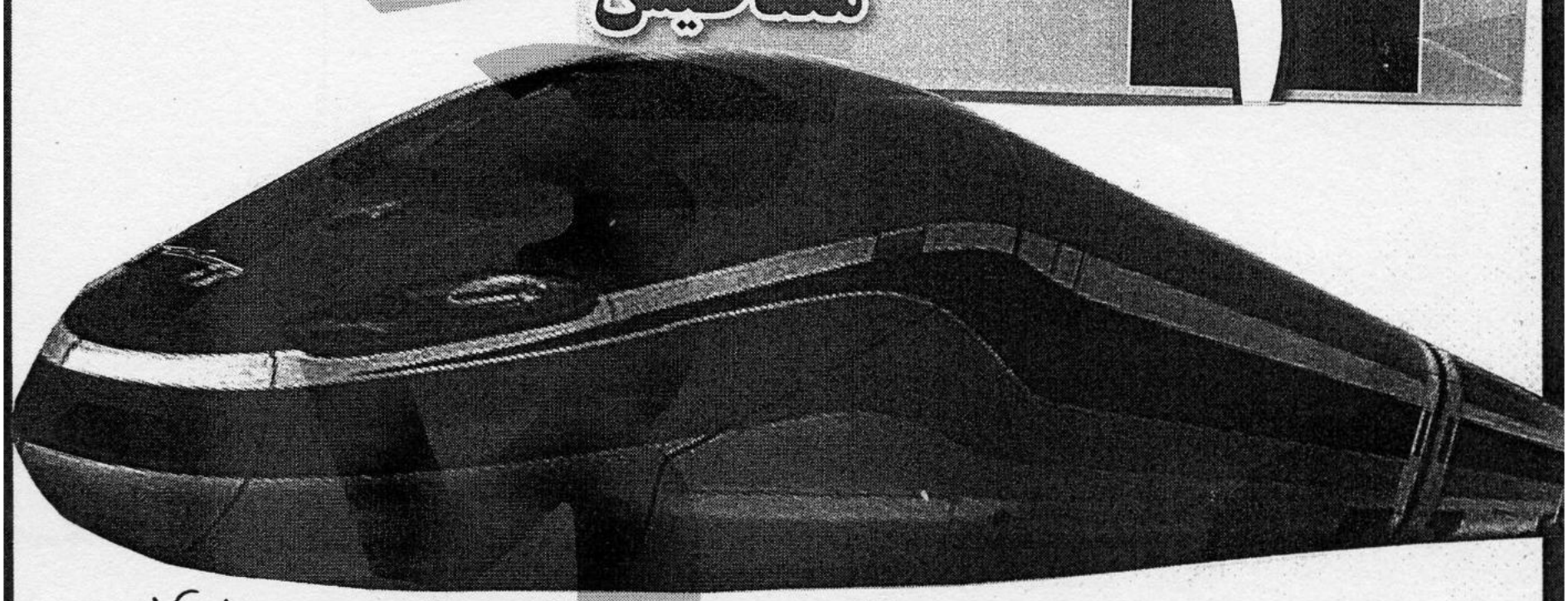
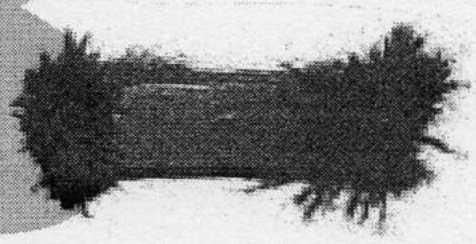
۳ مغناطیس

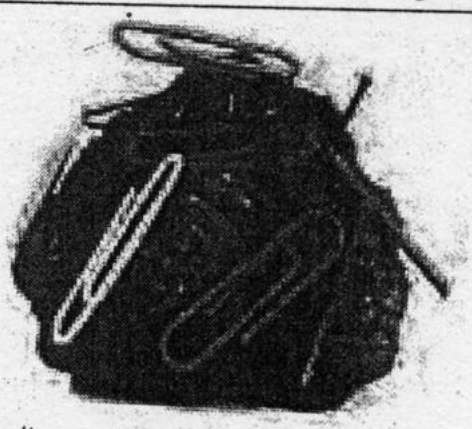


پرواز مغناطیس یا ترابری مگ لو (حرکت قطار در ارتفاع چند سانتی متری از زمین با سرعتی در حدود ۵۰۰ کیلومتر بر ساعت)



شکل ۳ـ۳ در آهنربا، دو ناحیه وجود دارد که خاصیت مغناطیسی در آنجا بسیار بیشتر از قسمت‌های دیگر است.

(قطب آهنربا)



شکل ۳ـ۱ سنگ آهنربای طبیعی. تالس که اغلب از او به عنوان پدر علم یونان یاد می‌شود، مادهٔ کانی مگنتیت Fe_3O_4 را که ویژگی آهنربایی دارد می‌شناخت.

← مغناطیس طبیعی

یکی از روش های ساختن آهنربا

شکل ۳ـ۴ وقتی یکی از قطب‌های یک آهنربای دائمی را چندین بار و در یک جهت به یک سوزن ته‌گرد بکشید، سوزن برای مدتی دارای خاصیت مغناطیسی می‌شود.

کاربرد مغناطیس و آهنربا در جنبه‌های مختلف زندگی بشر، رشدی روزافزون دارد. فراتر از یک قرن، ضبط صدا و تصویر روی محیط‌هایی انجام می‌گرفت که مغناطیس در آنها نقش اصلی داشت. اگرچه فنّاوری دیجیتال به میزان زیادی جایگزین ضبط مغناطیسی به شیوه‌های سنتی شده‌است، با وجود این، ذخیرهٔ اطلاعات به‌صورت صفر و یک، هنوز هم در بیشتر روش‌ها به محیط‌های مغناطیسی وابسته است.

مغناطیس و آهنرباها همچنین در بلندگوها، گوشی‌های تلفن همراه، رایانه‌ها، کارت‌های بانکی، موتورهای الکتریکی، یخچال‌ها، و اغلب سامانه‌های هشدار و ایمنی کاربرد دارد. پزشکی امروز نیز در تشخیص بیماری‌ها به کمک دستگاه‌هایی از قبیل ام‌آرآی (MRI)، بهرهٔ فراوانی از مغناطیس و آثار آن می‌برد.

چند کاربرد مغناطیس را برشمارید؟

معمولاً ذخیره داده‌ها در روش صفر و یک بر چه مبنائی است؟ به کمک مغناطیس

← یکی از روش‌های تشخیص در پزشکی

دانلود از اپلیکیشن

۳ـ۱ مغناطیس و قطب‌های مغناطیسی

آثار مغناطیسی دست‌کم ۲۵۰۰ سال پیش در تکه‌هایی از سنگ آهن مغناطیسی شده در نزدیکی شهر باستانی مگنسیا (که نام امروزی آن مانیسا و در غرب ترکیه واقع است) مشاهده شد. این تکه‌ها نمونه‌هایی هستند از چیزی که امروزه آهنربای دائمی خوانده می‌شود (شکل ۳ـ۱). چینی‌های باستان نیز با ویژگی‌های مغناطیسی برخی از سنگ‌های آهنربایی آشنایی داشتند و از آنها در ساخت قطب‌نما برای جهت‌یابی استفاده می‌کردند (شکل ۳ـ۲).

در علوم هشتم دیدید که هرگاه آهنربایی را درون ظرف محتوی برادهٔ آهن فرو ببریم، براده‌های آهن به مقدار زیادی جذب ناحیه‌های خاصی از آهنربا می‌شوند. این ناحیه‌ها را قطب‌های مغناطیسی یا قطب‌های آهنربا می‌نامند (شکل ۳ـ۳).

(قطب مغناطیس یا آهنربائی)

قدمت شناخت مغناطیس * اولین شهری که سنگ آهنربای طبیعی پیدا شد * استفاده از قطب‌نما * قطب مغناطیسی (آهنربائی)

پرسش ۳ـ۱

فرض کنید دو میلهٔ کاملاً مشابه، یکی از جنس آهن و دیگری آهنربا در اختیار دارید. باگفت‌وگو در گروه خود، روشی را پیشنهاد کنید که با استفاده از آن و بدون استفاده از هیچ وسیلهٔ دیگر، بتوان میله‌ای را که از جنس آهنرباست مشخص کرد.

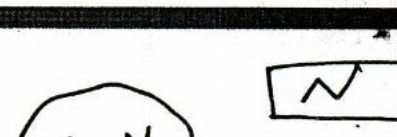
با فرض اینکه آن میلهٔ آهنربا فقط دو قطب دارد

وسط آن میله خاصیت بسیار ضعیف دارد

هنگامی که یک آهنربای دائمی برای چندین بار و در یک جهت به یک سوزن خیاطی یا سوزن ته‌گرد کشیده شود، سوزن نیز برای مدتی آهنربا می‌شود (شکل ۳ـ۴). اگر این سوزن را به آرامی روی سطح آب درون ظرفی شناور کنیم، یا آن را توسط ریسمانی از وسط آن بیاویزیم که بتواند آزادانه بچرخد، یک سر آن تقریباً به سوی شمال جغرافیایی قرار می‌گیرد. این سر را *قطب شمال* یا قطب N و سر دیگر را *قطب جنوب* یا قطب S می‌نامند.

ممکن است مفهوم قطب‌های مغناطیسی به نظر، مشابه مفهوم بارهای الکتریکی باشد و قطب‌های شمال و جنوب، مشابه بارهای مثبت و منفی به نظر بیاید؛ ولی این مشابهت می‌تواند گمراه کننده باشد. بارهای مثبت و منفی مجزا وجود دارند، در حالی که هیچ‌گونه تجربه‌ای نشان نداده که قطبی مغناطیسی وجود ندارد؛ قطب‌های مغناطیسی همواره به‌صورت زوج ظاهر می‌شوند.

* یکی از روش های تولید آهنربا
* یک قطب نمای ساده
* یک روش برای تشخیص قطب آهنربا
* مهمترین تفاوت قطب الکتریکی و قطب مغناطیسی



تک قطبی مغناطیسی نداریم

⊕ ⊖ تک قطبی الکتریکی داریم

دانلود از اپلیکیشن

پرسش ۳ـ۲

۱ـ دریافت خود را از شکل الف بیان کنید.

۲ـ در علوم هشتم با پدیدهٔ القای مغناطیسی آشنا شدید. با توجه به شکل ب این پدیده را توضیح دهید و بیان کنید چرا در پدیدهٔ القای مغناطیسی همواره جذب وجود دارد؟

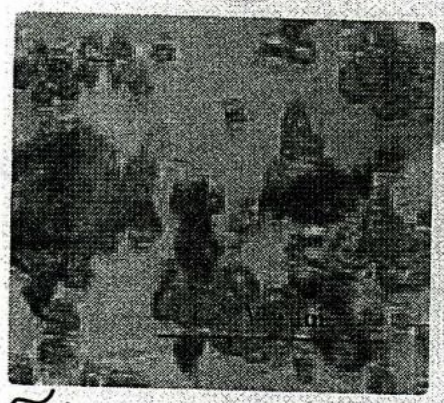
وقتی آهنربا را می‌شکنند دو قطب ناهمنام کنار هم

القای مغناطیسی

اگر به شکستن ادامه دهیم وقتی به مولکول‌ها برسیم باز هم هر قطعه یک آهنربای کامل است

در پدیده القا همواره دو قطب ناهمنام کنار هم تولید می‌شوند

فنّاوری و کاربرد: نانو ذرّه‌های مغناطیسی برای درمان



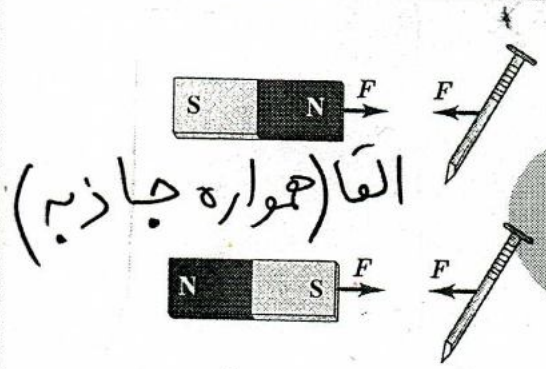
لکه‌های تیره در تصویر میکروسکوپی روبه‌رو، یاخته‌های سرطانی‌اند که از توموری جدا شده‌اند و خطر پخش آنها در سرتاسر بدن بیمار وجود دارد. در یک روش تجربی برای مبارزه با این یاخته‌ها از ذرّه‌های یک مادهٔ مغناطیسی استفاده می‌شود که به بدن تزریق می‌شوند. این ذرّه‌ها با مادهٔ شیمیایی خاصی پوشیده شده‌اند که به‌طور هدفمند به یاخته‌های سرطانی متصل می‌شوند. سپس با استفاده از یک آهنربا در بیرون از بدن بیمار، این ذرّه‌ها (که در شکل به رنگ قهوه‌ای نشان داده شده است) بیرون «رانده» می‌شوند و یاخته‌های سرطانی را با خود می‌برند.

ذرات مغناطیسی به سلول‌های سرطانی می‌چسبند و با آهنربا جمع آوری می‌شوند

۳ـ۲ میدان مغناطیسی

را تعریف کنید (بردار است یا نرده؟)

هرگاه آهنربایی را به یک میخ آهنی نزدیک کنید می‌بینید که میخ به طرف آهنربا حرکت می‌کند و به سمت آن جذب می‌شود (شکل ۳ـ۵). مشابه آنچه دربارهٔ اجسام باردار دیدید، برای توجیه این پدیده می‌گوییم در فضای اطراف آهنربا میدان مغناطیسی وجود دارد که سبب جذب میخ شده است. میدان مغناطیسی نیز مانند میدان الکتریکی که در فصل ۱ با آن آشنا شدید، کمیتی برداری است و آن را با نماد $\vec{B}$ نمایش می‌دهیم.

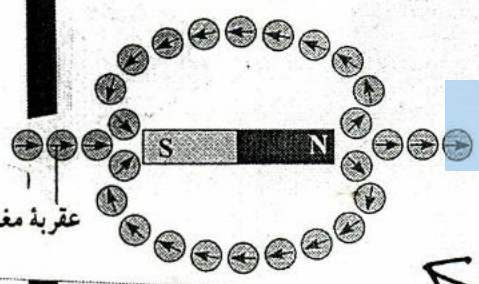


شکل ۳ـ۵ در فضای اطراف آهنربا میدان مغناطیسی وجود دارد به طوری که هر جسم آهنی مانند میخ را به سوی خود جذب می‌کند.

