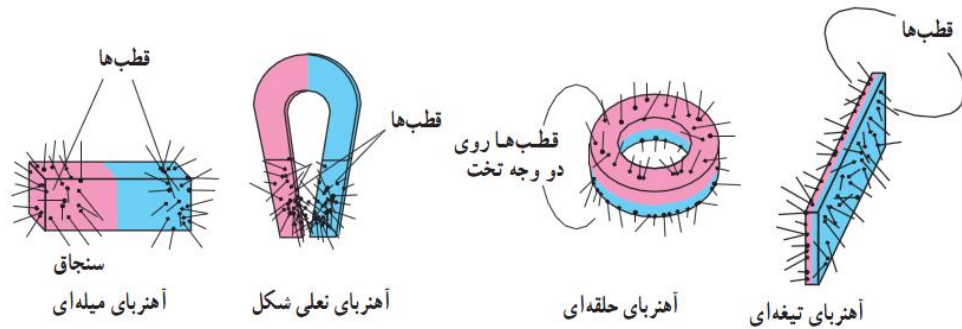


مغناطیس

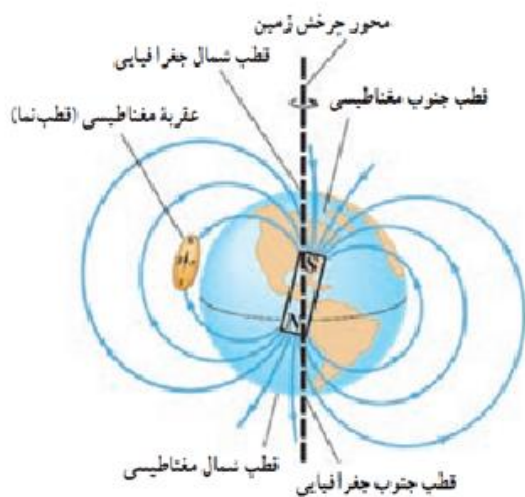
آهنربا: ماده معدنی به نام مگنتیت (Fe_3O_4) می باشد که آهن را جذب می کند و نزدیک ۳ هزار سال از کشف آن می گذرد.

قطب های آهنربا: در هر آهنربا دو ناحیه وجود دارد که خاصیت آهنربایی در آنها بیش از قسمتهای دیگر است .



قطب های مغناطیسی زمین: زمین مانند یک آهنربای بزرگ است که قطبهای مغناطیسی آن تقریباً در نزدیکی قطبهای جغرافیایی قرار دارد، با این تفاوت که قطب S آن نزدیک قطب شمال جغرافیایی و قطب N آن نزدیک قطب جنوب جغرافیایی زمین است . قطب جنوب مغناطیسی حدود ۱۸۰۰ کیلومتر با قطب شمال جغرافیایی فاصله دارد .

میل مغناطیسی: عقربه مغناطیسی در جهت شمال واقعی قرار نمی گیرد و تا حدودی از آن انحراف دارد و این انحراف وابسته به مکان است که به آن میل مغناطیسی می گویند .



طرح ساده ای از میدان مغناطیسی زمین . عقربه مغناطیسی در هر نقطه در امتداد این خطهای میدان قرار می گیرد . نشان دادن خطهای میدان مغناطیسی زمین به صورت خطهای میدان یک آهنربای میله ای، تنها یک توجه ساده از ساختار پیچیده و ناساخته عوامل ایجاد میدان مغناطیسی زمین است . شواهد زمین شناختی نشان می دهند که جهت این میدان در بازه های زمانی نامنظم از 10^2 تا 10^6 سال به طور کامل وارون می شود .

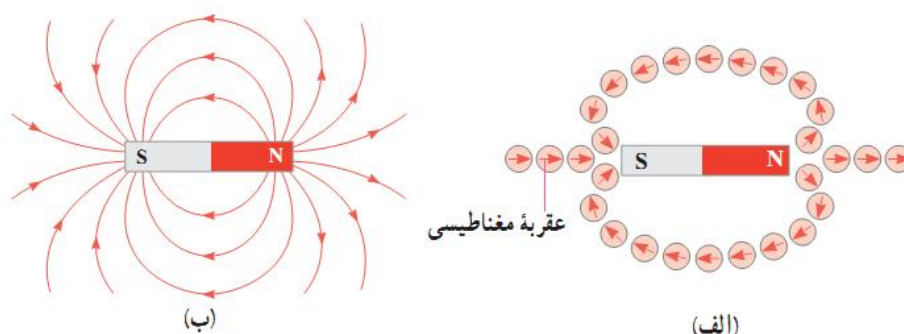
القای خاصیت مغناطیسی: هنگامی که یک قطعه آهنی را به آهنربا نزدیک می کنیم ، آهنربا قطب مخالف خود را در قطعه القاء می کند تا آنرا برباید این پدیده را القای خاصیت مغناطیسی می گویند و همواره به صورتی است که قطعه یادشده را جذب کند ، یعنی هیچ گاه قطب همانم خود را القاء نمی کند تا نیروی دافعه بوجود آورد .



