

فیزیک II [فصل سوم]



علیرضا قیداری

زمستان 1398

آهن ربای طبیعی (مگنتیک Fe_3O_4):

ماده کانی مگنتیت (Fe_3O_4) را که ویژگی آهنربایی دارد یک سنگ آهن ربای طبیعی است.

سنگ مگنتیت



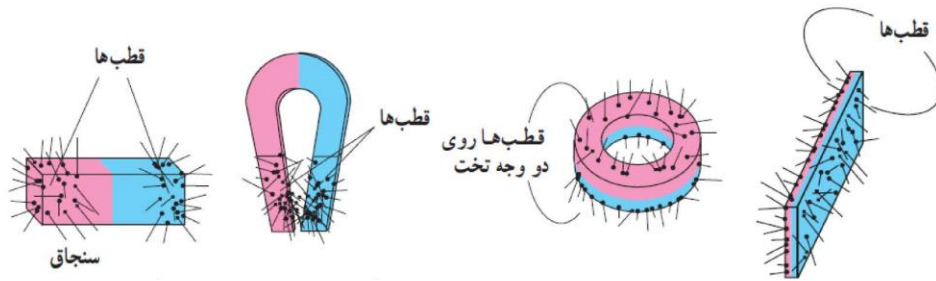
در شهر باستانی مگنسیا



آهن ربا:

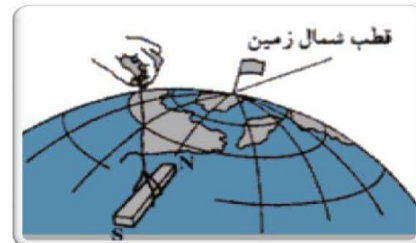
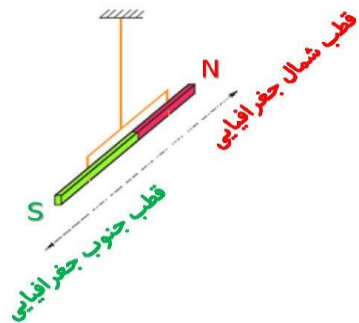
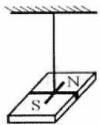
به موادی که براده های آهن را جذب می کند آهن ربا گویند.

جنس آهن ربا: آهن، کبالت، نیکل و آلیاژهای آنها جذب آهن ربا می شوند از موادی که جذب آهن ربا می شوند می توان آهن ربا ساخت.



نکته:

- ۱- قطبی را که تقریباً به سوی نیمکره شمالی زمین می ایستد قطب شمال می نامند $N <North>$
- ۲- قطبی را که تقریباً به سوی نیمکره جنوبی زمین می ایستد قطب جنوب می نامند $S <South>$



نکته

هر آهن ربایی دو قطب دارد

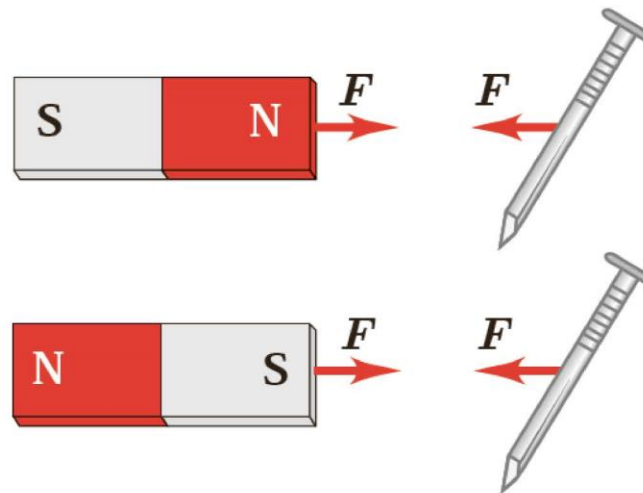
تعریف قطب آهن ربا:

ربایش در دو ناحیه از آهن ربا بیشتر از جاهای دیگر است. به این دو ناحیه قطب گویند.



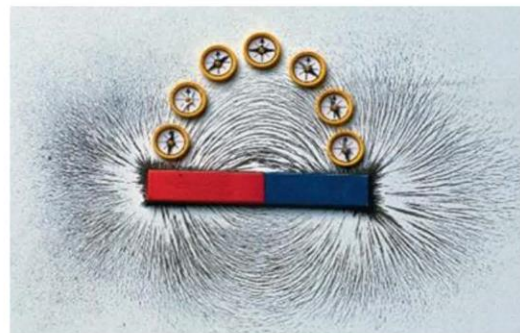
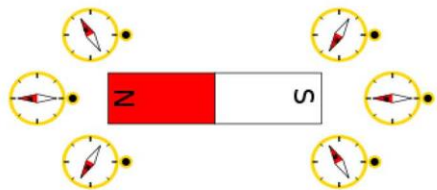
میدان مغناطیسی

خاصیتی در اطراف هر آهنربا که بر اجسام مغناطیسی موجود در این فضا، نیروی مغناطیسی وارد کند.