القا (همواره جاذبه)

میدان مغناطیسی بردار است، جهت و اندازه و یکا دارد

به کمک عقربهٔ مغناطیسی می‌توان جهت میدان مغناطیسی را در هر نقطه از فضای اطراف یک آهنربا تعیین کرد (شکل ۳ـ۶ الف). بنا به تعریف، بردار میدان مغناطیسی در هر نقطه از فضای پیرامون یک آهنربا در جهتی است که وقتی عقربهٔ مغناطیسی در آن نقطه قرار می‌گیرد، قطب N عقربه، آن جهت را نشان می‌دهد



جهت میدان مغناطیسی چگونه تعیین می‌گردد؟

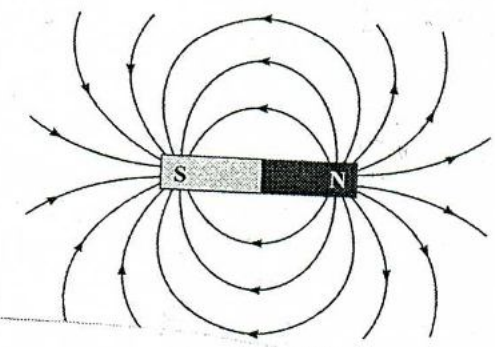
S → N

دانلود از اپلیکیشن پادرس

. با تعیین جهت میدان مغناطیسی در هر نقطه از فضای اطراف آهنربا، می‌توان همان‌گونه که برای میدان الکتریکی انجام دادیم، خط‌های میدان مغناطیسی را رسم کنیم. شکل ۳ـ۶ ب خط‌های میدان مغناطیسی را در اطراف یک آهنربای میله‌ای نشان می‌دهد. این خط‌ها از آهنربا می‌گذرند و هریک از آنها یک حلقهٔ بسته را تشکیل می‌دهند. افزون بر اینها، خط‌های میدان مغناطیسی در نزدیکی قطب‌ها به یکدیگر نزدیک‌ترند.

بزرگی خطوط میدان مغناطیسی

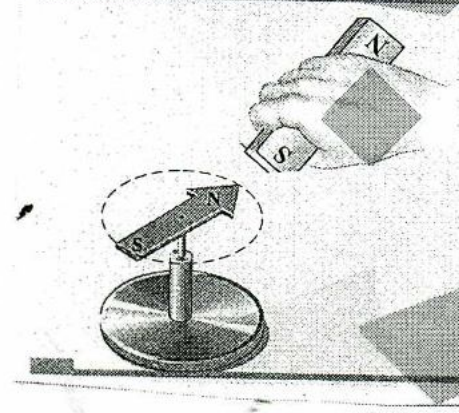
* از یک نقطه فقط یک خط می گذرد
* هرجا متراکم شوند میدان قوی تر است



* از N خارج
* به S وارد
* خطوط بسته اند
* همدیگر را قطع نمی کنند
* خطوط درون از S به N

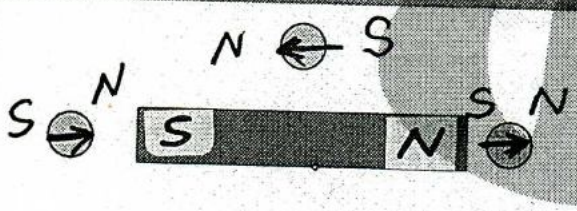
فعالیت ۳ـ۱

یکی از قطب‌های یک آهنربای میله‌ای را به یک عقربهٔ مغناطیسی نزدیک کنید (شکل روبه‌رو). آنچه را می‌بینید توضیح دهید. با دور کردن آهنربا از قطب‌نما چه اتفاقی می‌افتد؟ دلیل آن را شرح دهید. درصورتی که قطب‌نما در اختیار ندارید، یک سوزن ته‌گرد مغناطیسی شده را روی سطح آب، درون ظرفی شناور سازید. به این ترتیب، سوزن ته‌گرد مانند عقربهٔ مغناطیسی یک قطب‌نما رفتار می‌کند.



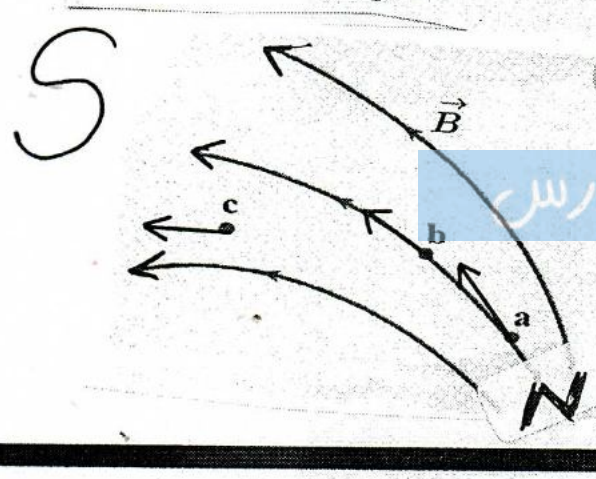
اگر نیروی جاذبه مشاهده شود نمی توان مطمئن بود که هردو وسیله آهنربا هستند، سرمیله را جابه جا می کنیم اگر نیروی دافعه مشاهده شود یعنی هردو آهنربا هستند و قطب های همنام روبروی هم

پرسش ۳ـ۳



۱ـ شکل روبه‌رو، یک آهنربای میله‌ای و تعدادی عقربهٔ مغناطیسی را نشان می‌دهد. (الف) کدام سر آهنربا قطب N و کدام سر قطب S است؟
(ب) جهت‌گیری عقربه‌های مغناطیسی را در دیگر مکان‌های روی شکل تعیین کنید.

۲ـ شکل روبه‌رو، خط‌های میدان مغناطیسی در ناحیه‌ای از فضا را نشان می‌دهد. بردار میدان مغناطیسی را در هر یک از نقطه‌های روی شکل رسم کنید. به اندازه و جهت بردار میدان در هر نقطه توجه کنید.

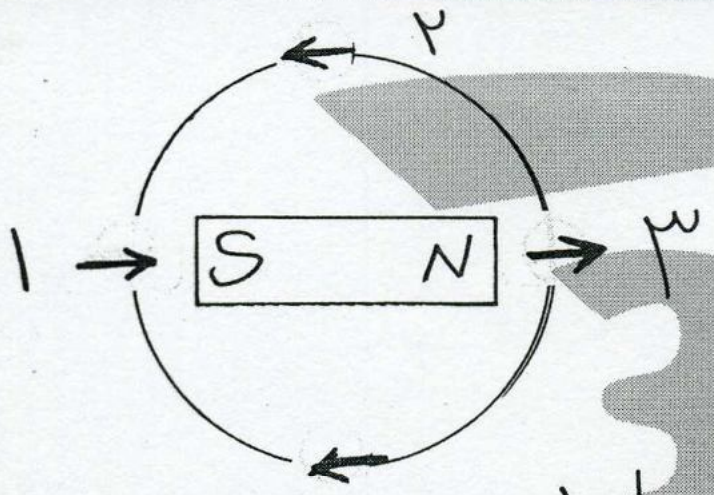


دانلود از اپلیکیشن پادرس

بردار میدان در هر نقطه بر خط میدان مماس است

عقیل اسکندری

فعالیت ۳ـ۲



یک آهنربای میله‌ای را روی سطح افقی میزی قرار دهید. یک قطب‌نما یا عقربهٔ مغناطیسی را مقابل یکی از قطب‌های آهنربا قرار دهید. روی مسیری دایره‌ای شکل دور آهنربا، عقربه را به آرامی حرکت دهید (شکل روبه‌رو). بررسی کنید پس از یک دور حرکت، عقربه چند درجه می‌چرخد.

عقربه ۲ و ۱ یک ربع دایره فاصله دارند ولی نسبت به هم صد و هشتاد درجه گردش دارند پس هر یک ربع دایره ⇐ ۱۸۰° ⇐ یک دایره = ۴×۱۸۰ = ۷۲۰°

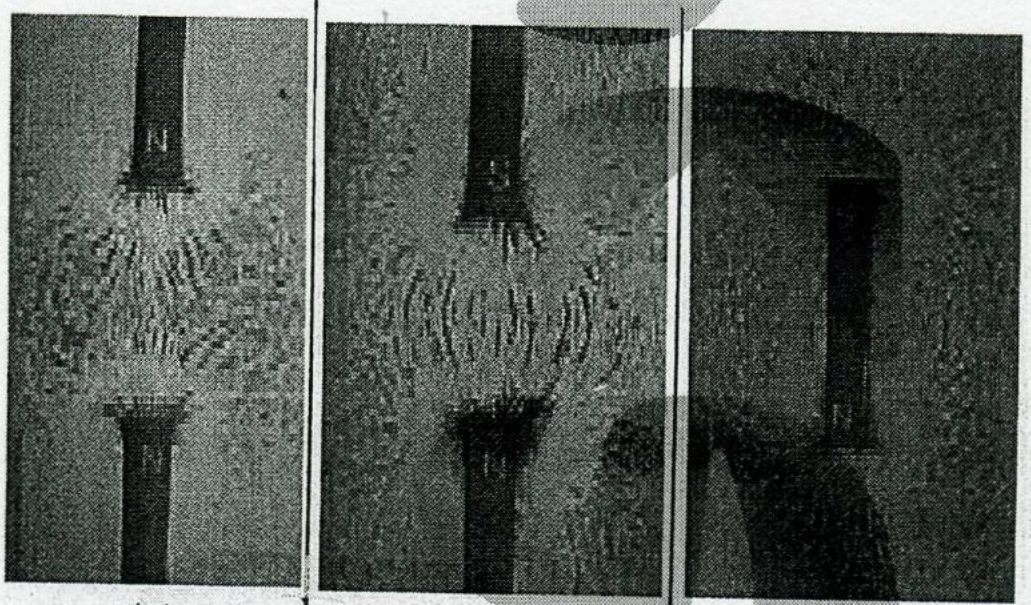
آزمایش ۳ـ۱

هدف: مشاهدهٔ طرح خط‌های میدان مغناطیسی با استفاده از برادهٔ آهن

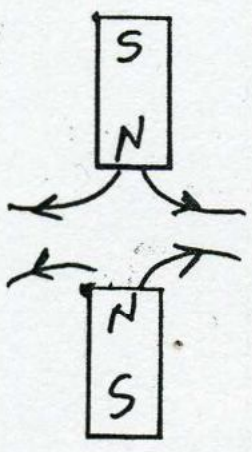
وسیله‌های مورد نیاز : آهنربای میله‌ای (دو عدد)، برادهٔ آهن، یک ورقهٔ شیشه‌ای یا مقوایی، نمک پاش (یا وسیلهٔ دیگری برای پاشیدن برادهٔ آهن) و دوربین برای عکس گرفتن از نتیجهٔ آزمایش (اختیاری)

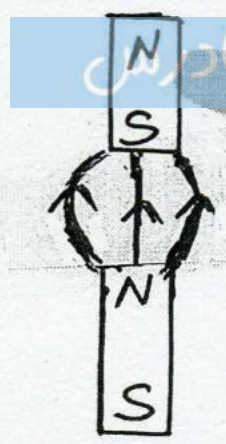
شرح آزمایش :

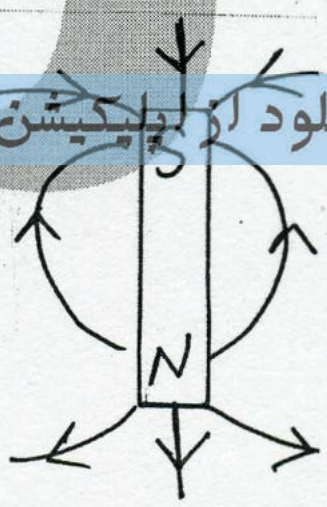
- یکی از آهنرباهای میله‌ای را روی میز قرار دهید و صفحهٔ شیشه‌ای (یا مقوایی) را روی آن بگذارید.
- به کمک نمک پاش، کمی برادهٔ آهن را به طور یکنواخت روی شیشه (مقوا) بپاشید.
- چند ضربهٔ آرام به صفحهٔ شیشه‌ای بزنید تا براده‌های آهن در راستای خط‌های میدان مغناطیسی قرار گیرند. طرحی که روی صفحهٔ شیشه‌ای پدیدار می‌شود، نقشه‌ای از خط‌های میدان مغناطیسی یک آهنربای میله‌ای است (شکل الف).
- مراحل بالا را برای دو آهنربای میله‌ای که به‌ترتیب : قطب‌های ناهمنام و قطب‌های همنام آنها به یکدیگر نزدیک‌اند انجام دهید (شکل‌های ب و پ).