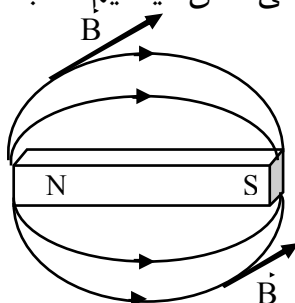
در فضای اطراف آهنربا میدان مغناطیسی وجود دارد به طوری که هر جسم آهنی مانند میخ را به سوی خود جذب می‌کند.

میدان مغناطیسی: خاصیتی را که در اطراف آهنربا ایجاد می‌شود به موجب آن به عقربه مغناطیسی و قطعه آهنی نیرو وارد می‌شود، میدان مغناطیسی می‌گویند، که یک کمیت برداری است که با نماد \vec{B} نشان می‌دهند.

جهت میدان مغناطیسی: میدان مغناطیسی در خارج آهنربا از N به S و در داخل آهنربا از S به N است.



خط های میدان مغناطیسی: میدان مغناطیسی را در اطراف یک آهنربا با خطهایی فرضی نشان می‌دهیم که به آنها خطهای میدان مغناطیسی می‌گویند.



ویژگی های خطوط میدان مغناطیسی:

- ۱ - خطوط میدان در هر نقطه، هم جهت با میدان مغناطیسی در آن نقطه است.
- ۲ - بردار میدان مغناطیسی در هر نقطه مماس بر خطوط میدان در آن نقطه می‌باشد. \vec{B}
- ۳ - در هر نقطه که میدان قوی تر است خطوط میدان به یکدیگر نزدیکتر و متراکم تر هستند.
- ۴ - در هر نقطه از فضا فقط یک میدان مغناطیسی وجود دارد، که همان میدان مغناطیسی برآیند می‌باشد، یعنی خطوط میدان همدیگر را قطع نمی‌کنند.

شیب مغناطیسی: وقتی یک سوزن مغناطیسی شده یا یک عقربه مغناطیسی را از وسط آویزان کنیم در بیشتر نقاط زمین، بطور افقی قرار نمی‌گیرد و امتداد آن با سطح زمین زاویه می‌سازد. به این زاویه شیب مغناطیسی می‌گویند.

میدان مغناطیسی یکنواخت: اگر خطوط میدان مغناطیسی در ناحیه‌ای از فضا با یکدیگر موازی و هم فاصله باشند، و بردار میدان مغناطیسی در همه نقاط بزرگی و جهت ثابتی داشته باشد، میدان مغناطیسی در آن ناحیه یکنواخت است.

نیروی وارد بر ذره باردار الکتریکی متحرک در میدان مغناطیسی: تجربه نشان می‌دهد وقتی ذره باردار در میدان مغناطیسی به گونه‌ای حرکت می‌کند که خطوط میدان مغناطیسی را قطع می‌کند از طرف میدان به آن نیروی وارد می‌شود، که ذره باردار را منحرف می‌کند و به این نیرو **نیروی الکترومغناطیسی** می‌گویند .

$$F = qVB\sin\theta$$

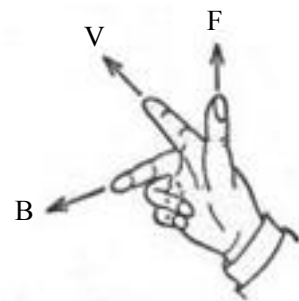
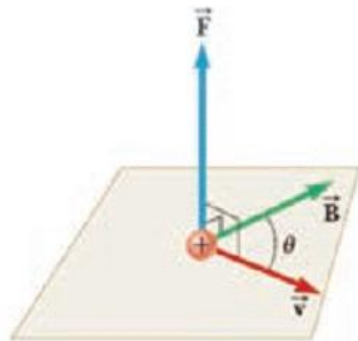
عوامل موثر بر نیروی الکترومغناطیسی وارد بر ذره باردار :

- ۱ - بار الکتریکی (q) : هر چه بار بزرگتر باشد نیروی الکترومغناطیسی وارد بر آن بزرگتر است . $F \propto q$
- ۲ - سرعت ذره باردار (V) : هر چه سرعت حرکت بار بیشتر باشد نیروی الکترومغناطیسی وارد بر آن بزرگتر است . $F \propto V$
- ۳ - میدان مغناطیسی (B) : هر چه میدان مغناطیسی قویتر باشد نیروی الکترومغناطیسی وارد بر ذره بزرگتر است . $F \propto B$
- ۴ - $\sin\theta$: نیروی الکترومغناطیسی وارد بر ذره باردار متناسب با $\sin\theta$ زاویه بین V و B می‌باشد .

🔗: در SI واحد نیرو نیوتن (N)، واحد بار الکتریکی کولن (q)، واحد سرعت (m/s) و واحد میدان مغناطیسی تسلا (T) است. (واحد میدان مغناطیسی B در قسمت بعدی معرفی می‌شود).