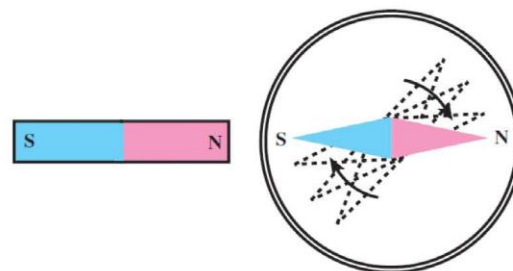
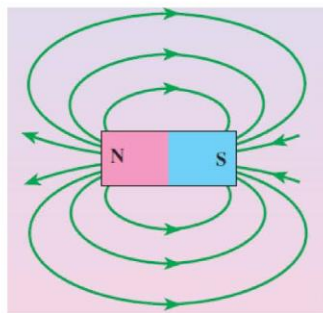
نکته:

میدان مغناطیسی را با $\vec{B}$ نمایش می دهند که یک کمیت برداری است و به همین علت هم جهت دارد و هم بزرگی.



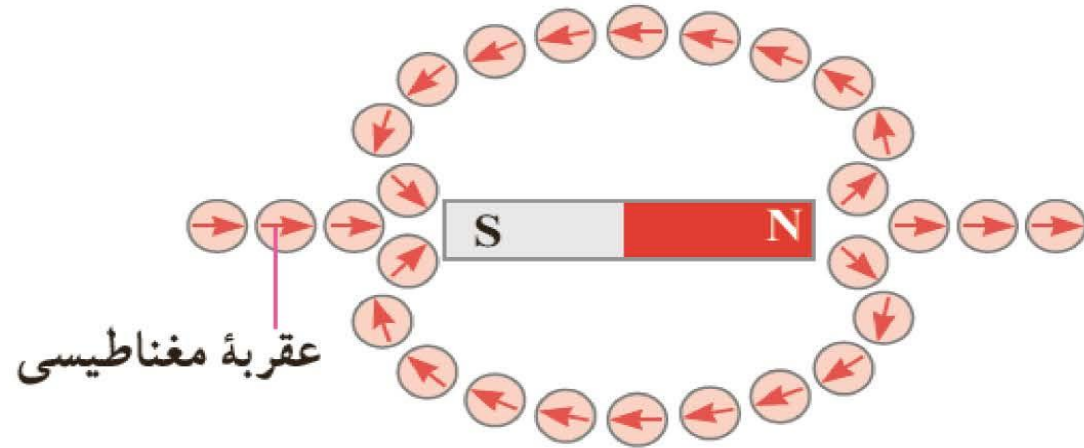
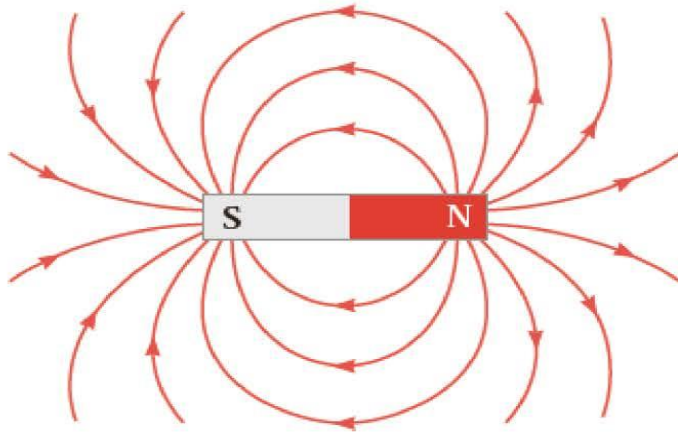
جهت میدان مغناطیسی B در هر نقطه از فضای پیرامون یک آهنربا

در جهتی است که وقتی عقربه مغناطیسی در آن نقطه قرار می گیرد، قطب N عقربه، جهت B را معلوم می کند.



ویژگی های خط های میدان مغناطیسی

- ۱- بردار میدان مغناطیسی در هر نقطه، مماس و هم جهت با خط میدانی است که از آن نقطه می گذرد.
- ۲- خط های میدان یک دیگر را قطع نمی کنند.
- ۳- تراکم خط های میدان در هر ناحیه نشان گر بزرگی میدان مغناطیسی در آن ناحیه است.
- ۴- خط های میدان مغناطیسی، همواره منحنی های بسته ای هستند به بیان دیگر تک قطبی مغناطیسی وجود ندارد