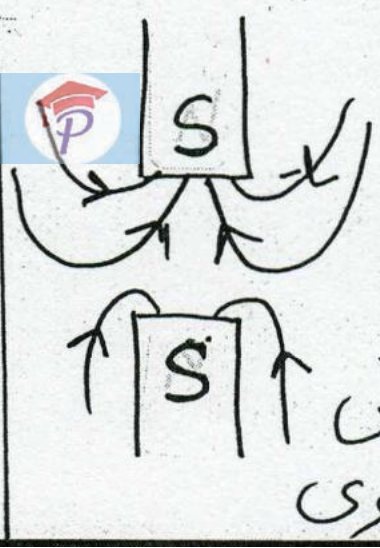


(پ) (ب) (الف)







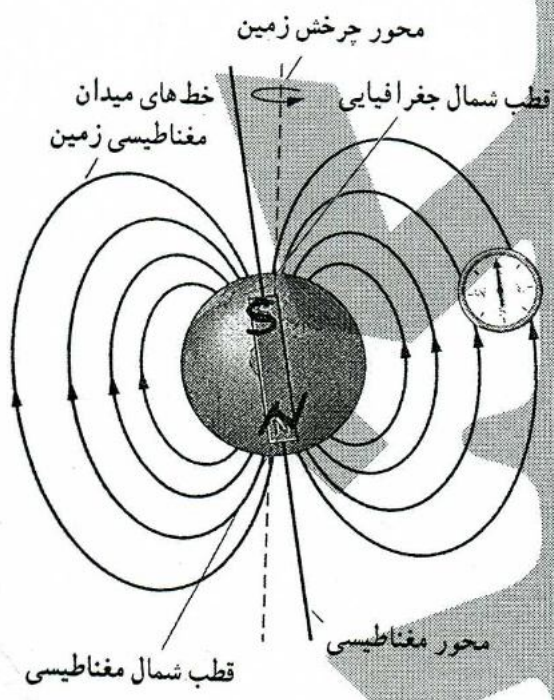


طرحی از دو آهنربا هم نام ولی غیر مساوی

دانلود از اپلیکیشن پادرس

* رفتار آهنربائی زمین چگونه است؟ * آیا قطب‌های مغناطیسی و جغرافیائی زمین برهم منطبق هستند؟ * آیا قطب شمال جغرافیائی و شمال مغناطیسی نزدیک هم هستند؟ * آیا قطب های مغناطیسی در بازه های زمانی مکانی ثابت دارند؟ * زاویه انحراف چیست؟

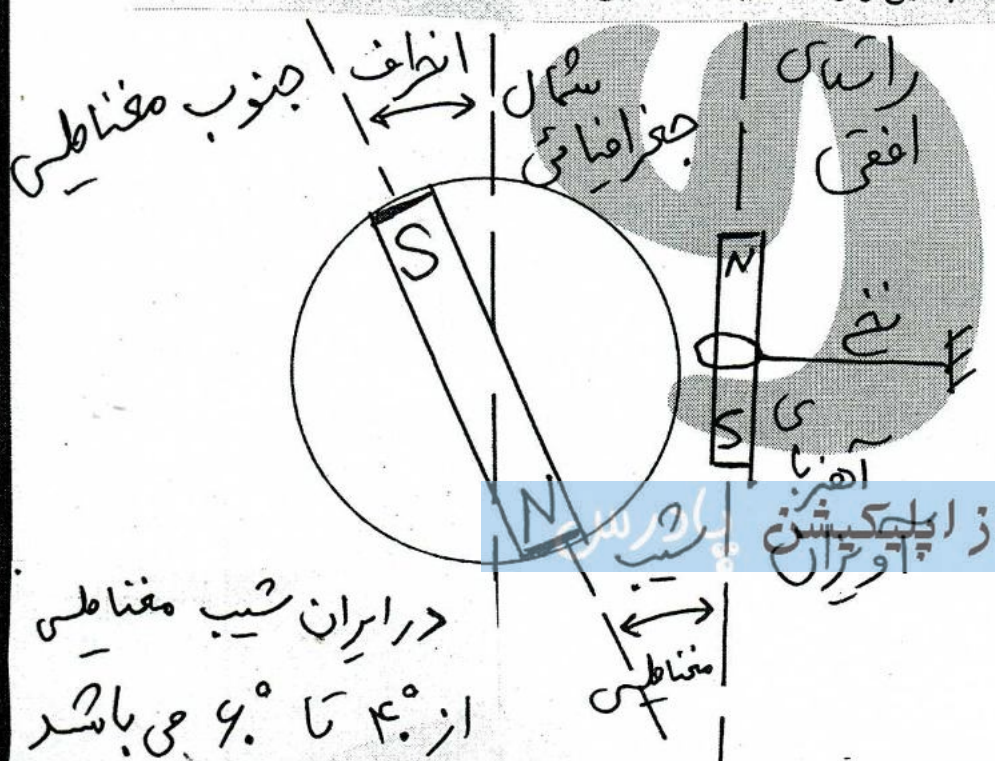
میدان مغناطیسی زمین: زمین مانند یک آهنربای بسیار بزرگ رفتار می‌کند و طرح خط‌های میدان مغناطیسی آن مانند طرح خط‌های آهنربای میله‌ای بزرگی است که در نزدیکی مرکز زمین قرار دارد و قطب شمال آن در نزدیکی قطب جنوب جغرافیایی زمین است (شکل ۳ـ۷). نشان دادن خط‌های میدان مغناطیسی زمین به صورت خط‌های میدان یک آهنربای میله‌ای، تنها یک مدل ساده از ساختار پیچیده و ناشناختهٔ عوامل ایجاد میدان مغناطیسی زمین است. شواهد زمین‌شناختی نشان می‌دهند که جهت این میدان در بازه‌های زمانی نامنظم از ده هزار تا یک میلیون سال به‌طور کامل وارون می‌شود. قطب‌های مغناطیسی زمین بر قطب‌های جغرافیایی آن منطبق نیستند. در واقع، قطب‌های مغناطیسی و جغرافیایی زمین فاصلهٔ نسبتاً زیادی از یکدیگر دارند؛ مثلاً قطب جنوب مغناطیسی تقریباً در فاصلهٔ ۱۸۰۰ کیلومتری قطب شمال جغرافیایی قرار دارد. این بدان معناست که عقربهٔ مغناطیسی قطب‌نما درجهت شمال واقعی جغرافیایی قرار نمی‌گیرد و تا حدودی از شمال جغرافیایی انحراف دارد.

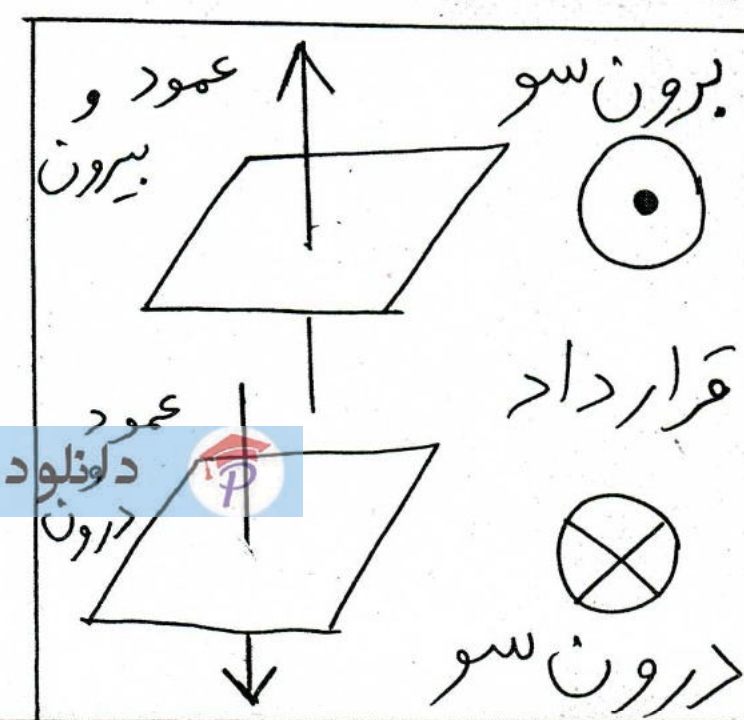


شکل ۳ـ۷ طرح ساده‌ای از میدان مغناطیسی زمین. عقربهٔ مغناطیسی قطب‌نما در هر نقطه در امتداد خط‌های این میدان قرار می‌گیرد.

فعالیت ۳ـ۳

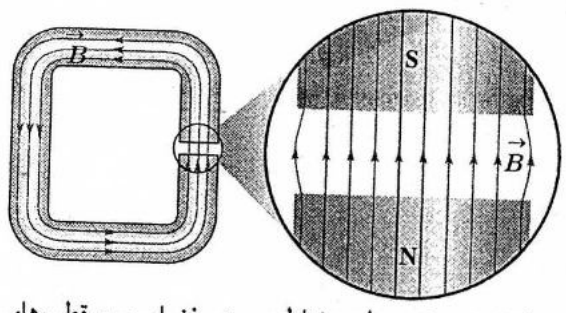
وقتی یک سوزن مغناطیسی شده یا یک عقربهٔ مغناطیسی را از وسط آن آویزان می‌کنیم در بیشتر نقاط زمین، به طور افقی قرار نمی‌گیرد و امتداد آن با سطح افقی زمین زاویه می‌سازد. به این زاویه، شیب مغناطیسی گفته می‌شود.





دانلود از اپلیکیشن پادرس

میدان مغناطیسی یکنواخت: هرگاه در نقاط مختلف ناحیه‌ای از فضا جهت و اندازهٔ میدان مغناطیسی یکسان باشد، در این صورت میدان مغناطیسی را در آن ناحیه یکنواخت می‌گویند. ایجاد میدان مغناطیسی یکنواخت در ناحیهٔ بزرگی از فضا بسیار دشوار و در عمل امکان‌ناپذیر است. با این وجود، می‌توان در ناحیهٔ کوچکی از فضا، مانند ناحیهٔ بین قطب‌های یک آهنربای C شکل[۲]، میدان مغناطیسی یکنواخت ایجاد کرد (شکل ۳ـ۸). (و درون سیملوله بیا رو بلند)



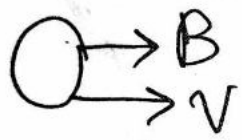
شکل ۳ـ۸ میدان مغناطیسی در فضای بین قطب‌های یک آهنربای C شکل با تقریب خوبی یکنواخت است.

نیروی مغناطیسی وارد بر ذرهٔ باردار به چه چیزهایی بستگی دارد؟
با حاصلضرب مقدار بار (q) و اندازهٔ سرعت بار (v) و اندازهٔ میدان مغناطیسی (B) و سینوس زاویهٔ بین بردار سرعت و بردار میدان رابطه دارد.

$$F = qvB\sin\theta$$

(تسلا)(متر/ثانیه)(کولن) = (نیوتون)

آیا بر هر ذرهٔ باردار متحرک در میدان مغناطیسی نیروی وارد می‌شود؟ خیر
نباید B و v هم راستا باشند

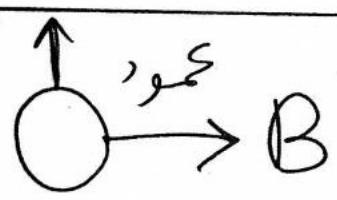


موازی
$\theta = 0$
$\sin 0 = 0$

پادموازی $\theta = 180$
$\sin 180 = 0$

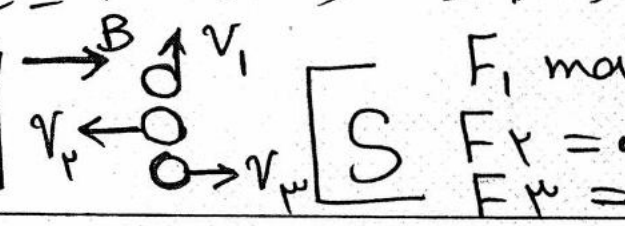
$F = 0$

در چه صورت نیروی مغناطیسی وارد بر ذره باردار متحرک بیشینه است؟



$\theta = 90 \rightarrow \sin 90 = 1$

$F_{max} = qvB$

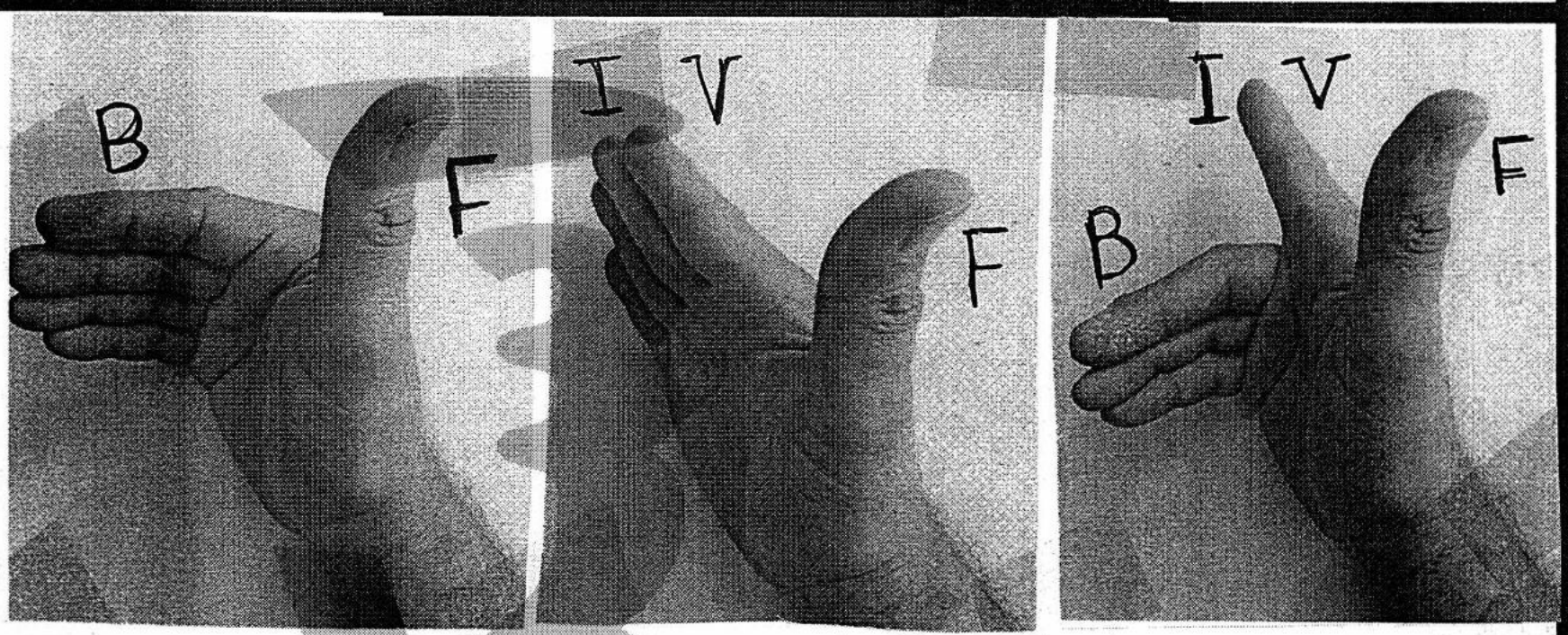


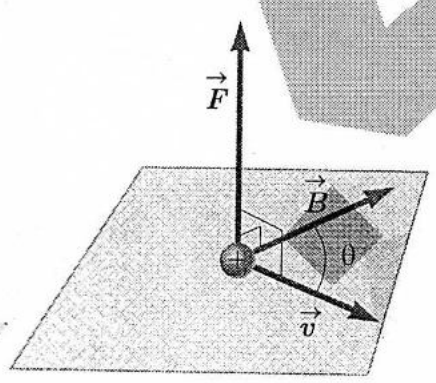
نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان به چه چیزهایی بستگی دارد؟
با حاصلضرب شدت جریان (I) و طول سیم (L) و اندازهٔ میدان (B) و سینوس زاویهٔ راستای سیم و میدان رابطه دارد.

$$F = ILB\sin\theta$$

(تسلا)(متر)(آمپر) = (نیوتون)