قاعده دست راست برای تعیین جهت نیروی الکترومغناطیسی وارد بر ذره باردار متحرک :

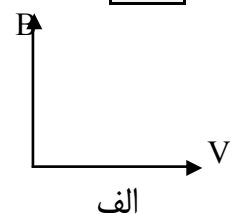
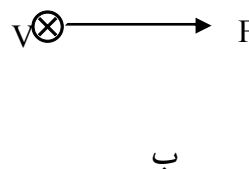
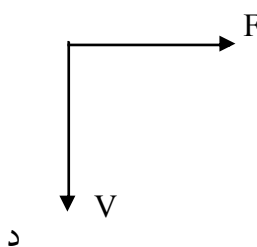
سه بردار F و V و B یک دستگاه متعامد راستگرد را تشکیل می‌دهند که V در جهت محور x و بردار B در جهت y و بردار F در جهت z می‌باشد . با استفاده از دست راست می‌توانیم انگشت شست را F و انگشت نشانه را V و انگشت وسط را B در نظر بگیریم .



قرارداد : در نمایش دو بعدی سه بردار فوق از نماد \otimes برای بردار درون‌سوی عمود بر صفحه و از نماد \odot برای بردار برون‌سوی عمود بر صفحه استفاده می‌کنیم .

بردار مجهول را نشان دهید : (بار مثبت)

تالیفی

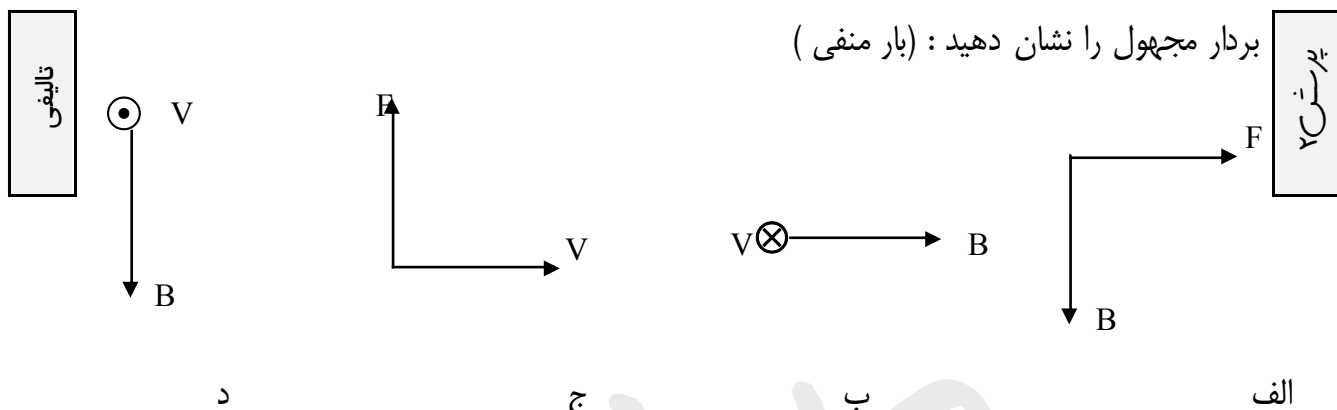


۳۰

🔔: اگر بار متحرک منفی باشد دوراه داریم :

- ۱- یا همان قاعده دست راست را برای دست چپ استفاده کنیم .
- ۲- از قاعده دست راست استفاده کنیم ولی نتیجه را 180° درجه تغییر دهیم .

بردار مجهول را نشان دهید : (بار منفی)



🔔: اگر یک الکترون بطور عمود بر خط استوای زمین ، وارد جو زمین شود در چه جهتی منحرف می شود؟ (با رسم شکل)

تألیفی

نیروی وارد سیم حامل جریان متحرک در میدان مغناطیسی :

تجربه نشان می دهد وقتی سیم حامل جریان در معرض میدان مغناطیسی قرار می گیرد و خطوط میدان را قطع می کند به آن نیروی الکترومغناطیسی وارد می شود ، در اصل می توان گفت نیروی وارد بر تک تک ذرات به سیم حامل آن ذرات منتقل می شود .

