سوال بعدی پاسخ دهید.

۳- اگر سیم در راستای شمال- جنوب و جریان آن از شمال به جنوب باشد، جهت نیروی مغناطیسی وارد بر سیم را تعیین کنید.

وقتی سیم در راستای شمال - جنوب قرار دارد و جریان آن به طرف جنوب است و از طرف دیگر میدان مغناطیسی وارد بر آن افقی و رو به جنوب است، جریان الکتریکی با میدان مغناطیسی، زاویه‌ی صفر درجه می‌سازد. در این صورت از طرف میدان مغناطیسی بر آن نیرویی وارد نمی‌شود.

$$\begin{cases} F = ILB \sin \alpha \\ \sin \alpha = 0 \Rightarrow F = 0 \end{cases}$$

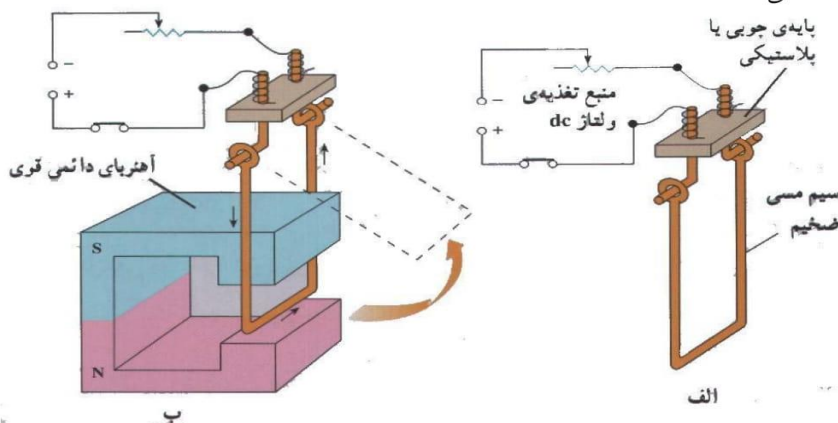
۴- اگر سیم در راستای شرق- غرب و جریان آن از غرب به شرق باشد، جهت نیروی مغناطیسی وارد بر سیم را تعیین کنید.

وقتی سیم حامل جریان در راستای شرق - غرب و جریان آن از غرب به شرق باشد، جریان عمود بر میدان مغناطیسی است. با استفاده از قاعده‌ی دست راست اگر نوک انگشتان جریان به سمت غرب و خم چهار انگشت میدان مغناطیسی را به سمت جنوب نشان دهد، انگشت شست جهت نیروی وارد بر سیم را در راستای قائم رو به پایین نشان می‌دهد که پیشینه است.

جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده مغناطیس



۵- آزمایشی طراحی کنید که به کمک آن بتوان نیروی وارد بر سیم حامل جریان الکتریکی را اندازه گیری کرد. با توجه به آزمایش زیر، هرگاه یک سر نیروسنج را به طور افقی به میله ی مسی و سر دیگر آن را به تکیه گاه قائمی ببندیم، با برقراری جریان در مدار از طرف میدان مغناطیسی به میله ی مسی نیرو وارد می شود. در این صورت نیروسنج مقدار این نیرو را نشان می دهد.

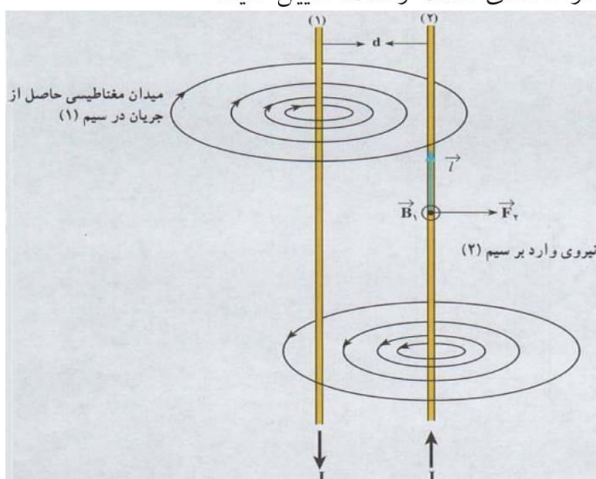


۶- اگر بار الکتریکی موازی با  $\vec{B}$  حرکت کند، نیروی مغناطیسی وارد بر آن چه قدر است؟

هرگاه ذره ای با بار الکتریکی  $q$  در راستای میدان مغناطیسی حرکت کند، زاویه ای که بردار سرعت با بردار میدان می سازد برابر صفر یا  $\pi$  است. در این صورت  $\sin \theta = 0$  می گردد و نیروی وارد بر ذره از طرف میدان برابر صفر خواهد بود.

$$\begin{cases} F = qVB \sin \theta \\ \sin \theta = 0 \Rightarrow F = 0 \end{cases}$$

۷- جهت نیروی وارد بر سیم شماره ی (۱) را در شکل با استفاده از قاعده ی دست راست، تعیین کنید.