دانلود از اپلیکیشن پادرس



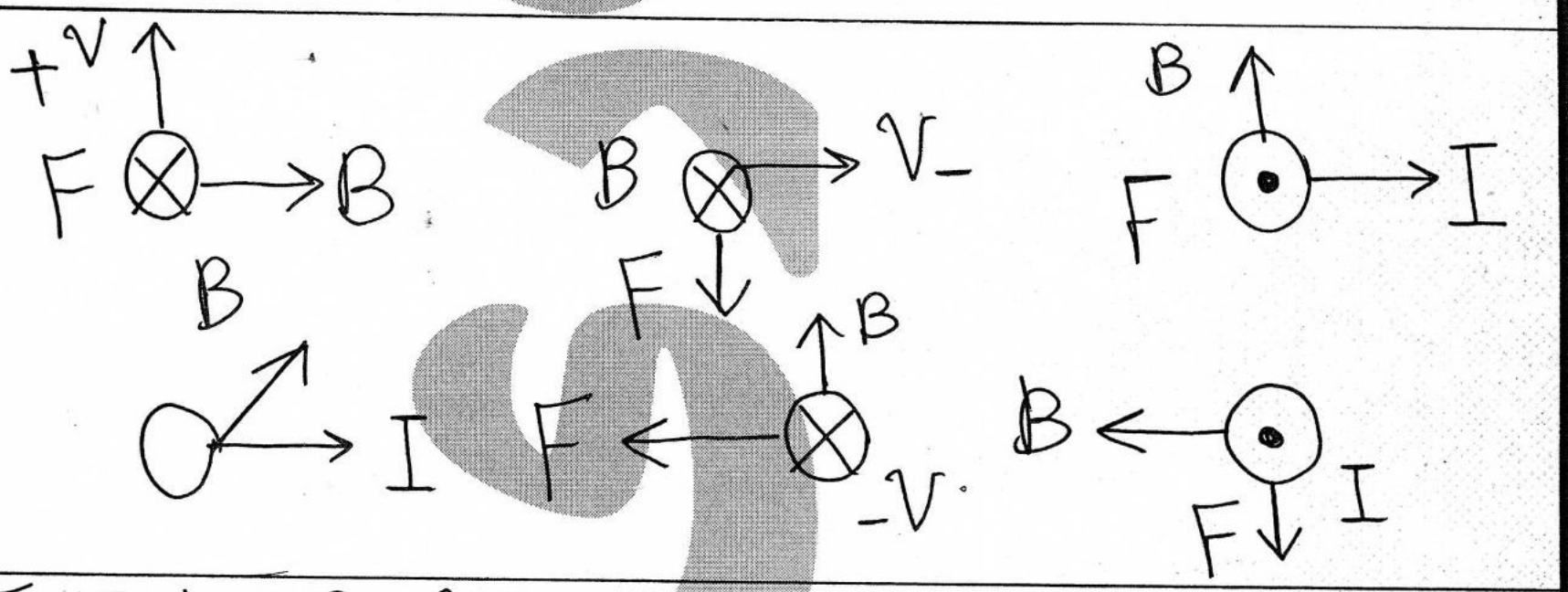


شکل ۳ـ۱۰ نیروی $\vec{F}$ بر هر دو بردار $\vec{v}$ و $\vec{B}$ عمود است. به عبارت دیگر، نیروی مغناطیسی بر صفحه‌ای که توسط سرعت و میدان مغناطیسی تشکیل می‌شود عمود است.

F حتماً بر V و حتماً بر B عمود است

F حتماً بر I و حتماً بر B عمود است

زاویه V و B یا I و B متغیر است به جز صفر درجه و صد و هشتاد درجه



نشان دهید نیروی وارد بر سیم حامل جریان

$F = I\,L\,B\sin\theta$

و بار متحرک در واقع یک رابطه می‌باشند؟

$F = \frac{q}{t}\,L\,B\sin\theta$

دانلود از اپلیکیشن پاذرس

$F = q\,\frac{L}{t}\,B\sin\theta \qquad \left(I = \frac{N}{Am} = \frac{NS}{cm}\right)$

$F = qVB\sin\theta$

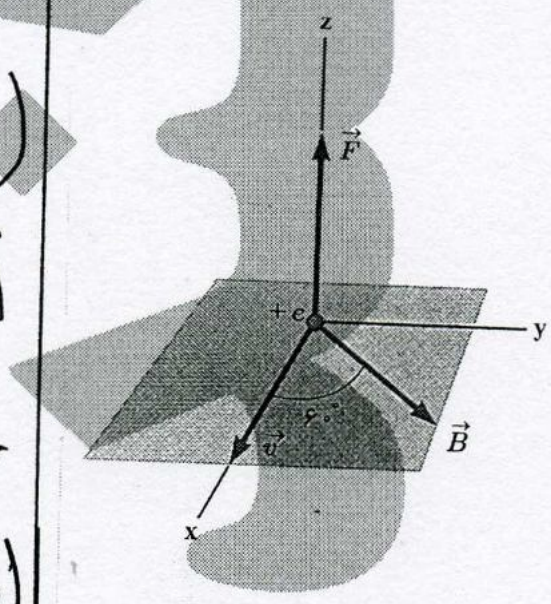
تبدیل های مهم فصل (تسلا) $1\,T = 10^{4}\,G$ (گاوس)

$1\,mm = 10^{-3}\,m$ و $1\,\mu C = 10^{-6}\,C$ و $1\,cm = 10^{-2}\,m$

تسلا یکای بزرگی است و در برخی موارد از یکای قدیمی(غیر SI) و کوچک‌تری به نام گاوس (با نماد G) استفاده می‌کنند به طوری‌که داریم $1T=10^{4}G$. اندازهٔ میدان مغناطیسی زمین در نزدیکی سطح زمین در قطب‌ها بیشترین (۰/۶۵ G) و در استوا کمترین (۰/۲۵ G) است. بزرگی میدان مغناطیسی در نزدیکی آهنرباهای میله‌ای کوچک حدود ۰/۰۱ تا ۰/۱ تسلا است. همچنین بزرگ‌ترین میدان مغناطیسی مداوم[1] که امروزه در آزمایشگاه تولید شده، حدود ۴۵ تسلا است.

مثال ۳ـ۱

ذرّه‌ای با بار $q=-4/0\,nC$ و با تندی $v=20\,m/s$ در جهتی حرکت می‌کند که با میدان مغناطیسی یکنواخت $B=120\,G$ زاویهٔ $\theta=60^\circ$ می‌سازد (شکل روبه‌رو). اندازهٔ نیروی مغناطیسی وارد بر این ذرّه را حساب کنید.



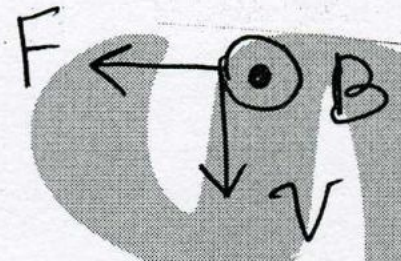
پاسخ : با توجه به فرض‌های مسئله داریم :

$$|q| = +4/0\times10^{-9}\,C\ ,\ v = 20\,m/s\ ,$$
$$B = 120\times10^{-4}\,T\ ,\ \theta = 60^\circ$$

با قرار دادن داده‌های بالا در رابطهٔ ۳ـ۱ داریم :

$$F=|q|vB\sin\theta$$
$$=(4/0\times10^{-9}\,C)(20\,m/s)(120\times10^{-4}\,T)\sin 60^\circ \approx 8/3\times10^{-6}\,N$$

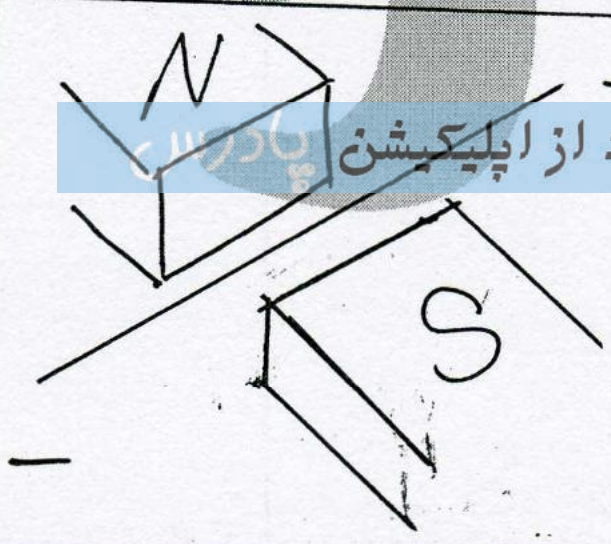
الکترونی عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی در حرکت است. با توجه به شکل،



جهت میدان $\vec{B}$ کدام است؟

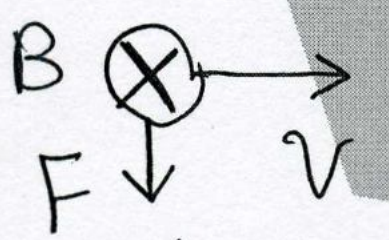
☐ بالا ☐ راست ☐ درون‌سو ☑ برون‌سو

دانلود از اپلیکیشن پادرس



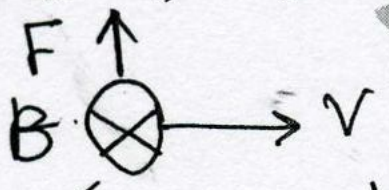
مثال)

اگر ذرهٔ بتا بود



(بتا = الکترون منفی)

اگر ذرهٔ پوزیترون



(پوزیترون = الکترون مثبت)

آلفا (بار ۲+)

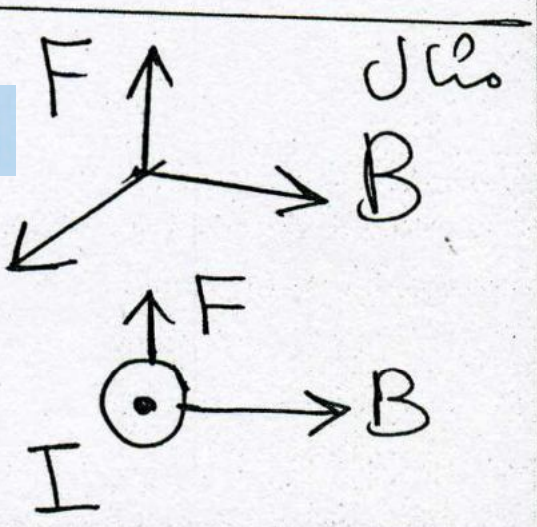
(۲ پروتون و ۲ نوترون)

گاما (بی بار)

(موج الکترومغناطیسی)

فوتون

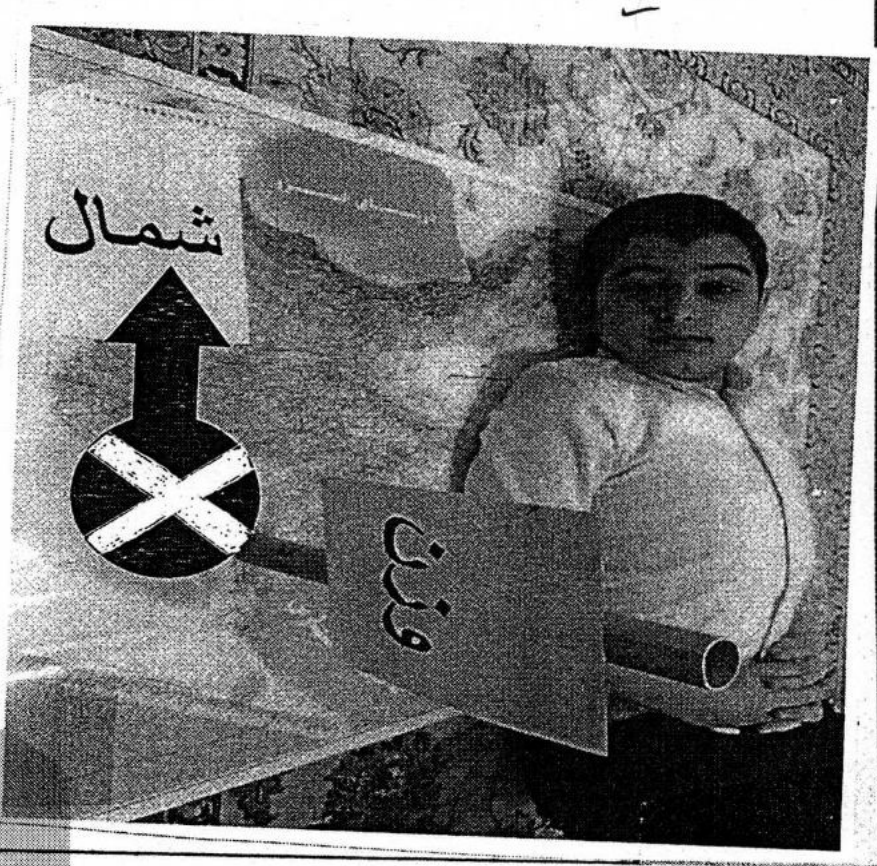
نوترون (بی بار)



یکی از قراردادهای مهم تعیین شمال جغرافی و وزن است

این فرد روی نقشه در راستای شمال ـ جنوب دراز کشیده و سر او به طرف شمال است بنابراین وزنش درونسو است

این فرد نشسته و به شمال نگاه می‌کند بنابراین شمال درونسو و وزن به پائین است



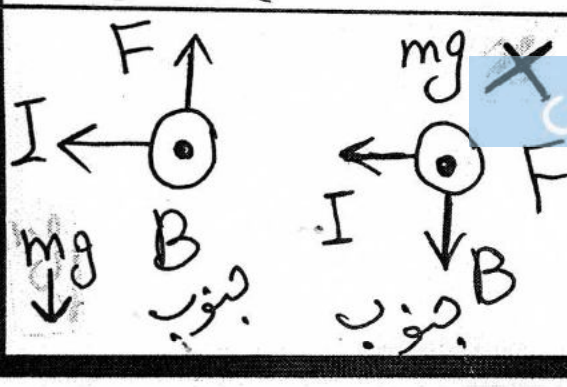
سیمی به طول ۲۰ cm و جرم ۰/۴ g دارای جریان ۰/۵ A به طرف غرب است حداقل چه میدانی و در چه جهتی وارد شود تا سیم معلق گردد؟

F_{max} غلبه بر وزن → معلق → $F = mg \rightarrow ILB = mg$

(حداقل میدان $\theta = 90^\circ$)

$$B = \frac{0.4 \times 10^{-3} \times 10}{0.5 \times 0.2}$$

$$B = 0.04\ T$$



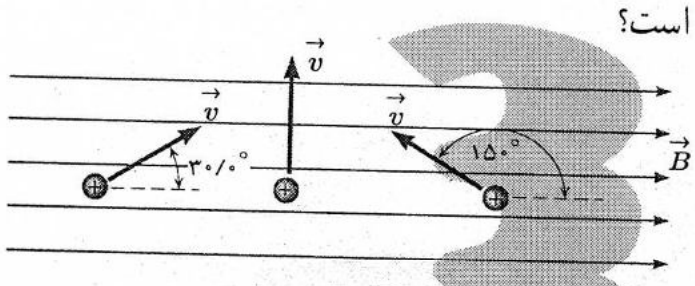
باید F را ایجاد کند تا mg را خنثی کند در خلاف جهت آن

دانلود از اپلیکیشن پادرس

تمرین ۳ـ۱

۱ـ بر پروتونی که با زاویهٔ $\theta=۳۰^\circ$ نسبت به میدان مغناطیسی یکنواختی به اندازهٔ $B=۳۲۰\,G$ در حرکت است نیرویی به‌اندازهٔ $F=۵/۱۲\times۱۰^{-۱۴}\,N$ وارد می‌شود. تندی پروتون چند کیلومتر بر ثانیه است؟

۲ـ سه ذرّه، هر کدام با بار $q=۶/۱۵\,\mu C$ و تندی $v=۴۶\,m/s$، در میدان مغناطیسی یکنواختی به‌اندازهٔ $B=۰/۱۶۵\,T$ در حرکت‌اند (شکل روبه‌رو). اندازهٔ نیروی وارد بر هر ذرّه را حساب کنید.