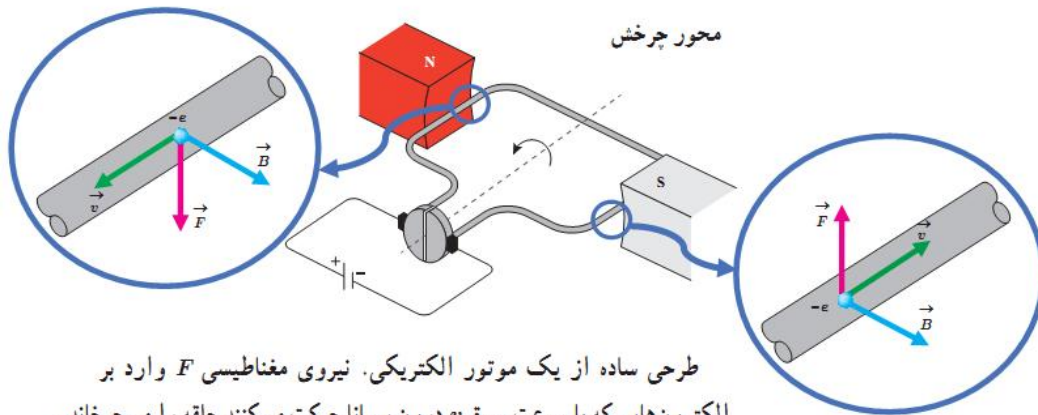
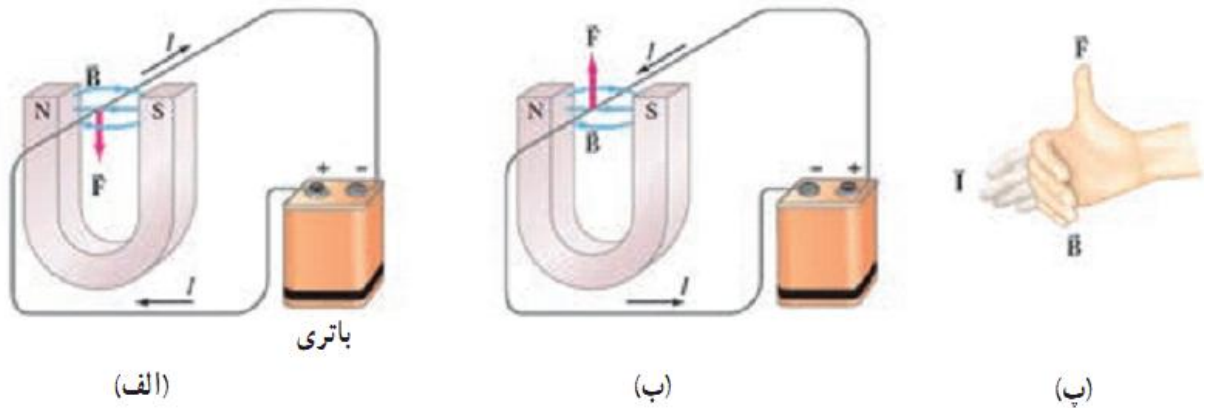
$$F = BIl \sin \theta$$

عوامل موثر بر نیروی الکترومغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان :

- ۱- میدان مغناطیسی (B) : هرچه میدان مغناطیسی قویتر باشد نیروی الکترومغناطیسی وارد بر سیم بزرگتر است. $F \propto B$
- ۲- جریان الکتریکی (I) : هر چه جریان عبوری از سیم بیشتر باشد نیروی الکترومغناطیسی وارد بر آن بزرگتر است. $F \propto I$
- ۳- طول سیم (l) : هرچه طولی از سیم ، که معرض میدان است ، بیشتر باشد نیروی الکترومغناطیسی وارد بر آن بزرگتر است.
- ۴- $\sin \theta$: نیروی الکترومغناطیسی وارد بر سیم متناسب با $\sin \theta$ زاویه بین B و I می باشد. $F \propto \sin \theta$

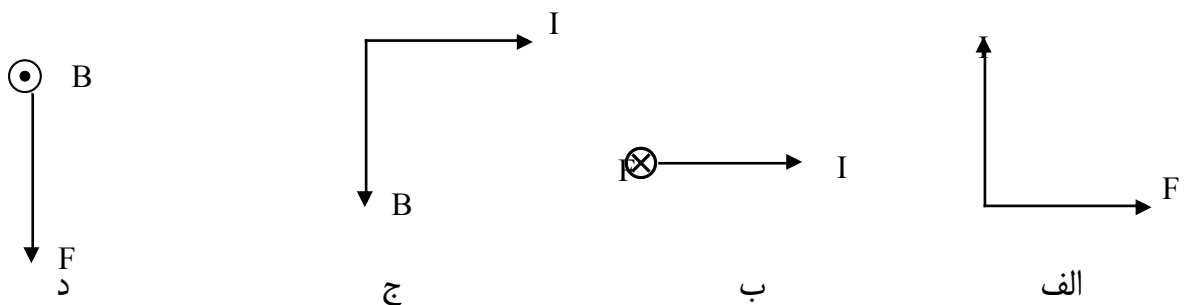
🔔: در اصل زاویه θ بین B و I است چون جریان الکتریکی کمیّت برداری نیست ، این ایراد در کتابهای دانشگاهی بر طرف می شود و فعلاً در حد این کتاب مشکلی پیش نمی آید .

قاعده دست راست برای تعیین جهت نیروی الکترومغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان:
 با استفاده از دست راست می‌توانیم انگشت شست را F و انگشت نشانه را I و انگشت وسط را B در نظر بگیریم



طرحی ساده از یک موتور الکتریکی. نیروی مغناطیسی F وارد بر الکترون‌هایی که با سرعت سوق v درون رسانا حرکت می‌کنند حلقه را می‌چرخاند.