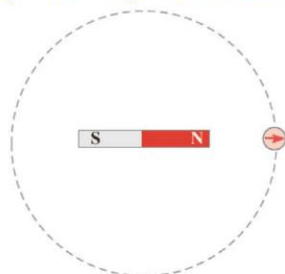


مثال مهم و تست کنکوره‌های اخیر

فعالیت ۲-۳

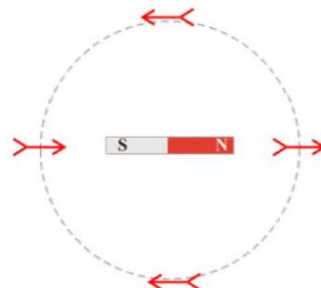
یک آهنربای میله ای را روی سطح افقی میزی قرار دهید. یک قطب نما یا عقربه مغناطیسی را مقابل یکی از قطب های آهنربا قرار دهید. روی مسیری دایره ای شکل دور آهنربا، عقربه را به آرامی حرکت دهید (شکل زیر) بررسی کنید پس از یک دور حرکت، عقربه چند درجه می چرخد.

پاسخ:



در هر ربع دایره عقربه ۱۸۰ درجه می چرخد برای یک حرکت کامل دور دایره، عقربه ۷۲۰ درجه می چرخد

$$4 \times 180^\circ = 720^\circ$$

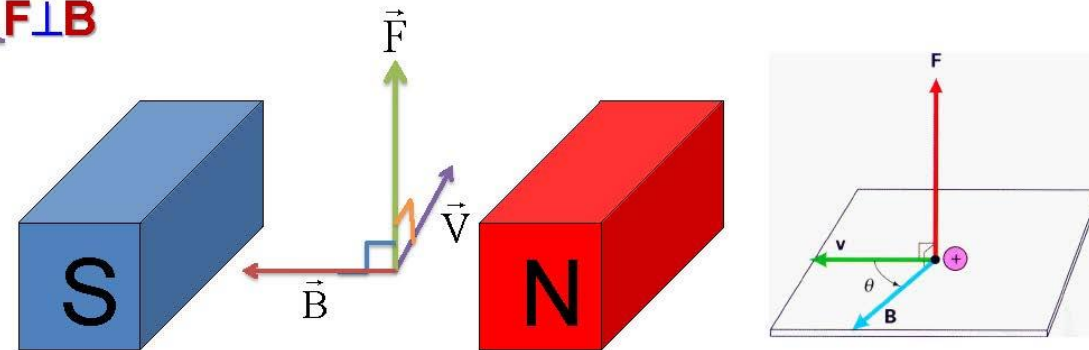


کتاب

نیروی وارد بر ذره باردار متحرک در میدان مغناطیسی:

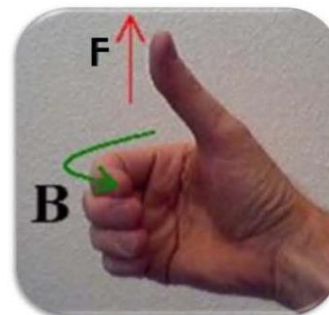
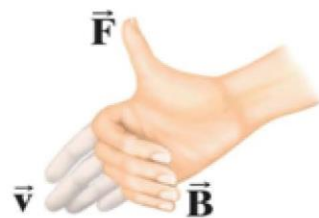
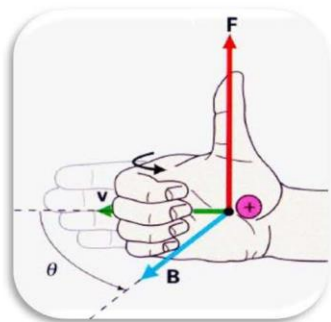
هر گاه ذره بارداری در یک میدان مغناطیسی حرکت کند بر ذره باردار نیرو وارد می شود بار الکتریکی از مسیر خود منحرف می شود به طوری که راستای نیرو بر راستای میدان و راستای حرکت عمود است.

$$\begin{cases} \vec{F} \perp \vec{v} \\ \vec{F} \perp \vec{B} \end{cases}$$



جهت نیروی وارد بر بار متحرک

چهار انگشت باز شده دست راست را در جهت سرعت ذره باردار مثبت طوری قرار می دهیم که ، هنگامی که خم می شود، در جهت میدان مغناطیسی قرار گیرد، انگشت شست، سوی نیروی وارد بر ذره ی باردار مثبت را نشان می دهد.



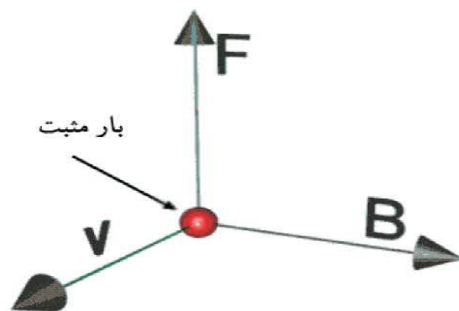
نیروی وارد بر بار منفی در همان شرایط ، در خلاف جهت نیروی وارد بر بار مثبت است (استفاده از قاعده دست چپ)

پرسش :

چه موقع نیرویی که در میدان مغناطیسی بر بار الکتریکی متحرک وارد می شود ماکزیمم و چه موقع صفر می شود؟

پاسخ:

$$F = qVB \sin \alpha$$



موقعی F ، ماکزیمم است. که $\alpha = 90^\circ$ باشد یعنی: راستای میدان بر راستای حرکت عمود باشد آنگاه:

$$F_m = qVB$$

$q=0$ اگر ذره متحرک بدون بار باشد مثلاً نوترون متحرک در میدان منحرف نمی شود.