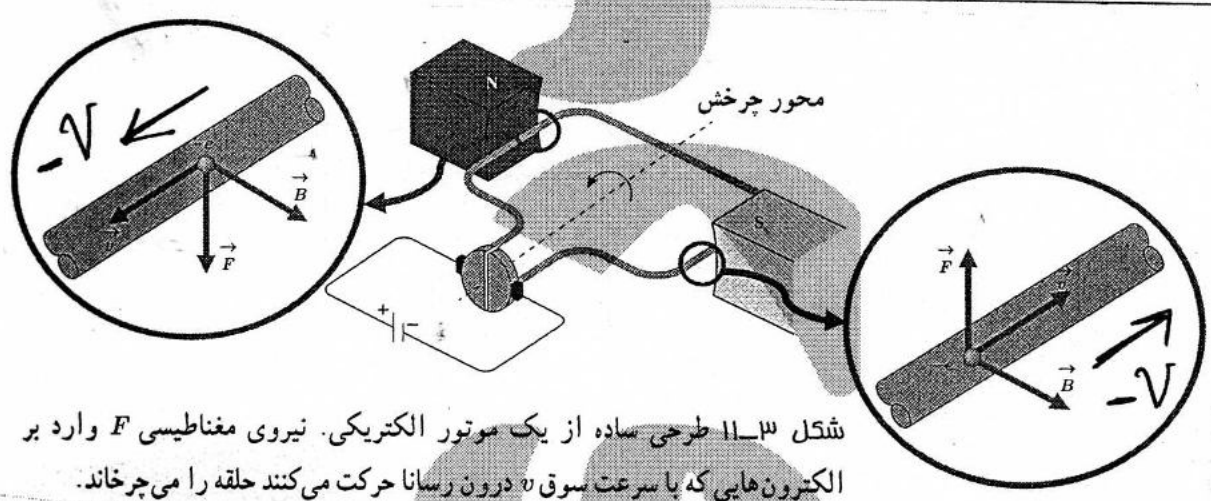


$F=qvB\sin\theta$

$\sin۳۰^\circ=\sin۱۵۰^\circ=۰/۵$ ، $\sin۹۰^\circ=۱$

$F_{۳و۱}=۹/۱۵\times۱۰^{-۶}\times۴۶\times۰/۱۶۵\times۰/۵=۲/۳۳\times۱۰^{-۵}\,N$

$F_۲=۹/۱۵\times۱۰^{-۶}\times۴۶\times۰/۱۶۵\times۱=۴/۶۷\times۱۰^{-۵}\,N$

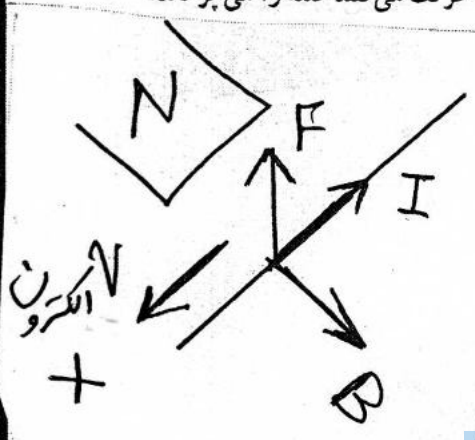


شکل ۳ـ۱۱ طرحی ساده از یک موتور الکتریکی. نیروی مغناطیسی F وارد بر الکترون‌هایی که با سرعت سوق v درون رسانا حرکت می‌کنند حلقه را می‌چرخاند.

موتور الکتریکی وسیله‌ای که انرژی الکتریکی را به انرژی مکانیکی تبدیل می‌کند (پنکه و ...)

برای بررسی سیم سمت چپ را در نظر می‌گیریم

سرعت سوق مربوط به حرکت الکترون‌ها است و شدت جریان عبوری از سیم برعکس آن می‌باشد



دانلود از اپلیکیشن پادرس

در هر موتور الکتریکی، سیم‌هایی وجود دارند که حامل جریان‌اند (یعنی بارهای الکتریکی در آنها در حرکت‌اند) و آهنرباهایی نیز وجود دارند که بر بارهای متحرکِ نیرو وارد می‌کنند. از این رو، بر هر سیم حامل جریان، نیروی مغناطیسی وارد می‌شود و این نیروها حلقه را می‌چرخاند.

آزمایش ۳ـ۲

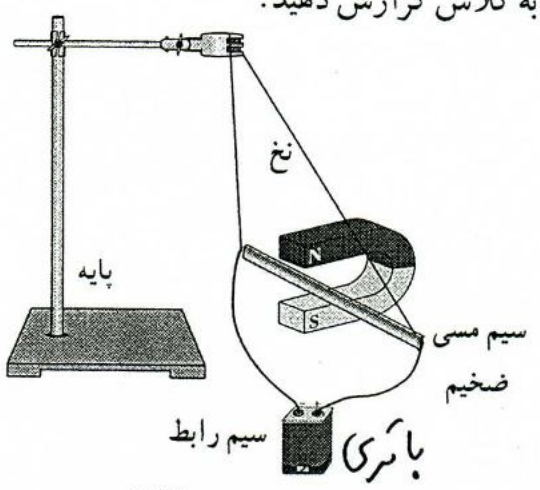
هدف: بررسی نیروی وارد بر سیم حامل جریان (این آزمایش ثابت می کند برسیم حامل جریان در میدان B نیرو وارد می شود

وسیله‌های مورد نیاز : آهنربای نعلی شکل، سیم مسی ضخیم، سیم رابط، پایه، نخ و باتری

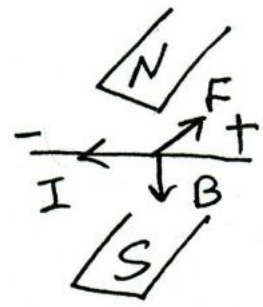
شرح آزمایش :

- مداری مطابق شکل الف ببندید تا جریان از سیم مسی بگذرد. آنچه را که مشاهده می کنید، در گروه خود به بحث بگذارید.
- در صورتی که وسیله‌ای مشابه شکل ب را در آزمایشگاه مدرسه در اختیار دارید می‌توانید از آن استفاده کنید.
- مدار را قطع کنید و جهت جریان را تغییر داده و مراحل بالا را دوباره انجام دهید.
- نتیجهٔ آزمایش را به کلاس گزارش دهید.

(ب)

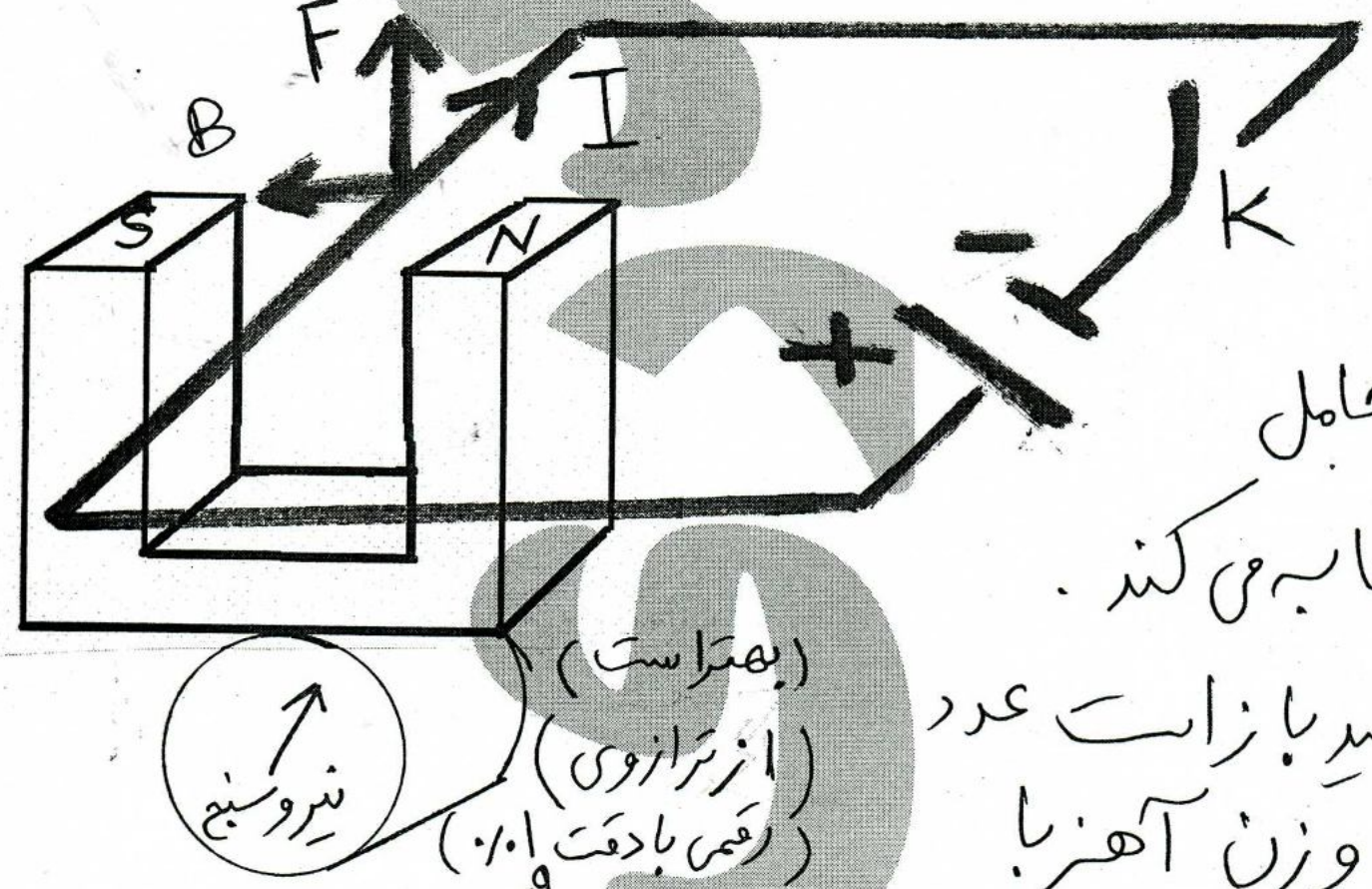


(الف)



فعالیت ۳ـ۴

آزمایشی که مقدار نیروی وارد برسیم حامل جریان را محاسبه می کند.



(بهتراست) ترازوی (از ترازوی) (رقمی با دقت ۰/۱ g)