پرش ۴: بردار مجهول را نشان دهید:

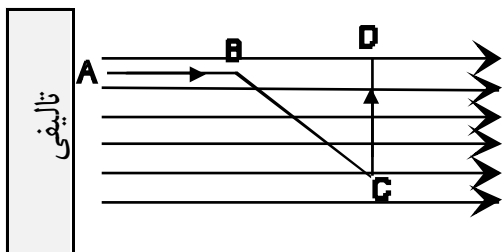


بیشترین مقدار F زمانی است که $\theta = 90^\circ$ باشد ($\sin 90^\circ = 1$) یعنی $F_{\max} = BIl$

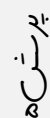
تسلا واحد میدان مغناطیسی: یک تسلا بزرگی میدان مغناطیسی است که در آن بر یک متر از سیمی که حامل جریان الکتریکی به شدت یک آمپر است و در راستای عمود بر میدان قرار دارد نیرویی به بزرگی یک نیوتن وارد شود.

$$B = \frac{F_{\max}}{Il} \leftarrow \frac{1 \text{ نیوتن}}{1 \text{ متر} \times 1 \text{ آمپر}} = 1 \text{ تسلا}$$

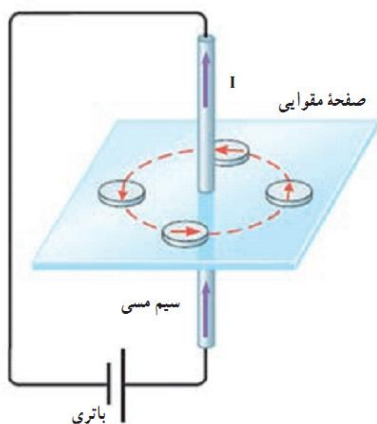
واحد کوچکتر میدان مغناطیسی **گوس** نام دارد و با نماد G نشان می‌دهند. $1T = 10^4 G$ یا $1G = 10^{-4} T$



سیمى مطابق شکل در میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی 0.4 T قرار گرفته و از آن جریان 0.8 A میگذرد. نیروی وارد بر هر قسمت از سیم را حساب کنید. ($C = 60^\circ$)
 $CD = 10\text{ cm}$ $BC = 15\text{ cm}$ $AB = 10\text{ cm}$



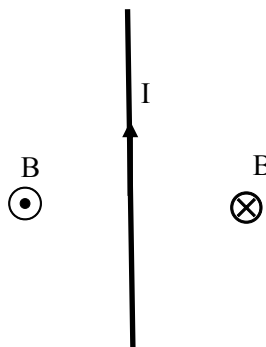
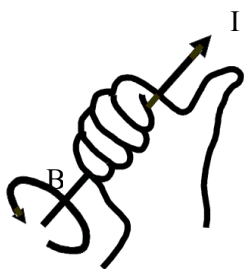
آثار مغناطیسی ناشی از جریان الکتریکی : تجربه نشان می دهد که اگر عقربه مغناطیسی در مجاورت سیم حامل جریان منحرف می شود ، یعنی جریان الکتریکی می تواند میدان مغناطیسی تولید کند و عقربه مغناطیسی را تحت تاثیر قرار دهد . این مطلب را برای سه مورد بررسی می کنیم :



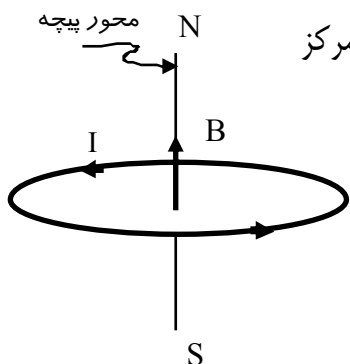
الف) میدان در اطراف سیم راست حامل جریان :

اگر عقربه مغناطیسی را در نزدیکی سیم راست حامل جریان قرار دهیم عقربه منحرف می شود و با دور کردن عقربه از سیم و یا کاهش شدت جریان سیم از انحراف عقربه کاسته می شود و آزمایش نشان می دهد خطوط میدان مغناطیسی حاصل بصورت دایره های متحد المکز می باشند.

قاعده دست راست : انگشت شست در جهت I و چهار انگشت خمیده در جهت میدان



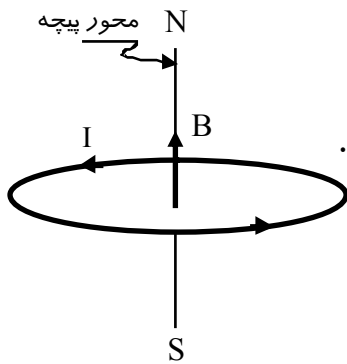
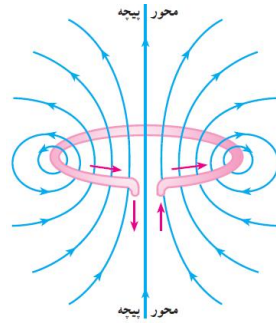
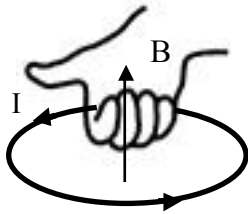
ب) میدان در مرکز پیچه مسطح : پیچه مسطح مجموعه ای از چند دور سیم نازک است که به شکل حلقه درآمده و به هم فشرده شده اند که تمام حلقه ها تقریباً شعاع یکسانی دارند ، و خطی که از مرکز حلقه ها می گذرد محور پیچه نامیده می شود .