$V=0$ ذره ی باردار در یک میدان مغناطیسی ساکن باشد

$B=0$ میدان مغناطیسی وجود نداشته باشد.

موقعی $F=0$ ، است.

$\alpha = 0$ یا π ذره باردار در راستای میدان مغناطیسی حرکت کند

نکته:

یکای کوچکتر میدان مغناطیسی گوس نام دارد و با نماد G نمایش داده می شود.

$$1 \text{ گوس} = 10^{-4} \text{ تسلا}$$

$$1 \text{ تسلا} = 10^4 \text{ گوس}$$

$$1 \text{ T} = 10^4 \text{ G}$$

اندازه میدان مغناطیسی زمین در نزدیکی سطح زمین در **قطب ها** بیشترین (0.65 G) و در **استوا** کمترین (0.25 G) است.

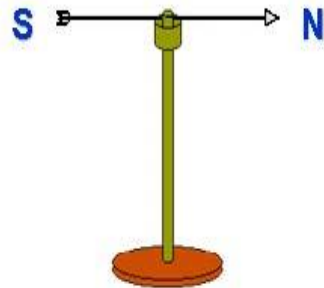
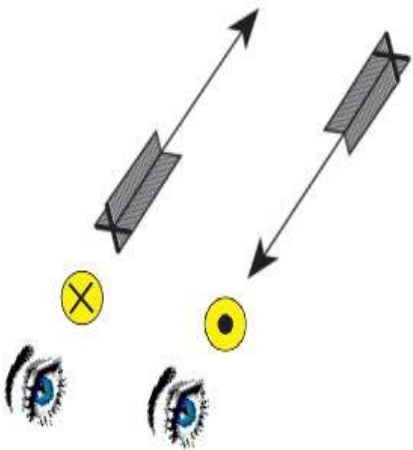
نمایش بردار عمود بر صفحه کاغذ



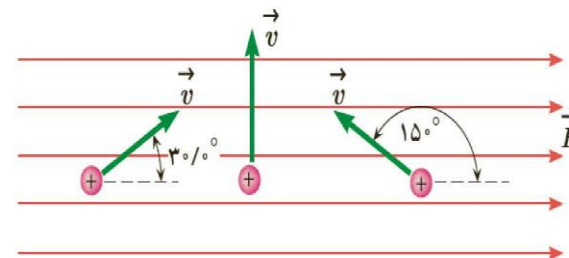
هر بردار در داخل صفحه کاغذ را بصورت شکل روبه رو نمایش می دهند

اگر برداری عمود بر صفحه کاغذ به سمت داخل باشد به صورت $\otimes$ نمایش می دهند

اگر برداری عمود بر صفحه کاغذ به سمت خارج باشد به صورت $\odot$ نمایش می دهند



۲- سه ذره، هر کدام با بار $q = 6/15 \mu\text{C}$ و تندی $v = 46 \text{ m/s}$ در میدان مغناطیسی یکنواختی به اندازه $B = 0.165 \text{ T}$ در حرکت اند (شکل زیر) اندازه نیروی وارد بر هر ذره را حساب کنید.



پاسخ:

$$\sin(\pi - \theta) = \sin \theta$$

$$\sin(180 - 30) = \sin 30 = 0.5$$

$$|q| = 6/15 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$V = 46 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$B = 0.165 \text{ T}$$

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

$$F = ?$$

$$\theta_1 = 30^\circ \rightarrow F_1 = 6/15 \times 10^{-6} \times 46 \times 0.165 \sin 30^\circ \rightarrow F_1 \approx 2/33 \times 10^{-5} \text{ N}$$

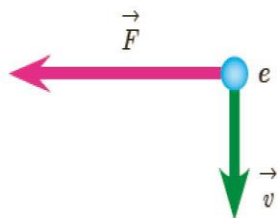
$$\theta_2 = 90^\circ \rightarrow F_2 = 6/15 \times 10^{-6} \times 46 \times 0.165 \sin 90^\circ \rightarrow F_2 \approx 4/67 \times 10^{-5} \text{ N}$$

$$\theta_3 = 150^\circ \rightarrow F_3 = 6/15 \times 10^{-6} \times 46 \times 0.165 \sin(180 - 30) \rightarrow F_3 \approx 2/33 \times 10^{-5} \text{ N}$$