با توجه به شکل مقابل میدان مغناطیسی سیم شماره (۲) در محل سیم شماره (۱) برون سو می باشد. با استفاده از قاعده ی دست راست نیروی وارد بر سیم شماره (۱) از طرف میدان مغناطیسی  $B_2$  به طرف چپ می باشد.



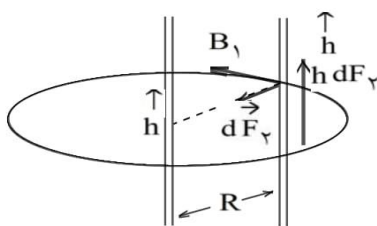
## جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده مغناطیس



۸- از دو سیم بلند موازی که به فاصله ی  $d$  از یکدیگر قرار دارند، جریانی به شدت  $I$  می‌گذرد، جهت جریان در هر دو سیم یکسان است، نیرویی را که به یک متر از هر یک از سیم‌ها وارد می‌شود به دست آورید.

$$\begin{cases} F = ILB \sin \alpha \\ \alpha = 90^\circ \Rightarrow F = ILB \end{cases}$$

۹- جهت نیروها و میدان‌های مغناطیسی مربوط به دو سیم موازی حامل جریان‌های هم‌سو را با رسم شکل و استفاده از قاعده‌ی دست راست مشخص کنید.



نیروی بین سیم‌های موازی حامل جریان هم‌سو به صورت ربایشی است. در شکل مقابل اثر میدان مغناطیسی سیم شماره (۱) در محل (۲) نیرویی است که به طرف سیم شماره (۱) بر سیم شماره (۲) وارد می‌شود.

۱۰- آهنربایی با قطب‌های نامشخص در اختیار داریم. حداقل دو روش برای تعیین قطب‌های این آهنربا، بیان کنید.

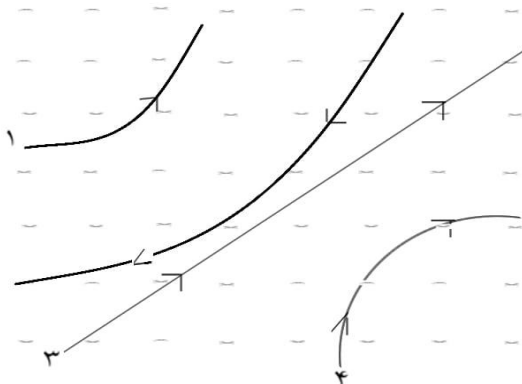
(الف) هرگاه آهنربایی را که قطب‌های آن مشخص نیست به وسیله یک نخ آویزان نماییم، به طوری که بتواند آزادانه در یک سطح افقی به هر طرف بچرخد، تحت تأثیر میدان مغناطیسی کره زمین قرار می‌گیرد و پس از چند چرخش در راستای تقریب شمال و جنوب قرار می‌گیرد، به طوری که قطبی که به سمت شمال است قطب  $N$  آهنربا و قطبی که به طرف جنوب است قطب  $S$  آهنربا می‌باشد.

(ب) هرگاه قطب‌های آهنربای مجهولی را به نوبت به قطب‌های شناخته شده آهنربایی نزدیک کنیم، قطب‌های هم‌نام یکدیگر را دفع کرده و قطب‌های غیرهم‌نام همدیگر را جذب می‌نمایند، در این صورت می‌توان دو قطب  $S$  و  $N$  آهنربای مجهول را مشخص کرد.

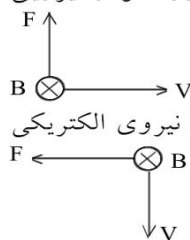
جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده مغناطیس



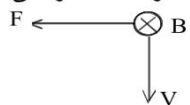
۱۱- چهار ذره هنگام عبور از میدان مغناطیسی درون سو مسیرهایی مطابق شکل زیر می پیمایند. درباره ی نوع بار هر ذره چه می توان گفت؟



الف) ذره (۱) دارای بار الکتریکی مثبت است. بردار سرعت به سمت راست، میدان مغناطیسی درون سو و نیروی الکتریکی طبق قانون دست راست به طرف بالا می باشد.