داخل پیچه مانند داخل آهنربا در نظر گرفته می شود و میدان مغناطیسی از قطب S به N است .

قاعده دست راست : انگشت شست مماس بر پیچه همسو با جریان

- چهار انگشت خمیده در داخل پیچه در جهت میدان

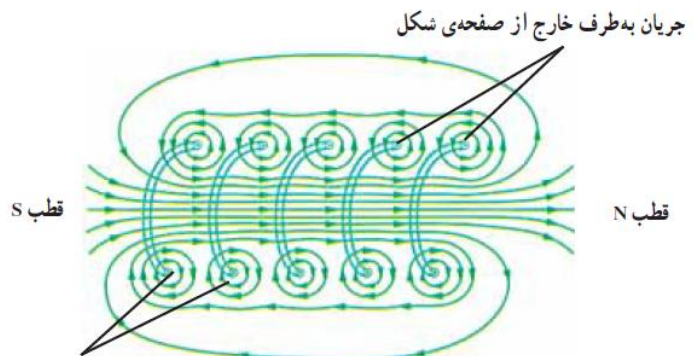
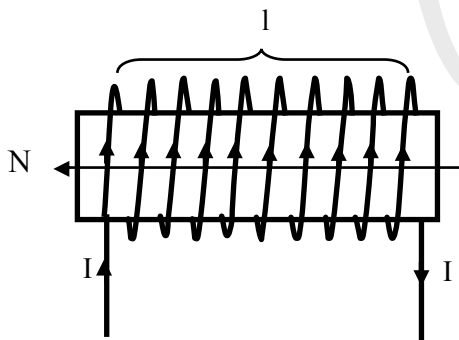


بزرگی میدان مغناطیسی در مرکز پیچ مسطح از رابطه $B = \frac{N\mu_0 I}{2R}$ محاسبه می‌شود. N تعداد حلقه‌های پیچ - شعاع پیچ - I جریانی که از پیچ می‌گذرد. $\hat{\otimes}$: داخل پیچ مانند داخل آهنربا در نظر گرفته می‌شود و میدان مغناطیسی از قطب S به N است.

(پ) میدان در مرکز سیملوله: سیملوله مجموعه‌ای از چند دورسیم است که بصورت فنر پیچیده شده‌است. اگر جریان الکتریکی از سیملوله عبور کند در فضای داخل لوله و دور از لبه‌ها میدان مغناطیسی تقریباً یکنواختی

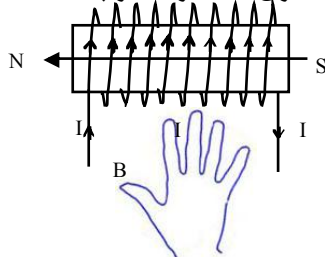
ایجاد می‌شود که از رابطه زیر برای محاسبه آن استفاده می‌شود: $B = \frac{N\mu_0 I}{l}$ یا $B = n\mu_0 I$

N = تعداد حلقه‌های سیملوله - I جریانی که از سیملوله می‌گذرد - l طول سیملوله - $n = \frac{N}{l}$ تعداد دور در واحد طول



جریان به طرف درون صفحه‌ی شکل

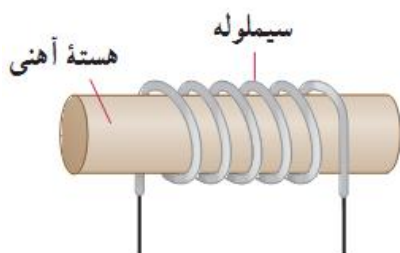
$\hat{\otimes}$: داخل سیملوله مانند داخل آهنربا در نظر گرفته می‌شود و میدان مغناطیسی از قطب S به N است و هر چه حلقه‌ها فشرده و نزدیک به هم باشند شعاع مقطع سیملوله نسبت به طول سیملوله کوچک باشد میدان مغناطیسی داخل سیملوله یکنواخت تر است.



قاعده دست راست: چهار انگشت ماس بر سیملوله در جهت جریان - انگشت شست در جهت میدان

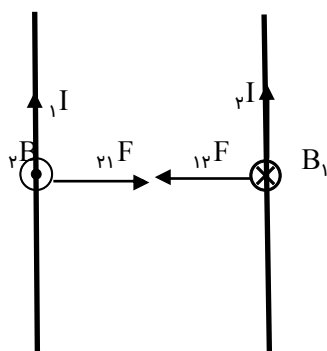
سیملوله آرمانی: اگر قطر حلقه های سیملوله در مقایسه با طول آن، بسیار کوچک و حلقه های آن، خیلی به هم نزدیک باشند به این سیملوله، سیملوله آرمانی می گویند.