کتاب

پرسش ۳-۴

الکترونی عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی در حرکت است. با توجه به شکل، جهت میدان $\vec{B}$ کدام است؟



☐ برون سو

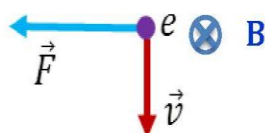
☐ درون سو

☐ راست

☐ بالا

پاسخ:

میدان مغناطیسی درون سو



تمرین:

در مکانی که میدان مغناطیسی یکنواخت 0.4 T تسلا برقرار است، ذره ای با بار الکتریکی $50 \mu\text{C}$ با سرعت 200 m/s به سمت مغرب در حرکت است. اگر خطوط میدان مغناطیسی افقی و جهت میدان به سمت شمال باشد، نیروی مغناطیسی وارد بر ذره چند نیوتون و در کدام جهت است؟

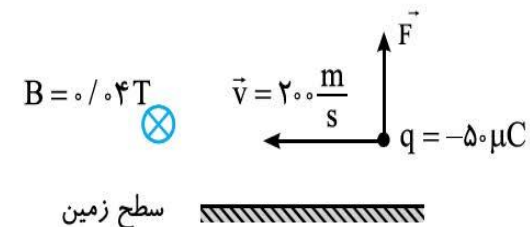
پاسخ:

جهت رو به شمال را درونسو در نظر می گیریم. مطابق شکل و با استفاده از قانون دست راست برای بار منفی، جهت نیرو به سمت بالاست.

$$F = |q|vB \sin \alpha$$

$$F = 50 \times 10^{-6} \times 200 \times 0.4 \sin 90^\circ$$

$$F = 4 \times 10^{-4} \text{ N}$$



تمرین:

ذره ای به جرم 0.2 g با بار الکتریکی $4 \mu\text{C}$ و با سرعت 200 m/s به سمت مغرب و افقی حرکت می کند. جهت و اندازه میدان مغناطیسی که قادر است مسیر ذره را در همان جهت و افقی نگه دارد پیدا کنید.

پاسخ:

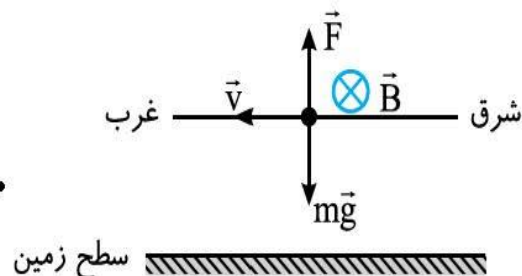
جهت شمال را درونسو در نظر می گیریم، نیروی F باید برابر و در خلاف جهت وزن ذره باشد. پس با توجه به قانون دست راست و منفی بودن بار ذره، میدان مغناطیسی باید درونسو یعنی به سمت شمال باشد

$$F = mg$$

$$|q|vB \sin \alpha = mg$$

$$4 \times 10^{-6} \times 200 \times B \times 1 = 0.2 \times 10^{-3} \times 10$$

$$B = 0.25 \text{ T}$$

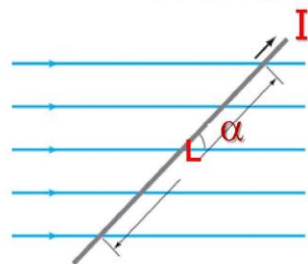


فرمول نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی:

نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان الکتریکی، به چه عواملی بستگی دارد :

- ۱- با جریانی که از سیم می گذرد رابطه مستقیم دارد. $F \propto I$ (I)
- ۲- با طول قسمتی از سیم که در میدان مغناطیسی قرار می گیرد رابطه مستقیم دارد. $F \propto L$ (L)
- ۳- با بزرگی میدان مغناطیسی، رابطه مستقیم دارد. $F \propto B$ (B)
- ۴- با سینوس زاویه ای که جریان با میدان مغناطیسی می سازد رابطه مستقیم دارد. $F \propto \sin \alpha$

$$F = BIL \sin \alpha$$

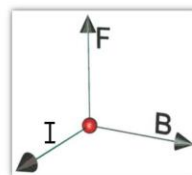


جهت نیروی مغناطیسی:

نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان الکتریکی، بر راستای جریان و نیز بر میدان مغناطیسی عمود است.

جهت نیروی مغناطیسی را از قاعده دست راست بدست می آوریم.

$$\begin{cases} F \perp I \\ F \perp B \end{cases}$$



$$F = BIL \sin \alpha$$

متر m طول سیم

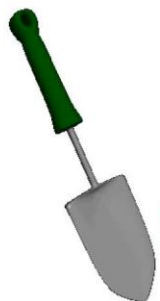
درجه زاویه بین جریان با میدان

آمپر A جریان الکتریکی

تسلا T میدان مغناطیسی

نیروی مغناطیسی

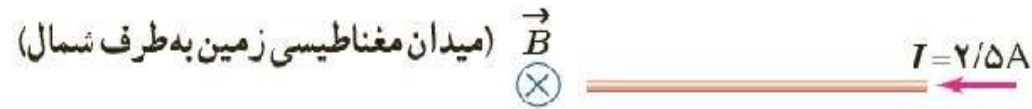
نیوتون N



بیل سینا!