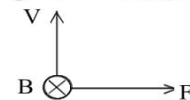


ب) ذره (۲) دارای بار الکتریکی منفی است. بردار سرعت رو به پایین، میدان مغناطیسی درون سو و نیروی الکتریکی طبق قانون دست راست برای بار الکتریکی منفی به طرف چپ می باشد.



پ) ذره (۳) بدون بار الکتریکی است و هیچ نیرویی بر این ذره وارد نمی شود.

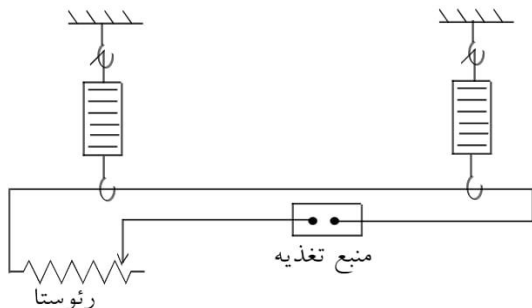
ت) ذره (۴) دارای بار الکتریکی منفی است. بردار سرعت رو به بالا، میدان مغناطیسی درون سو و نیروی مغناطیسی



برای بار منفی به طرف راست می باشد.

## جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده مغناطیس

یک سیم که حامل جریانی به شدت ۱۶ آمپر است، مطابق شکل زیر توسط دو نیروسنج فنری که به دو انتهای آن بسته شده است، به طور افقی و در راستای غرب به شرق قرار دارد. میدان مغناطیسی زمین را افقی و یکنواخت و دقیقاً به سوی شمال با بزرگی  $0.5 \text{ mT}$  بگیرید. به ۲ سوال بعدی پاسخ دهید:



۱۲- نیروی مغناطیسی وارد بر هر متر این سیم را تعیین کنید.

$$\left\{ \begin{array}{l} F = ILB \sin \alpha \\ I = 16 \text{ A} \\ B = 0.5 \text{ mT} = 5 \times 10^{-5} \text{ T} \\ L = 1 \text{ m} \\ \alpha = 90^\circ \end{array} \right. \Rightarrow F = 16 \times 1 \times 5 \times 10^{-5} \times \sin 90^\circ = 8 \times 10^{-4} \text{ N}$$

بر هر متر سیم نیروی  $8 \times 10^{-4} \text{ N}$  وارد می‌شود.

۱۳- اگر بخواهیم نیروسنج‌ها عدد صفر را نشان دهند، چه جریانی و در چه جهتی باید از سیم عبور دهیم؟ جرم یک متر از طول این سیم  $8 \text{ gr}$  است. ( $g = 10 \text{ N/kg}$ )

برای این که نیروی مغناطیسی بتواند نیروی وزن میله را خنثی کند، لازم است جهت جریان طبق قانون دست راست از غرب به شرق باشد تا نیروی مغناطیسی وارد بر سیم رو به بالا باشد و نیروی وزن میله را خنثی کند. مقدار جریان از رابطه زیر را به دست می‌آید:

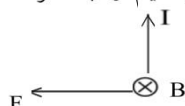
$$\left\{ \begin{array}{l} B = 5 \times 10^{-5} \text{ T} \\ L = 1 \text{ m} \\ F = W = mg = (8 \times 10^{-3})(10) = 8 \times 10^{-2} \text{ N} \\ \alpha = 90^\circ \end{array} \right. \Rightarrow F = ILB \sin \alpha \Rightarrow 8 \times 10^{-2} = I \times 1 \times 5 \times 10^{-5} \times 1 \Rightarrow I = 1600 \text{ A}$$

جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده مغناطیس



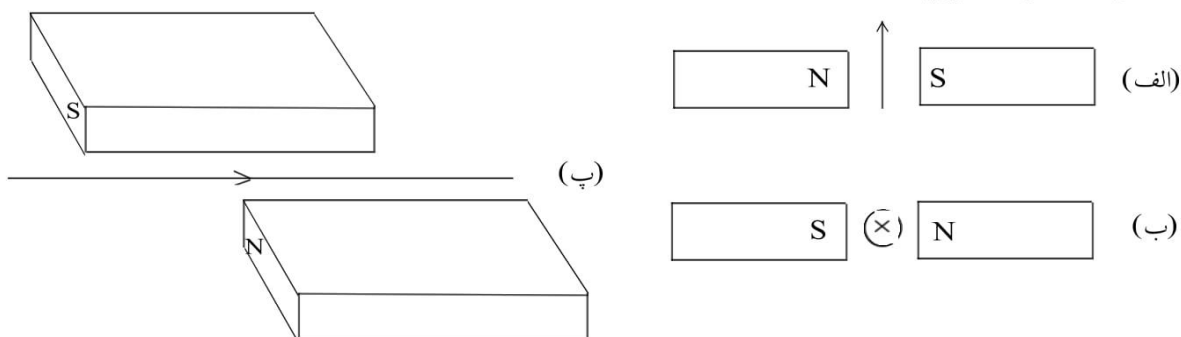
۱۴- سیم قائمی در میدان مغناطیسی زمین (که رو به شمال است) قرار دارد. جریانی از پایین به بالا از این سیم عبور می کند، جهت نیروی وارد بر این جریان چگونه است؟

با استفاده از قاعده دست راست جهت نیرو را می توان تعیین کرد. اگر نوک انگشتان رو به بالا در جهت جریان و خم چهار انگشت رو به شمال جهت میدان مغناطیسی را نشان دهد، انگشت شست جهت نیروی وارد بر سیم را به طرف

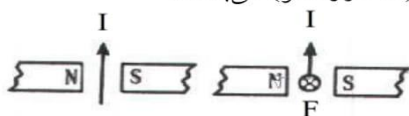


غرب نشان می دهد.

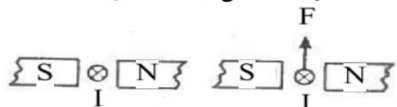
۱۵- جهت نیروی الکترومغناطیسی بر سیم حامل جریان را در هر یک از شکل های «الف»، «ب»، «پ»، با استفاده از قاعده ی دست راست بیابید.



الف) میدان مغناطیسی از N به S و جهت جریان الکتریکی از پایین به بالا است و نیروی وارد بر سیم جریان عمود بر سیم (عمود بر کاغذ) به طرف داخل ( $\otimes$  درون سو) می باشد.

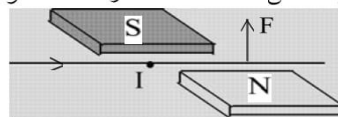
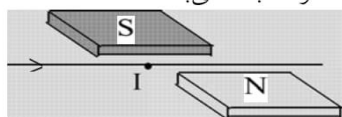


ب)  $\otimes$   $\equiv$  جریان الکتریکی عمود بر کاغذ به طرف داخل (درون سو)



میدان مغناطیسی از N به S و جهت جریان الکتریکی درون سو است و جهت نیرو بر اساس قاعده دست راست به سمت بالا و عمود بر سیم حامل جریان می باشد.

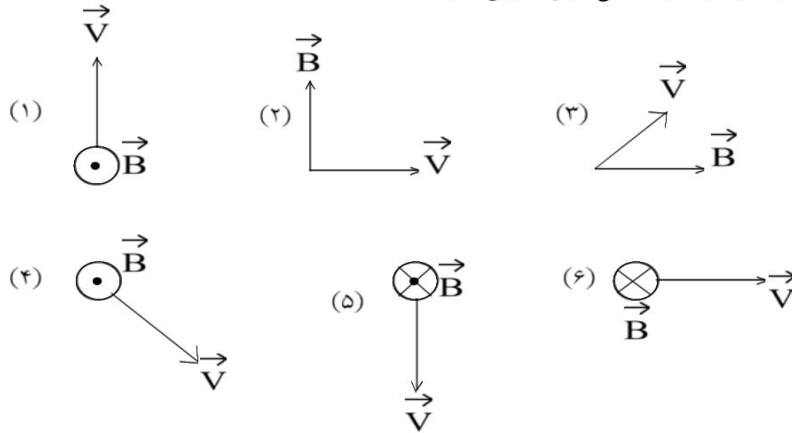
پ) میدان مغناطیسی از N به S و جهت جریان الکتریکی عمود بر میدان مغناطیسی از چپ به راست است و جهت نیروی وارد بر سیم بر اساس قاعده دست راست عمود بر سیم و به طرف بالا می باشد.