آهنربای الکتریکی: اگر یک میله آهنی را درون سیملوله قرار دهیم به آن هسته سیملوله می گویند، وقتی جریان الکتریکی از سیملوله عبور می کند میدان مغناطیسی سیملوله، خاصیت مغناطیسی در هسته آهنی القاء می کند و آن، آهنربا می شود، این آهنربا را آهنربای الکتریکی می گویند.



وجود هسته آهنی باعث تقویت میدان مغناطیسی سیملوله می شود و بدون هسته آهنی میدان مغناطیسی بسیار ضعیفی دارد و عملاً کاربردی ندارد.

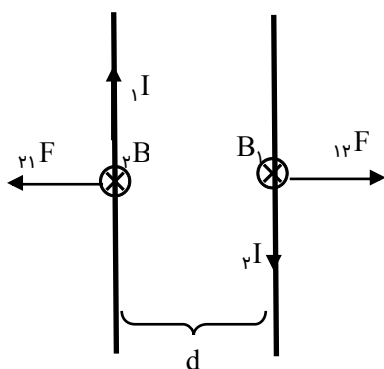
نیروها بین سیم های موازی حامل جریان: اگر دو سیم راست موازی در مجاورت همدیگر باشند هر کدام در میدان مغناطیسی سیم مجاور خود قرار می گیرند و چون خود نیز حامل جریان هستند نیروی الکترومغناطیسی بر آنها وارد می شود.



الف) دو سیم راست موازی با جریانهای همسو:

همانطور که در شکل مقابل می بینید هر سیم در میدان مغناطیسی سیم مجاور قرار گرفته و نیروی متقابل آنها جاذبه است.

طبق قانون سوم نیوتن نیرویی که سیم اول به سیم دوم وارد می کند F_{12} با نیرویی که سیم دوم به سیم اول وارد می کند F_{21} برابر است.



ب) دو سیم راست موازی با جریانهای خلاف سو:

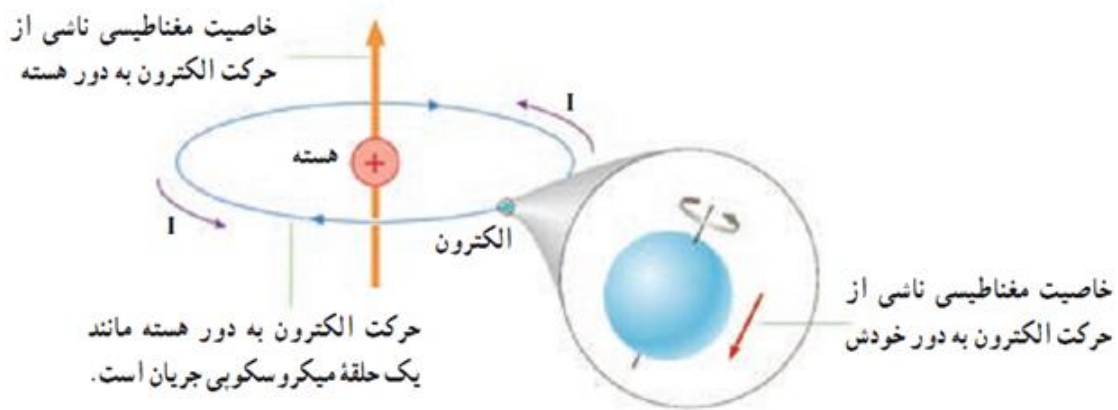
اگر جهت جریانها خلاف سو باشد نیروی متقابل بین دو سیم **دافعه** می باشد.



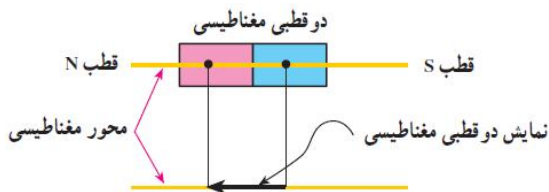
خاصیت مغناطیسی مواد:

آزمایش نشان می دهد هر چه شکستن آهنربا را ادامه دهیم باز هم قطعه های حاصل خاصیت آهنربایی دارند و دو قطب N و S خواهند داشت (قطب مجزای مغناطیسی وجود ندارد) و کوچکترین

ذره‌های تشکیل دهنده آهنرباها (اتمها و مولکولها) نیز آهنربا هستند و دو قطب N و S دارند، این آهنرباهای کوچک را دو قطبی مغناطیسی می‌نامند.

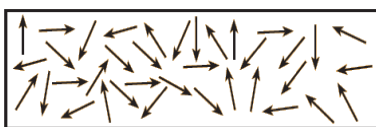


چرخش الکترون به دور هسته و به دور خودش، منشأ خاصیت مغناطیسی اتم است. همان‌طور که دیده می‌شود سهم خاصیت مغناطیسی ناشی از حرکت الکترون‌ها به دور هسته، بسیار بیشتر از سهم ناشی از حرکت الکترون‌ها به دور خودشان است.