تمرین ۲-۳

سیم مستقیمی به طول $۲/۴\text{ m}$ حامل جریان $۲/۵\text{ A}$ از شرق به غرب است. اندازه میدان مغناطیسی زمین در محل این سیم ۴۵ G و جهت آن از جنوب به شمال است. اندازه و جهت نیروی مغناطیسی وارد بر این سیم را تعیین کنید.



پاسخ:

$$\left\{ \begin{array}{l} L = ۲/۴\text{ m} \\ I = ۲/۵\text{ A} \\ B = ۴۵ \times ۱۰^{-۴}\text{ T} \\ F = ? \\ \alpha = ۹۰^\circ \end{array} \right.$$

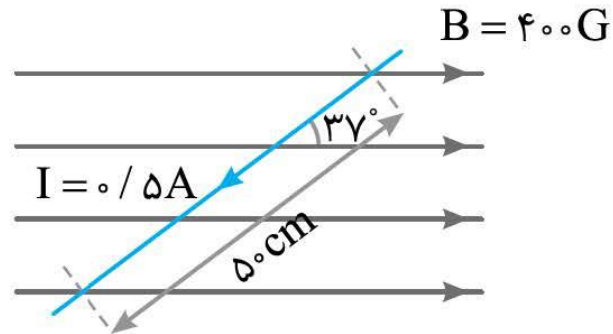
$$F = BIL \sin \alpha$$

$$F = ۲/۴ \times ۲/۵ \times ۴۵ \times ۱۰^{-۴} \sin ۹۰$$

$$F = ۲/۷ \times ۱۰^{-۴}\text{ N}$$

تمرین:

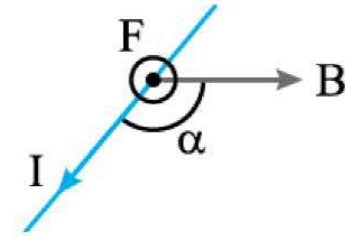
در شکل روبه رو، نیروی وارد بر سیم حامل جریان چند نیوتون و در چه جهتی است؟
($\sin 37^\circ = .6$ و $\cos 37^\circ = .8$)



پاسخ:

بنا به قاعده دست راست، نیروی وارد بر سیم برونسو بوده و اندازه ی آن برابر است با:

$I = .5 \text{ A}$	$F = BIL \sin \alpha$
$B = 400 \text{ G}$	$F = .5 \times .5 \times 400 \times 10^{-2} \times \sin(180 - 37)$
$L = .05 \text{ m}$	$F = 10^{-2} \times \sin 37^\circ$
$\alpha = 180 - 37$	
$F = ?$	$F = 6 \times 10^{-3} \text{ N}$



تمرین:

بزرگی میدان مغناطیسی زمین $5 \times 10^{-5} \text{ T}$ است. یک سیم حامل جریان به طول 1 m به طور افقی و عمود بر خط‌های میدان مغناطیسی زمین و جهت آن به سمت شمال است. اگر جرم سیم 50 g باشد، بزرگی و جهت جریانی که باید از سیم عبور کند تا نیروی وزن سیم، خنثی شود را تعیین کنید

پاسخ:

$$B = 5 \times 10^{-5} \text{ T}$$

$$I = 1000 \text{ A}$$

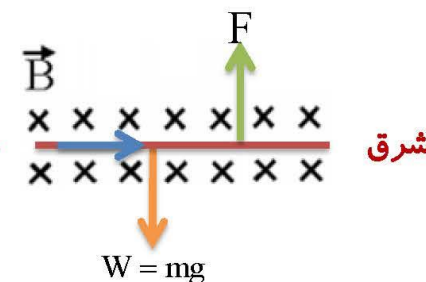
$$F = mg$$

$$L = 1 \text{ m}$$

$$BIL \sin 90^\circ = mg$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$5 \times 10^{-5} \times I \times 1 \times 1 = . / 0.5 \times 10$$



$$m = 50 \text{ g}$$

$$I = \frac{. / 5}{5 \times 10^{-5}}$$

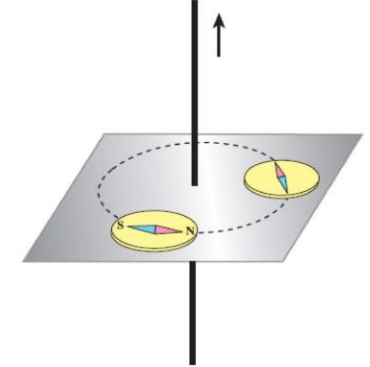
$$I = ?$$

$$I = 1000 \text{ A}$$

$$\sin 90^\circ = 1$$

آثار مغناطیسی ناشی از جریان الکتریکی (آزمایش اورستد):

هر گاه یک عقربه مغناطیسی در اطراف سیمی که به باتری و کلید وصل شده است قرار گیرد، در لحظه وصل کلید، ملاحظه می شود که عقربه مغناطیسی منحرف می شود، بنابراین در اطراف سیم حامل جریان میدان مغناطیسی ایجاد می کند.