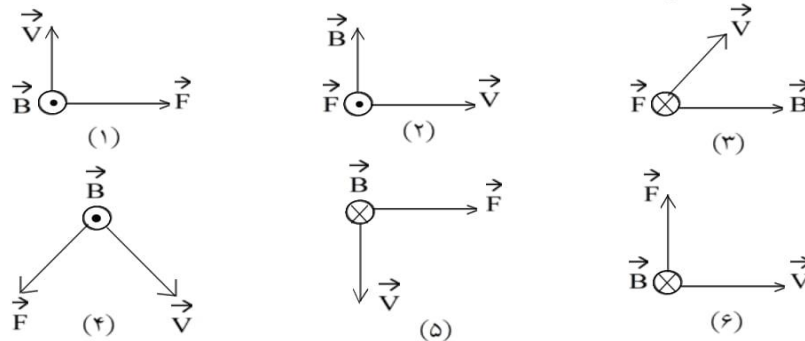
جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده مغناطیس



۱۶- جهت نیروی وارد بر بار مثبت را در هریک از نمودارهای شکل زیر تعیین کنید.



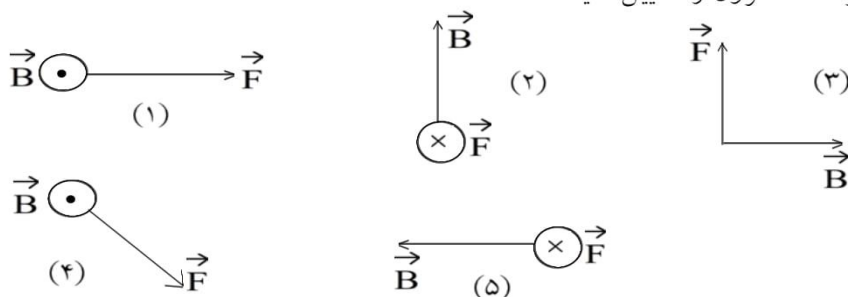
در هریک از شکل‌های فوق جهت نیروی وارد بر بار مثبت با استفاده از قاعده دست راست تعیین می‌گردد، به طوری که نوک انگشتان دست راست جهت بردار سرعت، خم چهار انگشت جهت میدان مغناطیسی و انگشت شست جهت نیروی وارد بر بار مثبت را نشان می‌دهد.



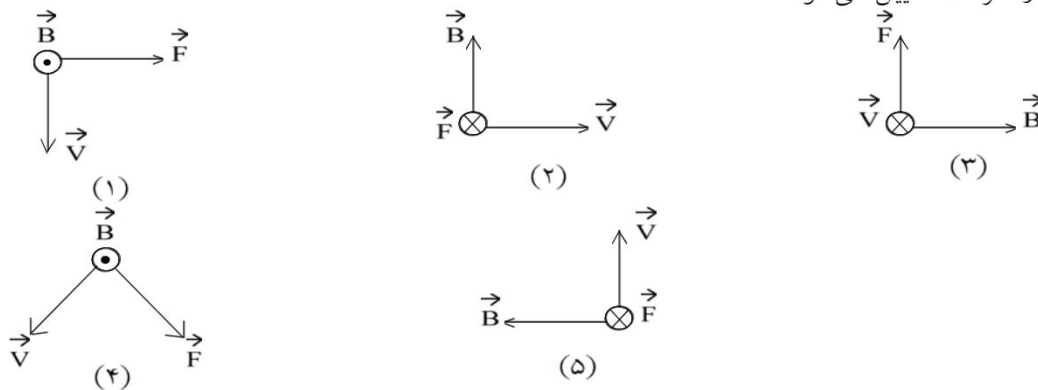
جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده مغناطیس



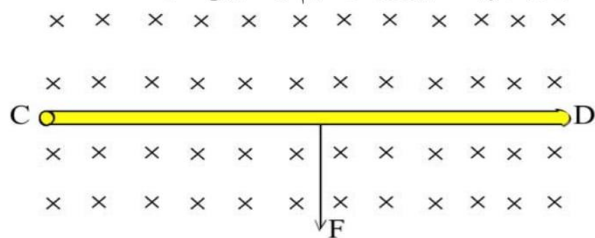
۱۷- نیروی  $\vec{F}$  وارد بر الکترونی که در میدان مغناطیسی  $\vec{B}$  در حرکت است در شکل زیر نشان داده شده است. در هر یک از حالت‌های نشان داده شده جهت سرعت الکترون را تعیین کنید.



در هریک از شکل‌های فوق بردار سرعت بار الکتریکی منفی با استفاده از قاعده دست راست تعیین می‌شود و در پایان بر خلاف جهت بردار سرعت تعیین می‌شود.