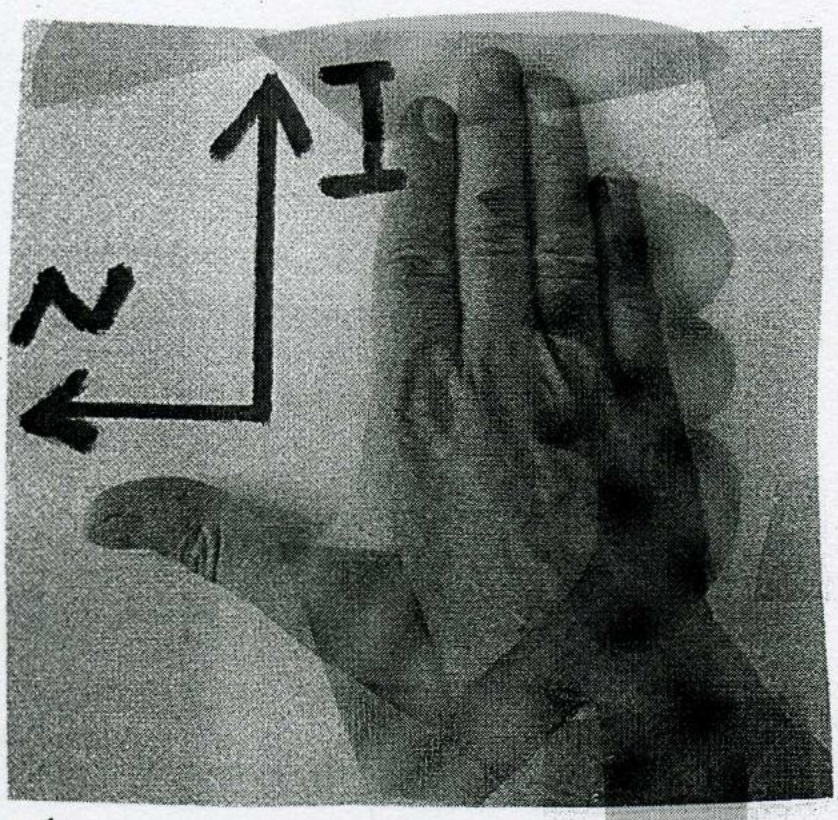
نیروسنج

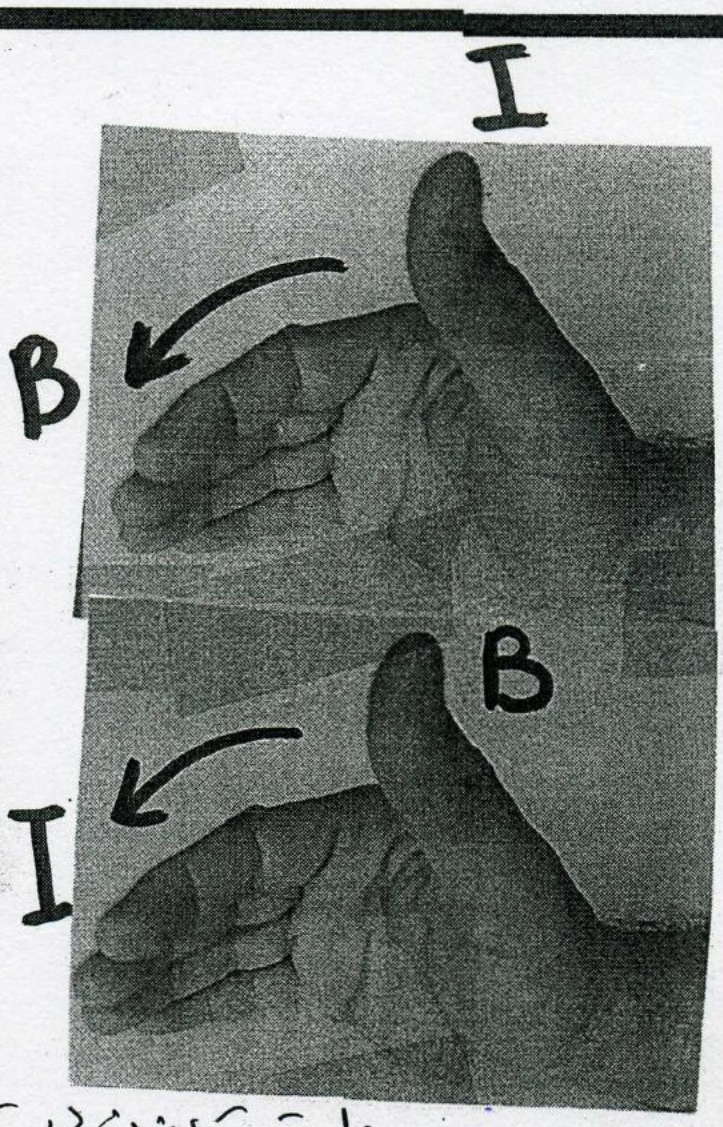
تا وقتی کلید باز است عدد ترازو = وزن آهنربا

وقتی کلید را می بندم نیروی آهنربا برسیم به طرف بالاست پس طبق قانون سوم نیوتون نیروی سیم بر آهنربا به طرف پایین است و عدد ترازو = $mg + F$ (تفاوت این عددها = F)

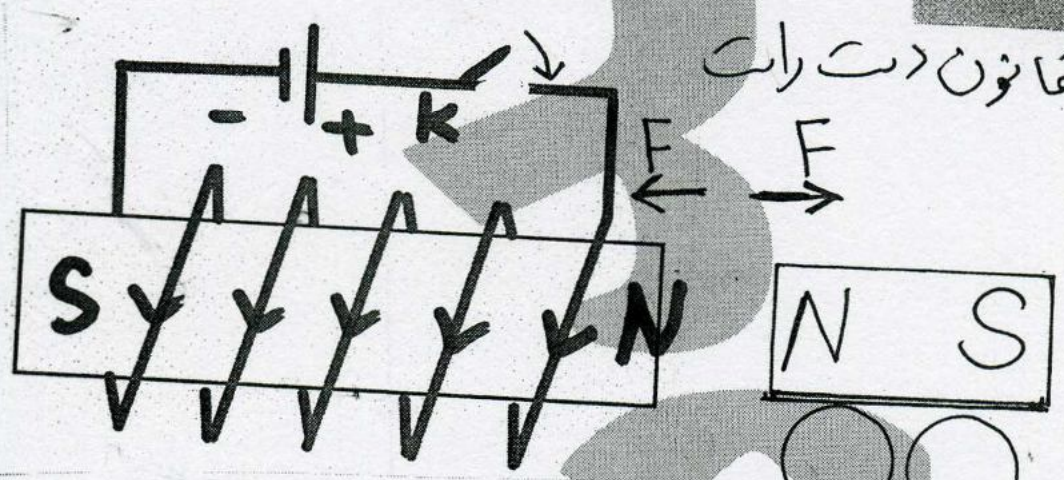
* در این مثال می توان کاری کرد که سیم بین دو قطب معلق باشد

دانلود از اپلیکیشن پادرس



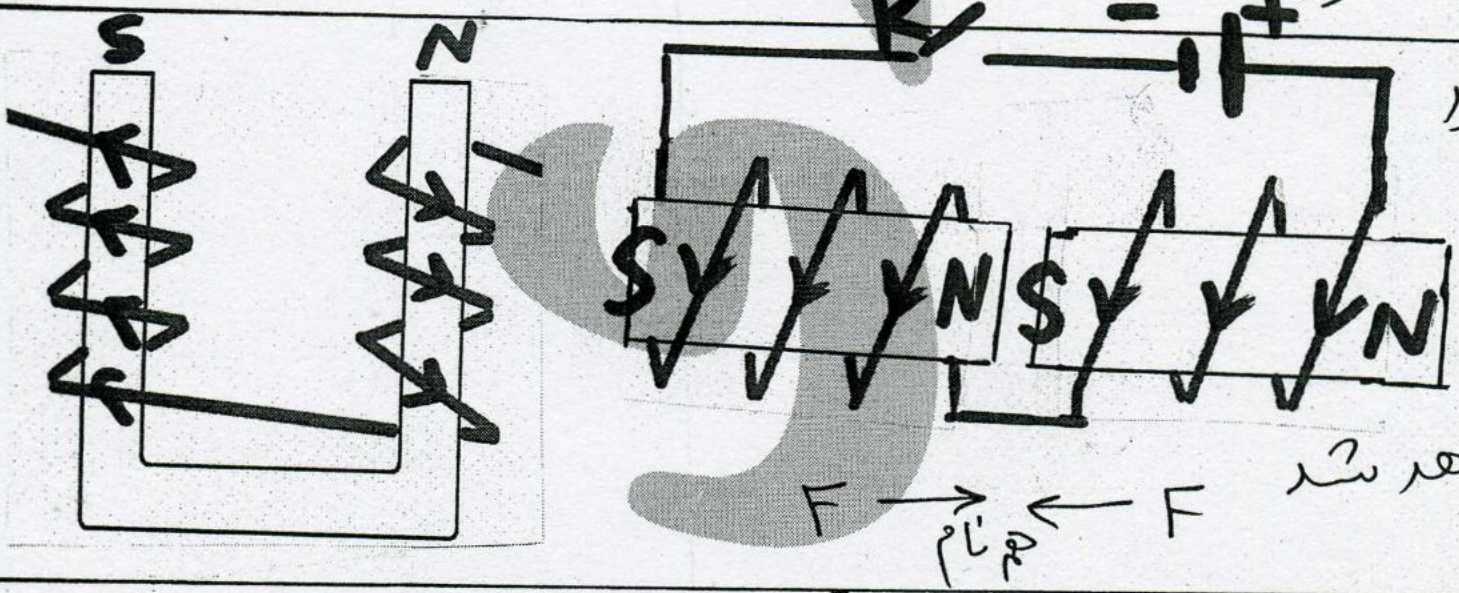


در شکل زیر با بستن کلید چه پیش می آید

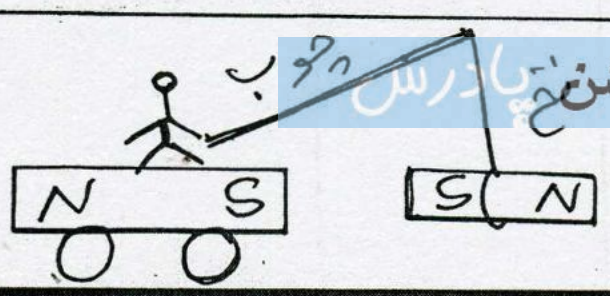


طبق قانون دست راست

چون قطب های همنام کنار هم قرار می گیرند ماشین به سمت راست رانده می شود

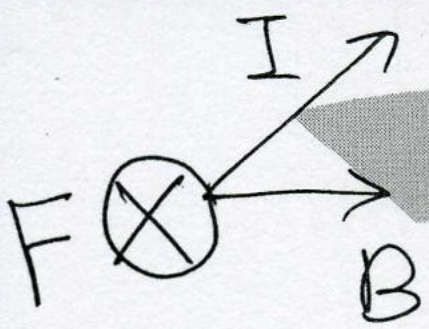


با بستن کلید نیروی بین دو جسم جاذبه خواهد شد



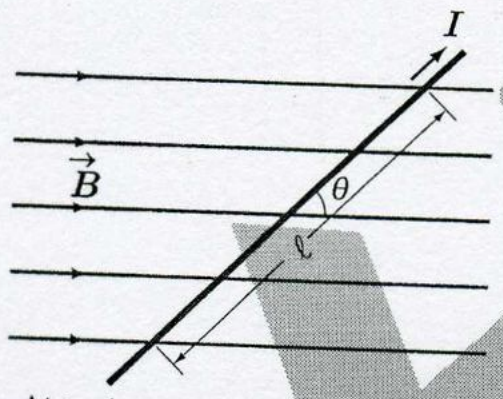
اگر این فرد آهنربا را به داخل آن پرتاب کند گرچه نیروی دافعه ایجاد می شود ولی

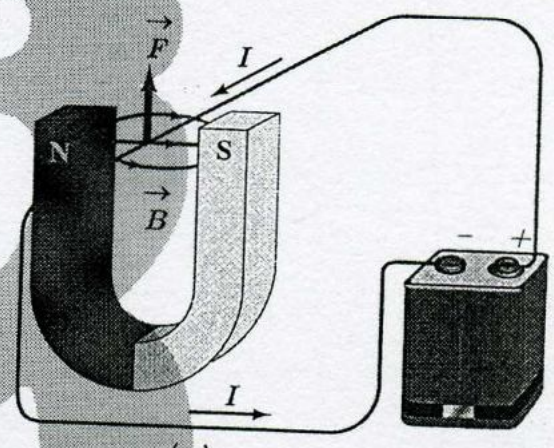
چون نیرو هم در ماشین و هم در آهنربا (نیروی داخلی) هستند هیچ حرکتی تولید نمی شود

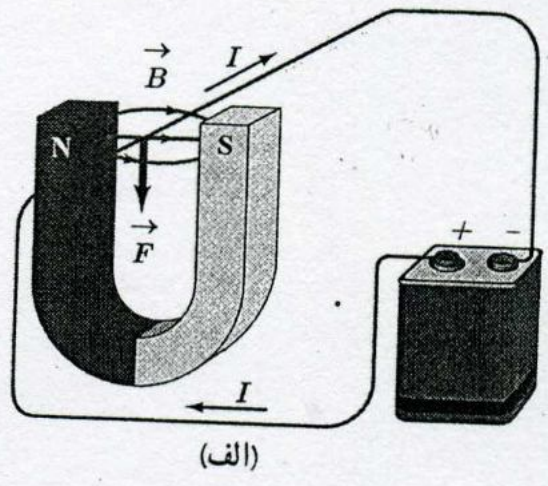


اورستد (فیزیک‌دان دانمارکی) با انجام آزمایش‌هایی شبیه آزمایش ۳ـ۲ و اندازه‌گیری نیرویی که بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی وارد می‌شود، نشان داد :

نیرویی که در میدان مغناطیسی بر سیم حامل جریان الکتریکی وارد می‌شود، بر راستای سیم و نیز بر راستای میدان مغناطیسی عمود است. جهت نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی را می‌توان با استفاده از قاعدهٔ دست راست تعیین کرد (شکل ۳ـ۱۲).





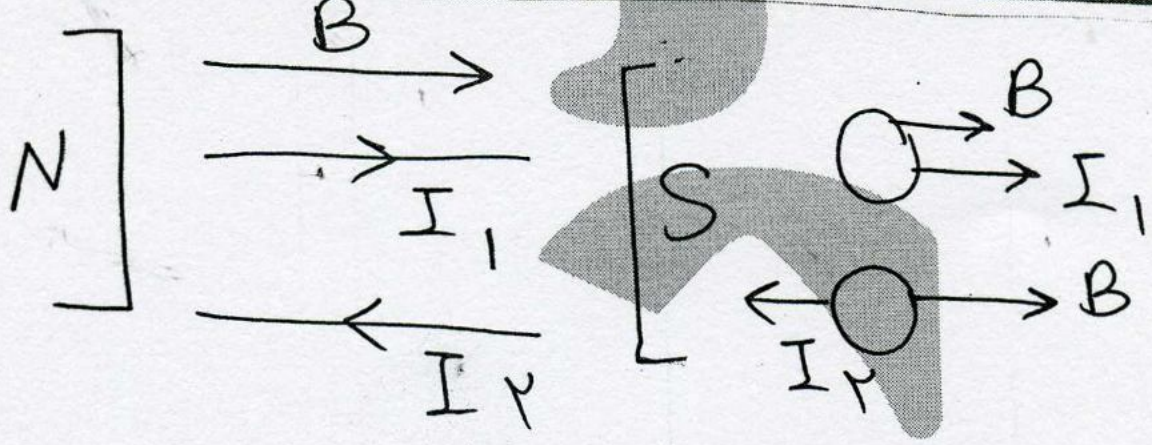


شکل ۳ـ۱۳ سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی. نیروی مغناطیسی وارد بر سیم درون‌سو (عمود بر صفحهٔ کتاب و به طرف داخل) است.

پرسش ۳ـ۵

اگر در شکل ۳ـ۱۳ سیم حامل جریان در امتداد میدان مغناطیسی قرار گیرد، نیروی مغناطیسی وارد بر آن چقدر خواهد بود؟ در چه حالتی بزرگی این نیرو بیشینه می‌شود؟

$F = ILB\sin\theta$



موازی
$\theta = 0$ و $F = 0$

$\theta = 180$ و $F = 0$
پادموازی

مثال ۳ـ۲

یک سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی $400\,G$ در راستایی قرار دارد که با جهت میدان زاویهٔ 30° می‌سازد. اگر جریان عبوری از سیم $5/0\,A$ باشد، بزرگی نیروی مغناطیسی وارد بر $1/0\,m$ از این سیم را حساب کنید.