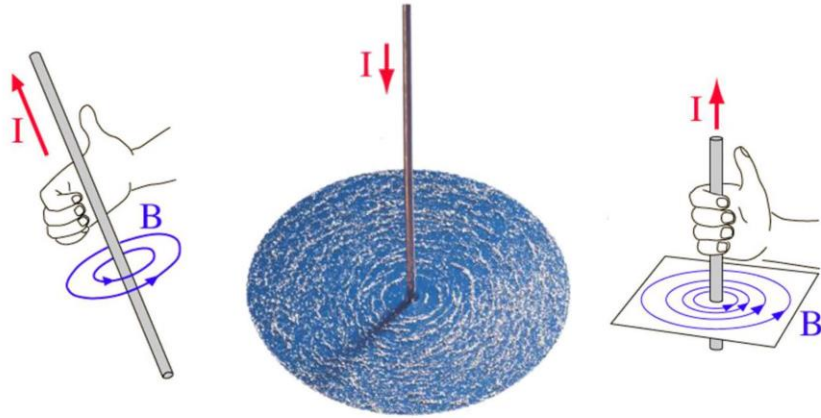


خطوط میدان مغناطیسی در اطراف یک سیم راست حامل جریان الکتریکی

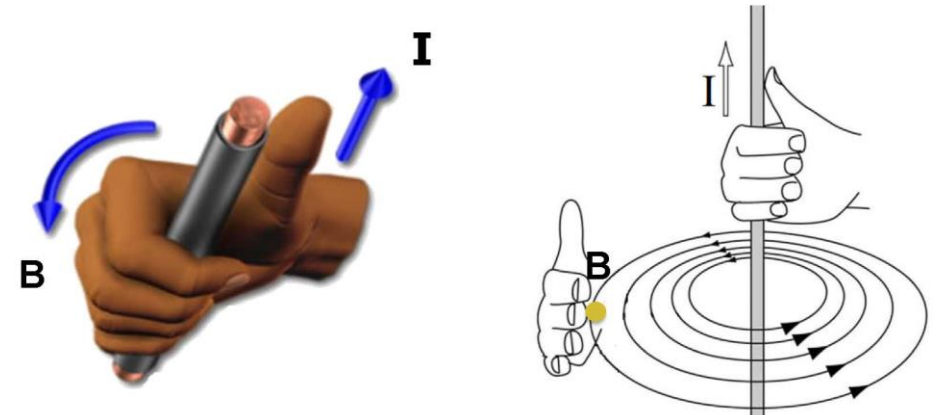


نکته:

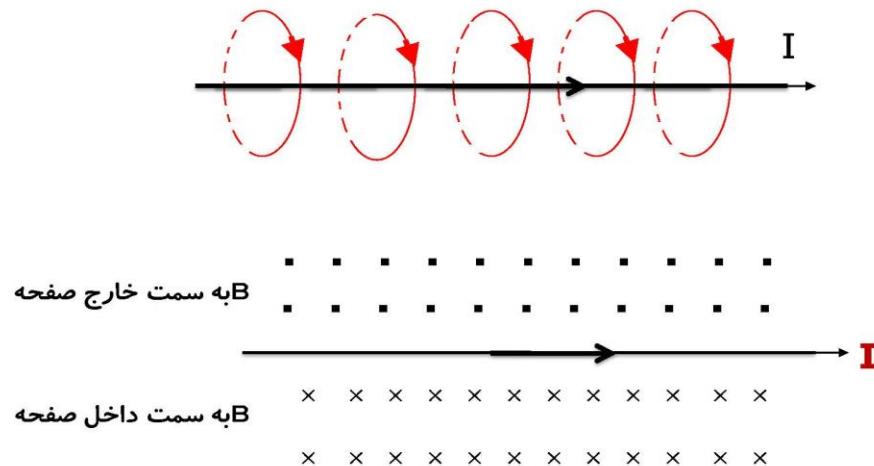
خطوط میدان مغناطیسی حاصل از یک سیم راست حامل جریان به صورت دایره های هم مرکزی در اطراف سیم راست هستند .