محور مغناطیسی: خطی که قطب S دو قطبی مغناطیسی را به قطب N متصل می‌کند.

مواد مغناطیسی: موادی که اتمها یا مولکولهای سازنده آنها خاصیت مغناطیسی دارند.



مواد پارامغناطیسی: در این مواد دو قطبی‌های مغناطیسی سمت‌گیری

مشخص و منظمی ندارند و در اثر میدان مغناطیسی خارجی در جهت میدان

سمت‌گیری می‌کنند و با قویتر شدن میدان تعدادی از دو قطبی‌های مغناطیسی

همسو با میدان می‌شوند، با حذف میدان مغناطیسی، دو قطبی‌های مغناطیسی ماده پارامغناطیس به وضعیت

کاتوره‌ای برمی‌گردند. مانند: اورانیوم - منگنز - پلاتین - آلومینیوم - اکسیژن - اکسید نیتروژن - سدیم.

مواد دیا مغناطیسی: اتمهای این مواد بطور ذاتی فاقد خاصیت مغناطیسی اند. به عبارت دیگر، هیچ یک از

اتمهای این مواد، دارای دو قطبی مغناطیسی خالصی نیستند اما هر گاه در یک میدان مغناطیسی خارجی قرار

گیرد، تحت تاثیر آن میدان، در نظم قرار گرفتن الکترون‌های جفت شده در اوربیتال‌ها تغییری به وجود می

آید. حضور میدان مغناطیسی خارجی، سبب القای دو قطبی‌های مغناطیسی در خلاف سوی میدان مغناطیسی

خارجی در مواد دیا مغناطیسی می‌شود. اثر دیامغناطیسی در موادی مانند: بیسموت، جیوه، نقره، سرب، مس

و کربن (الماس) بهتر نمایان می‌شود.

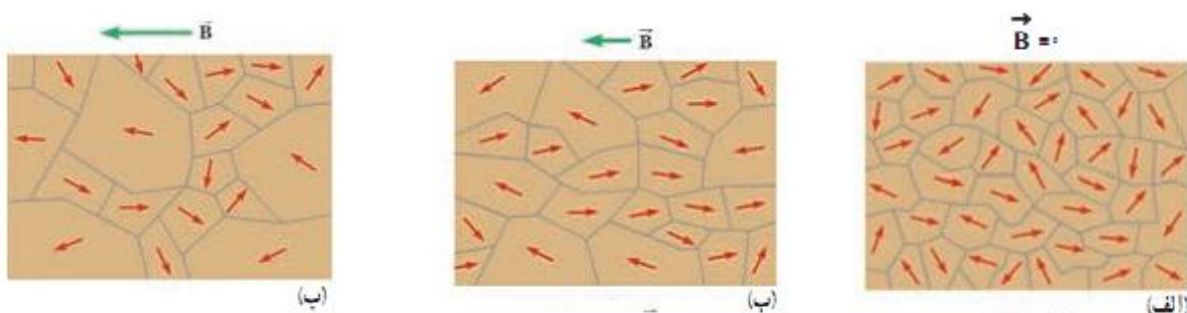


مواد فرومغناطیس: در این مواد دو قطبی‌های مغناطیسی در حوزه‌های مغناطیسی همسوهستند ولی هر حوزه با حوزه مجاور سمت‌گیری متفاوتی دارد.



حوزه‌ی مغناطیس: در مواد فرو مغناطیس بخش‌های کوچکی با ابعاد کمتر از هستند که دو قطبی‌های مغناطیسی درون آن بخش‌ها همسو هستند.

- تأثیر میدان مغناطیسی بر مواد فرو مغناطیس:** در اثر میدان خارجی دو قطبی‌های مغناطیسی با میدان همسو می‌شوند و حوزه‌های مغناطیسی همسورشد می‌کنند و حجمشان بیشتر می‌شود و حوزه‌های ناهمسو کوچک می‌شوند و اگر میدان به اندازه کافی قوی باشد حجم حوزه‌های ناهمسو صفر می‌شود (اشباع).



(الف) ماده فرومغناطیسی در نبود میدان مغناطیسی خارجی ($B = 0$). (ب) ماده فرومغناطیسی در حضور میدان مغناطیسی خارجی ضعیف.
(ب) ماده فرومغناطیسی در حضور میدان مغناطیسی خارجی قوی.

فرومغناطیس نرم: برخی مواد فرو مغناطیس در حضور میدان خارجی به راحتی خاصیت مغناطیسی پیدا می‌کنند و با حذف میدان به سهولت خاصیت مغناطیس خود را از دست می‌دهند، مانند: آهن، کبالت و نیکل.
(آهن ربای موقت)

فرومغناطیس سخت: برخی مواد فرو مغناطیس در حضور میدان خارجی بسختی خاصیت مغناطیسی پیدا می‌کنند و با حذف میدان این خاصیت را حفظ می‌کنند، مانند: فولاد، آلیاژهای دیگر آهن، کبالت و نیکل. (آهنربای دائمی).