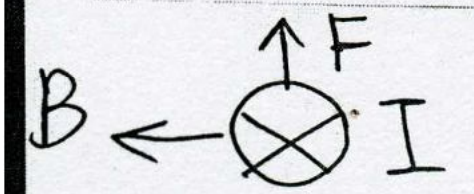
پاسخ : با توجه به فرض‌های مسئله داریم :

$B = 400\times10^{-4}\,T$ ، $\theta = 30^\circ$ ، $I = 5/0\,A$ ، $\ell = 1/0\,m$

با قرار دادن داده‌های بالا در رابطهٔ ۳ـ۳ داریم

$F = I\ell B\sin\theta = (5/0\,A)(1/0\,m)(400\times10^{-4}\,T)\sin 30^\circ = 0/10\,N$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

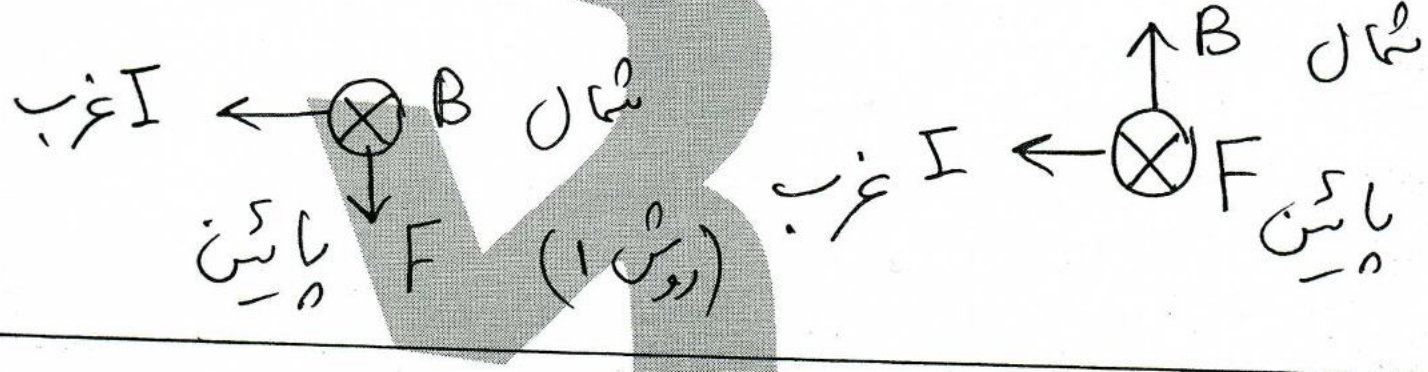


تمرین: جریان درون سو و میدان به طرف غرب جهت نیرو را تعیین کنید

تمرین ۳ـ۲

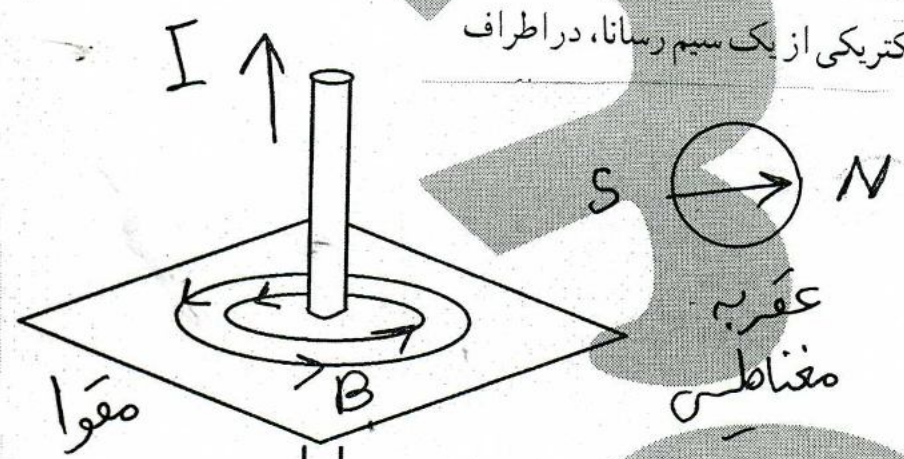
سیم مستقیمی به طول ۲/۴m حامل جریان ۲/۵A از شرق به غرب است. اندازهٔ میدان مغناطیسی زمین در محل این سیم ۰/۴۵G و جهت آن از جنوب به شمال است. اندازه و جهت نیروی مغناطیسی وارد بر این سیم را تعیین کنید.

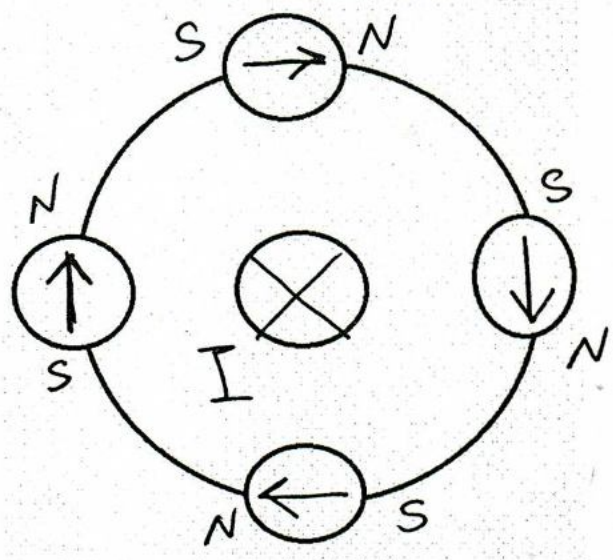
$F = ILBSin\theta = ۲/۵ \times ۲/۴ \times ۰/۴۵ \times ۱۰^{-۴} \times ۱ = ۲/۷ \times ۱۰^{-۴}$ N

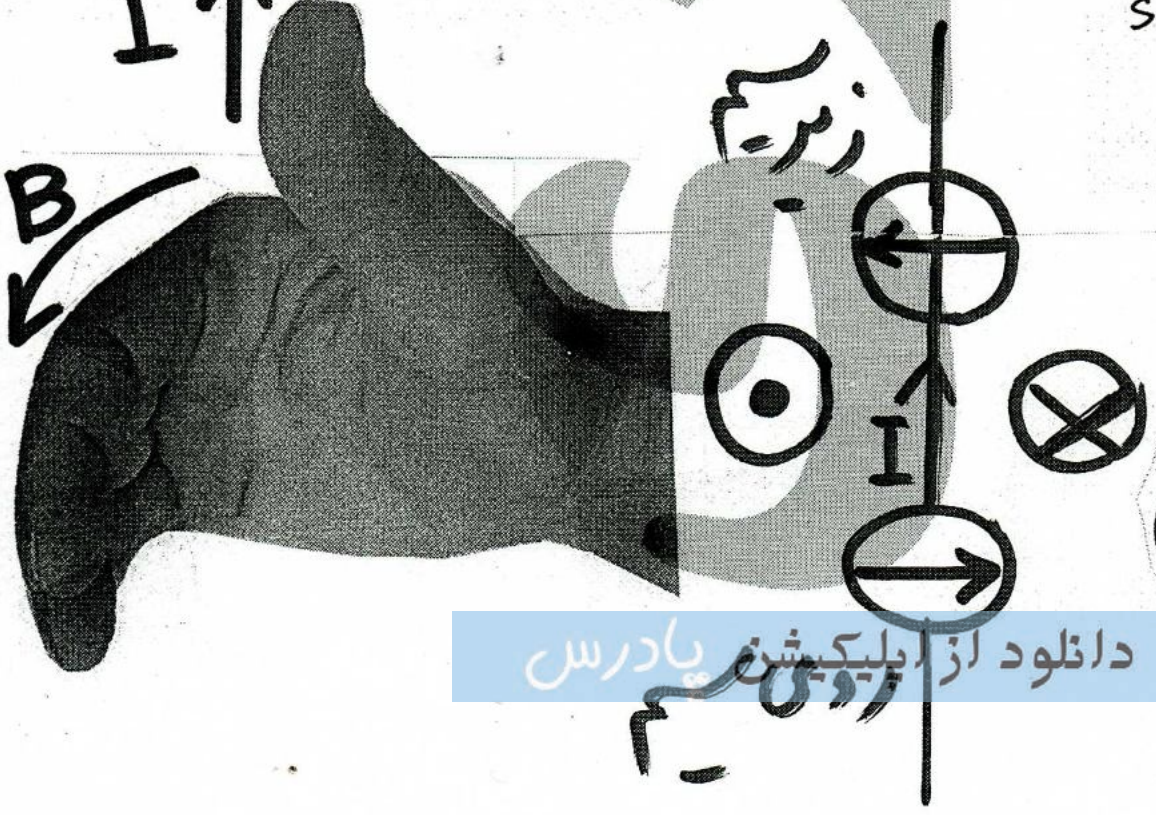


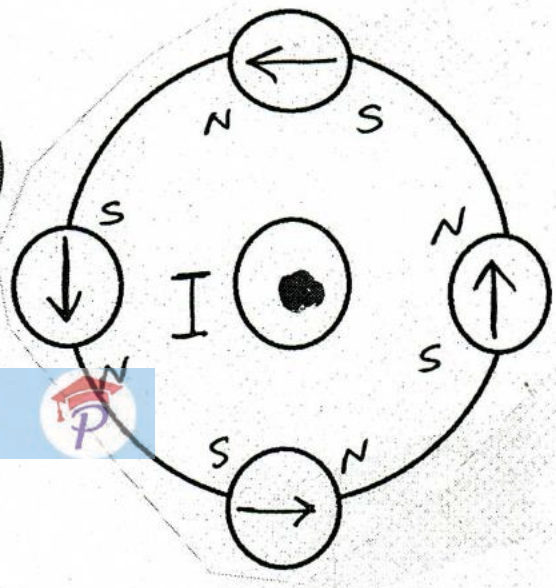
اورستد مشاهده کرد که عقربهٔ مغناطیسی در کنار سیم حامل جریان الکتریکی منحرف می‌شود

او با انجام دادن آزمایش‌های بیشتر کشف کرد که عبور جریان الکتریکی از یک سیم رسانا، در اطراف آن یک میدان مغناطیسی به‌وجود می‌آورد









دانلود از اپلیکیشن پادرس

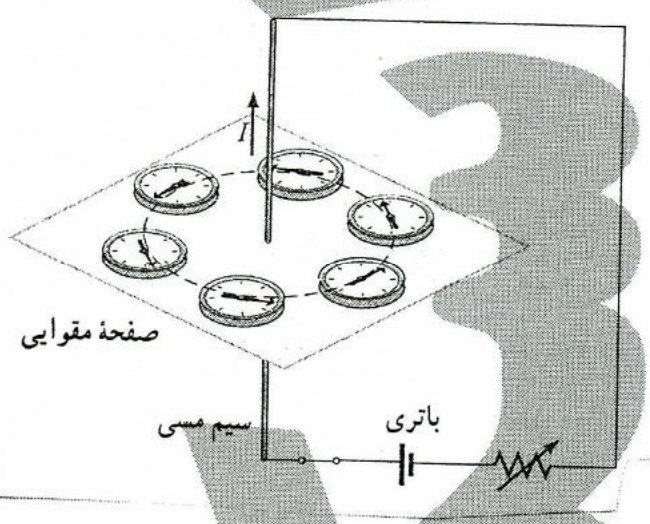
آزمایش ۳ـ۳

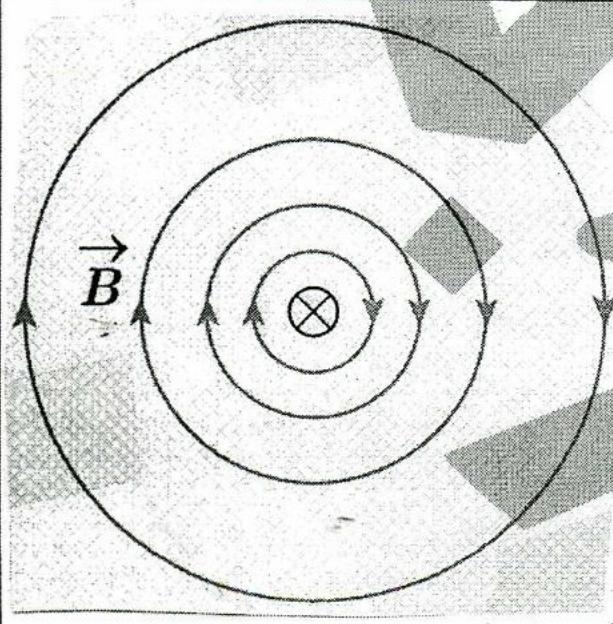
هدف: بررسی آثار مغناطیسی جریان الکتریکی (آزمایش اورستد)

وسیله‌های مورد نیاز : باتری، سیم مسی نسبتاً ضخیم، صفحهٔ مقوایی، عقربهٔ مغناطیسی (قطب‌نما)، رئوستا و سیم رابط

شرح آزمایش :

- سیم مسی را از صفحهٔ مقوایی بگذرانید و با آن مداری مطابق شکل روبه‌رو تشکیل دهید.
- قبل از برقراری جریان الکتریکی، عقربهٔ مغناطیسی را درمجاورت سیم، روی مقوا قرار دهید و به راستای قرارگرفتن آن توجه کنید.
- با وصل‌کردن مدار، جریان الکتریکی را از سیم مسی عبور دهید و به جهت‌گیری عقربهٔ مغناطیسی توجه کنید.