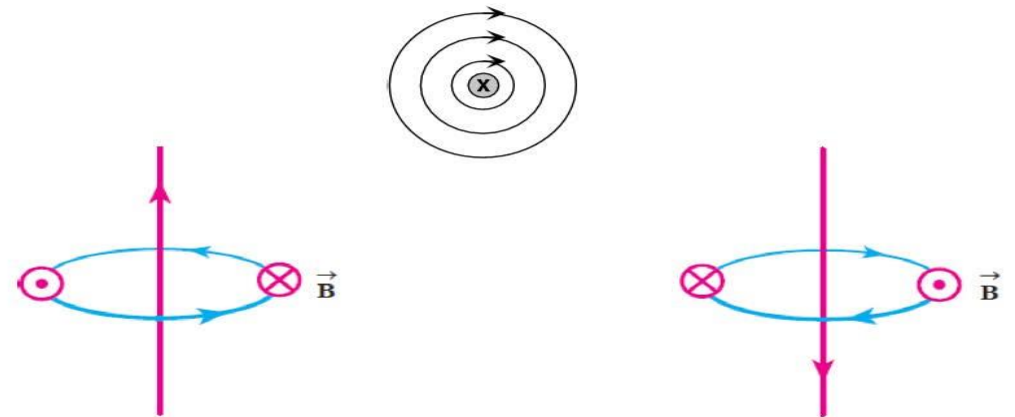
جهت میدان مغناطیسی در اطراف یک سیم راست حامل جریان الکتریکی
 به این ترتیب است که اگر انگشت شستِ دستِ راست را در جهت **جریان** بگیریم ، بسته شدن چهار انگشت ، جهت **میدان مغناطیسی** را به ما می‌دهد.



جهت میدان مغناطیسی در اطراف یک سیم راست حامل جریان الکتریکی



جریان به سمت داخل صفحه B ساعتگرد



فرمول خارج از کتاب

بزرگی میدان مغناطیسی در اطراف یک سیم نازک دراز مستقیم به چه عوامل بستگی دارد؟

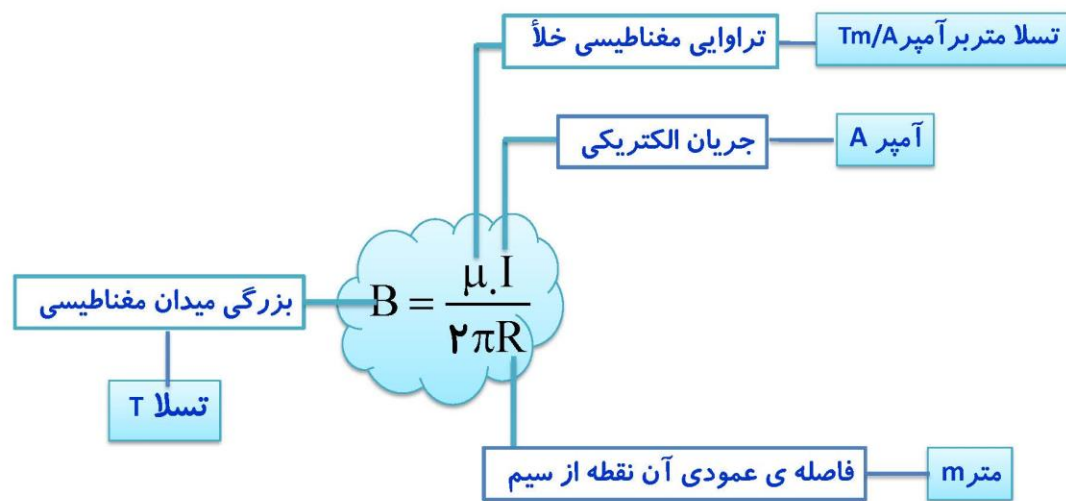
$$B \propto \frac{I}{R} \left\{ \begin{array}{l} 1- \text{با شدت جریانی که از سیم می گذرد نسبت مستقیم دارد } B \propto I \\ 2- \text{با فاصله ی عمودی آن نقطه از سیم نسبت وارون دارد } B \propto \frac{1}{R} \end{array} \right.$$

ضریب تناسب در **SI** برابر $\frac{\mu_0}{2\pi}$ است که در آن μ_0 تراوایی مغناطیسی خلأ نام دارد

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

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T.m/A}$$

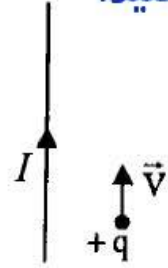
فرمول بزرگی میدان مغناطیسی **B** در اطراف یک سیم نازک دراز مستقیم :



$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T.m/A}$$

پرسش :

مطابق شکل، از سیم راست، جریان ثابت I می گذرد. اگر بار $+q$ به موازات سیم و در جهت جریان با سرعت V پرتاب شود، با استدلال مسیر تقریبی حرکت بار را رسم کنید.



پاسخ:

میدان مغناطیسی سیم در محل بار الکتریکی، درون سوبوده و با توجه به قاعده دست راست، نیروی وارد بر بار مثبت، به سمت چپ است.