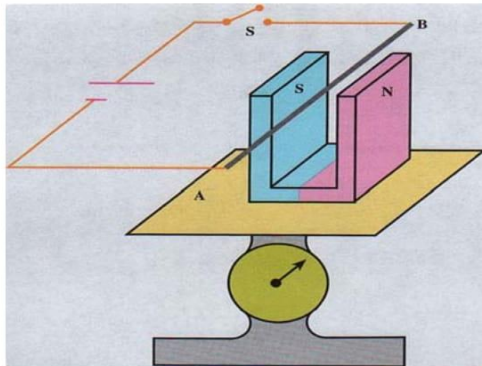
۱۸- سیم رسانای CD به طول ۲m مطابق شکل زیر عمود بر میدان مغناطیسی با اندازه  $0.5T$  قرار گرفته است. اگر نیروی الکترومغناطیسی وارد بر سیم برابر ۱N باشد، جهت و اندازه‌ی جریان عبوری از سیم را تعیین کنید.



جهت نیروی وارد بر سیم رو به پایین، میدان مغناطیسی درون‌سو، در این صورت طبق قاعده دست راست جهت جریان از D به C می‌باشد.

$$\begin{cases} F = 1N \\ L = 2m \\ B = 0.5T \\ \alpha = 90^\circ \end{cases} \quad \begin{aligned} F &= ILB \sin\alpha \\ 1 &= I \times 2 \times 0.5 \times 1 \Rightarrow I = 1A \end{aligned}$$

## جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده مغناطیس



۱۹- یک آهنربای نعلی شکل را روی کفه ی یک ترازوی حساس قرار می دهیم، سیم  $AB$  را که مطابق شکل زیر در میان دو قطب آهنربا قرار دارد به وسیله ی یک کلید به دو پایانه ی یک باتری وصل می کنیم.  
آیا با بستن کلید عددی که ترازو نشان می دهد تغییر می کند؟ توضیح دهید.

برای پیدا کردن جهت اثر نیروی وارد بر سیم حامل جریان الکتریکی در یک میدان مغناطیسی که سیم عمود بر جهت میدان می باشد از دستور دست راست استفاده می کنیم. بدین صورت که اگر دست راست را باز نگهداریم، انگشت شست جهت نیرو و چهار انگشت جهت جریان را نشان می دهد و اگر چهار انگشت را خم کنیم، جهت میدان مغناطیس را نشان می دهد به طوری که جهت میدان عمود بر کف دست و در جهت نوک چهار انگشت است. پس اگر کلید مدار بسته شود جریان در سیم از  $B$  به  $A$  برقرار می شود و میدان مغناطیسی از  $N$  به  $S$  می باشد و بر سیم نیرویی وارد می نماید که جهت آن به سمت پایین می باشد.  
با بستن کلید مدار ترازو عدد کمتری را نشان می دهد، زیرا جهت نیرویی که از طرف میدان مغناطیسی بر سیم وارد می شود به طرف پایین بوده و از طرف سیم نیروی عکس العمل به سمت بالا به میدان مغناطیسی و از آنجا به آهنربا وارد می شود و ترازو مقدار کمتری را نشان می دهد.

با در نظر گرفتن پروتونی که با سرعت  $4/4 \times 10^6$  m/s تحت زاویه ی  $53^\circ$  با میدان مغناطیسی ای به بزرگی  $18$  mT در حرکت است.  
به ۲ سوال بعدی پاسخ دهید:

۲۰- بزرگی نیروی وارد بر این پروتون را محاسبه کنید. (بار الکتریکی پروتون  $1/6 \times 10^{-19}$  C و  $\sin 53^\circ = 0/8$  است)

$$\left\{ \begin{array}{l} V = 4/4 \times 10^6 \text{ m/s} \\ \alpha = 53^\circ \\ B = 18 \times 10^{-3} \text{ T} \\ q = +e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C} \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} F = qVB \sin \alpha \\ F = (1/6 \times 10^{-19}) \times (4/4 \times 10^6) \times (18 \times 10^{-3}) \times (0/8) \\ \Rightarrow F = 1.01376 \times 10^{-19} \cong 10^{-19} \text{ N} \end{array}$$

## جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده مغناطیس



۲۱- اگر این نیرو تنها نیرویی باشد که بر پروتون وارد می‌شود، شتاب پروتون را حساب کنید.  
(بار الکتریکی پروتون  $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$  و جرم آن  $1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$  است.)

۲۲- راستای نیروی وارد بر یک الکترون متحرک در میدان الکتریکی را با راستای نیروی وارد بر این الکترون در میدان مغناطیسی مقایسه کنید.

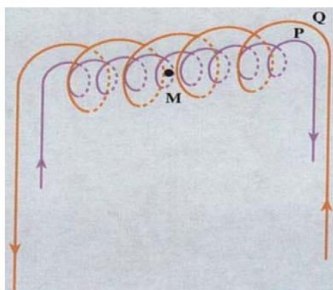
در میدان الکتریکی نیروی وارد بر یک الکترون متحرک همواره در جهت و راستای میدان الکتریکی می‌باشد به طوری که راستای میدان الکتریکی با راستای نیروی وارد بر الکترون متحرک در یک امتداد می‌باشد. اما در میدان مغناطیسی نیروی وارد بر یک الکترون متحرک بر راستای میدان مغناطیسی و راستای جهت الکترون عمود است و بزرگی آن از رابطه ی روبه‌رو به دست می‌آید.  
 $F = qVB \sin \theta$

۲۳- از پیچهی مسطحی به شعاع  $5 \text{ cm}$  که از  $200$  دور سیم نازک درست شده است، جریان  $12 \text{ A}$  می‌گذرد. میدان مغناطیسی را در مرکز پیچه حساب کنید.

$$\begin{cases} R = 0.05 \text{ m} \\ N = 200 \\ I = 12 \text{ A} \end{cases} \quad \begin{cases} B = \mu_0 \frac{NI}{2R} \\ B = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{200 \times 12}{2 \times 0.05} = 9.6\pi \times 10^{-3} \text{ T} \end{cases}$$



جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده مغناطیس



۲۴- دو سیملوله P و Q هم محور دارای طول برابر ولی تعداد دور متفاوت هستند (شکل مقابل). تعداد دور سیملوله P برابر ۲۰۰ و تعداد دور سیملوله Q برابر ۳۰۰ است. اگر جریان ۱A از سیملوله Q عبور کند، از سیملوله P چه جریانی باید عبور کند تا برآیند میدان مغناطیسی ناشی از دو سیملوله در نقطه M (روی محور دو سیملوله) برابر صفر شود؟

وقتی میدان مغناطیسی در نقطه M صفر باشد، بزرگی میدان مغناطیسی سیملوله‌ها با هم برابر است.

$$\begin{cases} \vec{B}_M = \vec{B}_Q + \vec{B}_P \\ 0 = B_Q - B_P \Rightarrow B_Q = B_P \\ \mu_0 \cdot \frac{N_1 I_1}{L} = \mu_0 \cdot \frac{N_2 I_2}{L} \Rightarrow N_1 I_1 = N_2 I_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} N_2 = 200 \\ N_1 = 300 \\ I_1 = 1A \end{cases} \quad \begin{cases} N_1 I_1 = N_2 I_2 \\ 300 \times I_1 = 200 \times 1 \Rightarrow I_1 = 1/5A \end{cases}$$

الکترونی با سرعت  $2/4 \times 10^5$  m/s در یک میدان مغناطیسی در حرکت است. نیرویی که از طرف میدان مغناطیسی بر این الکترون وارد می‌شود، هنگامی بیشینه است که الکترون به سمت جنوب حرکت کند. به ۲ سوال بعدی پاسخ دهید.

۲۵- اگر این نیروی بیشینه بالاسو و برابر  $6/8 \times 10^{-14}$  N باشد، بزرگی و جهت میدان مغناطیسی را تعیین کنید. بیشترین مقدار نیروی وارد بر الکترون زمانی است که راستای حرکت الکترون عمود بر راستای میدان مغناطیسی باشد، یعنی  $\theta = 90^\circ$  باشد.

$$V = 2/4 \times 10^5 \text{ m/s}$$

$$F = e \cdot V \cdot B$$

$$F = 6/8 \times 10^{-14} \text{ N}$$

$$B = \frac{F}{e \cdot V} \Rightarrow B = \frac{6/8 \times 10^{-14}}{1/6 \times 10^{-19} \times 2/4 \times 10^5}$$

$$e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\Rightarrow B = 1/WT$$

برای به دست آوردن جهت میدان مغناطیسی از قاعده دست راست استفاده می‌کنیم. با توجه به این‌که ذره باردار، الکترون است، اگر حرکت الکترون به سمت جنوب باشد و بیشینه نیرو بالاسو باشد، جهت میدان مغناطیسی به سمت غرب می‌باشد.

## جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده مغناطیس

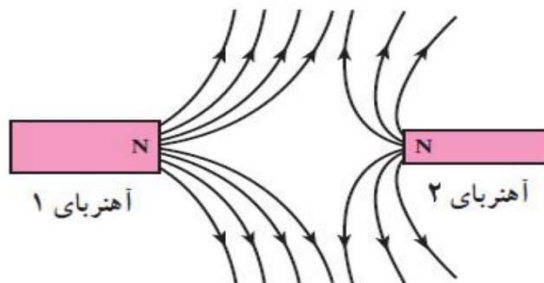


۲۶- چه میدان الکتریکی ای همین نیرو را ایجاد می کند؟ (بار الکتریکی الکترون  $C \cdot 10^{-19} \times 1/6$  است.)

$$\begin{cases} E = \frac{F}{q} \\ E = \frac{6/8 \times 10^{-14}}{1/6 \times 10^{-19}} = 4/25 \times 10^5 \text{ N/C} \end{cases}$$

$$\begin{cases} F = 6/8 \times 10^{-14} \text{ N} \\ q = -1/6 \times 10^{-19} \text{ C} \end{cases}$$

۲۷- خطهای میدان مغناطیسی میان دو آهنربا در شکل زیر نشان داده شده است. کدام آهنربا ضعیف تر است؟



آهنربای (۲)

۲۸- سیم لوله ای شامل ۲۵۰ دور حلقه است که دور یک لوله ی پلاستیکی توخالی به طول ۰/۱۴ متر پیچیده شده است. اگر جریان گذرنده از سیم لوله  $0/8 \text{ A}$  باشد، بزرگی میدان مغناطیسی در درون سیم لوله را حساب کنید.

$$n = \frac{N}{l} = \frac{250}{14} = \frac{12500}{7}$$

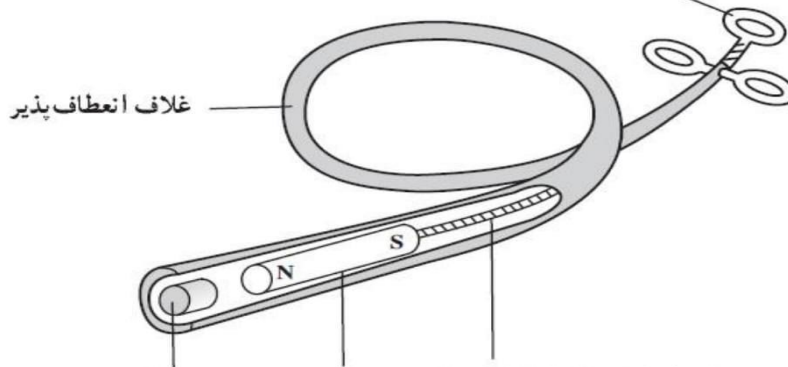
$$B = \mu_0 n I = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{12500}{7} \times 0.8 \times 10^{-1} = \frac{4\pi}{7} \times 10^{-3} \cong 1/79 \times 10^{-3} \text{ T}$$



## جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده مغناطیس

۲۹- کودکی یک قطعه ی کوچک فلز را بلعیده است که در گلوی او گیر کرده است. پزشک بادستگاهی که در شکل زیر دیده می شود، می خواهد فلز را بیرون بیاورد.

جانگشتی برای کنترل



کابل فولادی انعطاف پذیر آهنربای دائم متحرک نوک آهنی ثابت

الف) هنگامی که آهن ربای دائم به نوک ثابت آهنی نزدیک می شود، چه اتفاقی می افتد؟

ب) آهن برای ساختن نوک ثابت چه مزیتی دارد؟

پ) این وسیله را باید به درون گلوی کودک وارد و به سوی فلز بلعیده شده هدایت کرد. چرا غلاف باید انعطاف پذیر باشد؟

ت) پزشک می خواهد یک گیره ی آهنی کاغذ و یک واشر آلومینیومی را از گلوی کودک بیرون بیاورد. کدام یک را می توان بیرون آورد؟ چرا؟

الف) به دلیل میدان آهن ربا، آن هم آهن ربا می شود.

ب) با تضعیف میدان (جدا شدن آهن ربا) خاصیت آهن ربایی خود را از دست می دهد و جسم راحت از آن جدا می شود.

پ) به دلیل این که مسیر گلو کاملاً صاف نیست و اگر غلاف انعطاف پذیر نباشد، ممکن است به گلو آسیب بزند.

ت) گیره ی آهنی، به دلیل این که واشر آلومینیومی مغناطیسی نمی شود.