میدان مغناطیسی حاصل از سیم راست

(۱) خطوط دایره هائی هم مرکز هستند

(۲) مرکز همهٔ آنها سیم حامل جریان است

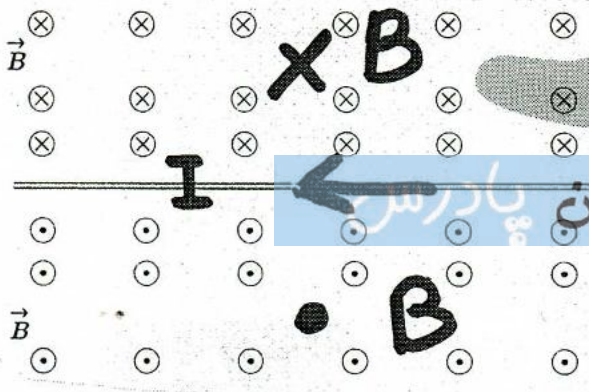
(۳) هرچه از مرکز آنها دور شویم فاصله دایره‌ها زیادی شود و میدان ضعیف می‌گردد

(۴) اندازه میدان با شدت جریان رابطه مستقیم و با فاصله از سیم رابطه عکس دارد

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

(فاصله از سیم) R و (شدت جریان) I و $\frac{TM}{A}$ $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ تراوائی مغناطیسی خلأ

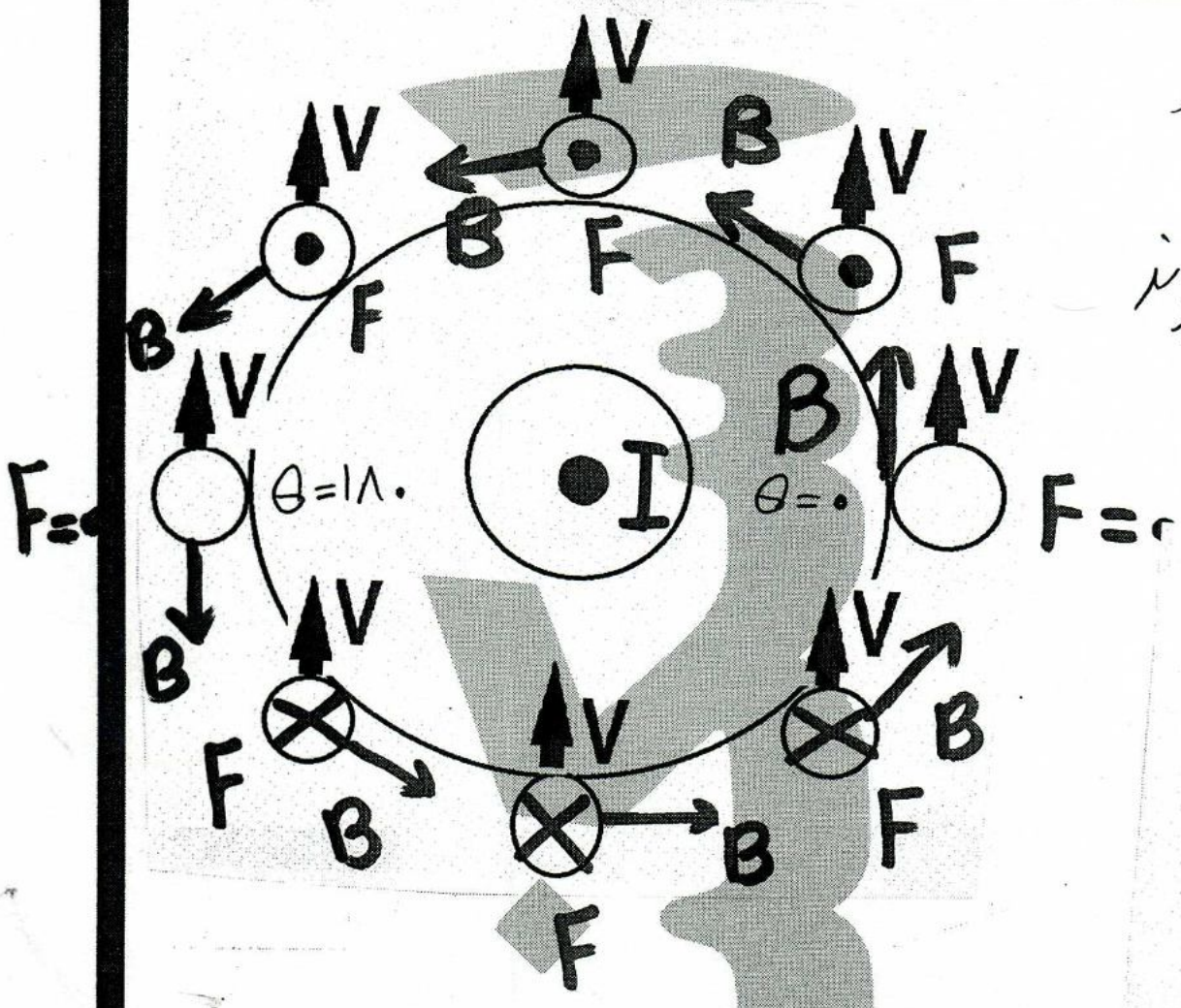
پرسش ۳ـ۶

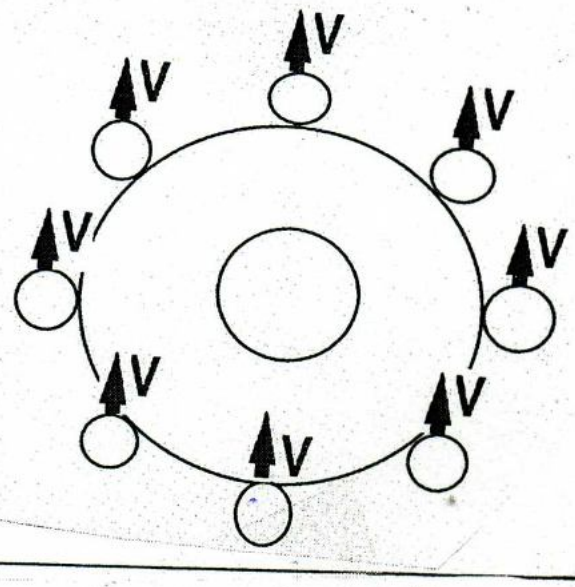


شکل روبه‌رو، جهت میدان مغناطیسی در اطراف یک سیم افقی و مستقیم حامل جریان را نشان می‌دهد. در ناحیهٔ بالای سیم، جهت میدان مغناطیسی درون‌سو و در ناحیهٔ پایین آن برون‌سو است. جهت جریان را در سیم تعیین کنید.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

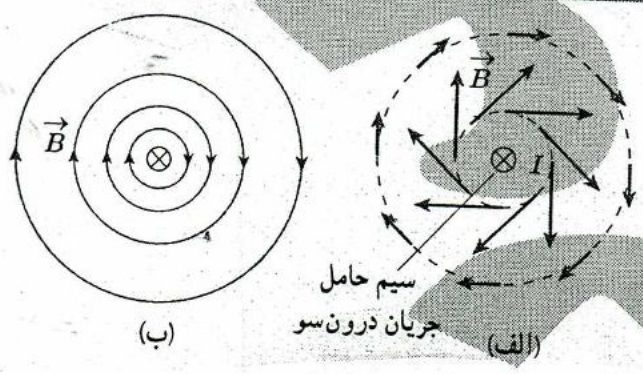
هشت ذرهٔ ۹+ در میدان سیم راست با سرعت V دیده می‌شوند جهت نیرو را تعیین کنید.





پرسش ۳ـ۷

دریافت خود را از شکل‌های الف و ب بیان کنید. در بیان خود، به چگونگی تغییر جهت و اندازهٔ میدان $\vec{B}$ در اطراف سیم حامل جریان اشاره کنید.



در هردو شکل، سیم دارای جریان درون سو است.
در شکل (ب) خطوط طبق قاعده دست راست رسم شده است و دایره‌هائی که به سیم نزدیک هستند، فشرده‌تر هم هستند و میدان قوی‌تری هم دارند.
در شکل (ب) بردارهای میدان که هرکدام در هر نقطه بر خطوط میدان مماس هستند رسم شده است اندازه B در دایره بیرونی کوچکتر از دایره داخلی است.

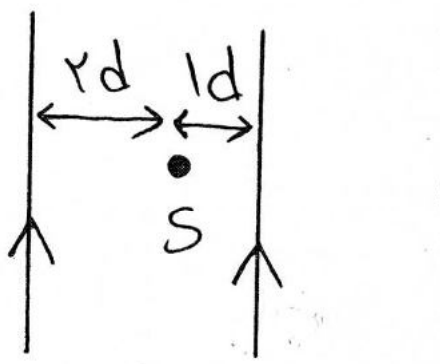
دانلود از اپلیکیشن پادرس

در شکل زیر در نقاط S و H و D مقدار میدان برآیند را بدست آورید

$B_S = B_2 - B_1$ (تفریق)

$B_1 = \frac{\mu_0 (6I)}{2\pi (1d)} = 3B$

$B_2 = \frac{\mu_0 (4I)}{2\pi (2d)} = 1B$



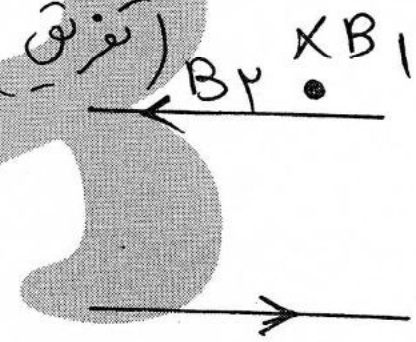
$B_S = B_2 - B_1 = 2\frac{\mu_0 I}{\pi d}$

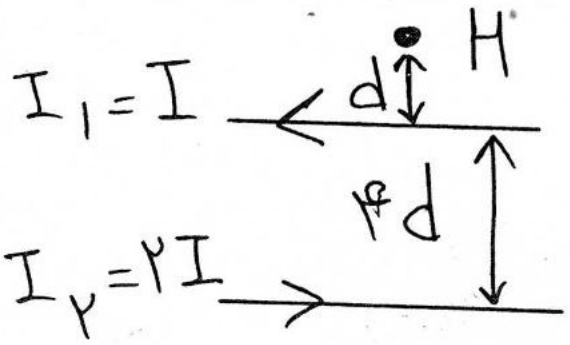
$B_1 = \frac{\mu_0 I}{2\pi d}$

$B_2 = \frac{\mu_0 2I}{2\pi (5d)}$

$B_H = B_1 - B_2 = \frac{\mu_0 I}{\pi d}\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{5}\right) = \frac{3}{10}\frac{\mu_0 I}{\pi d}$

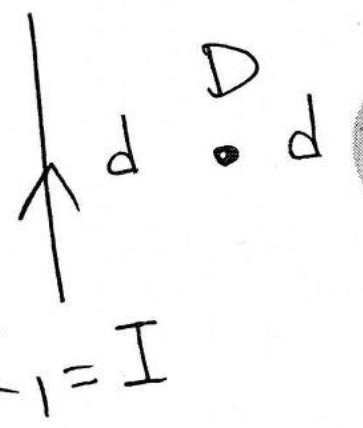
(تفریق)

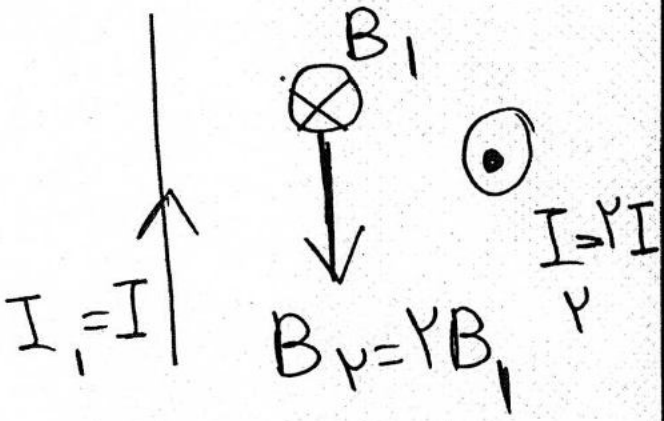




$B_t = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} = \sqrt{B_1^2 + 4B_1^2} = B_1\sqrt{5}$

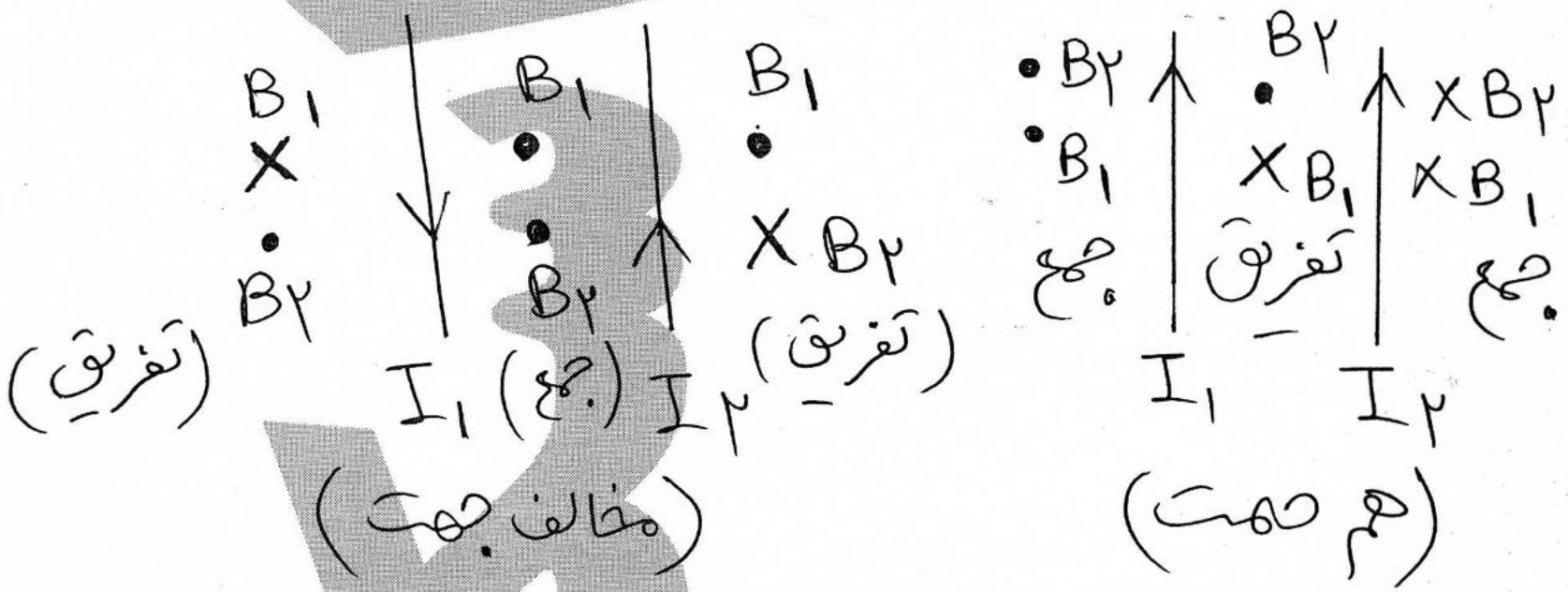
$B_D = \frac{\mu_0 I}{2\pi d}\sqrt{5}$



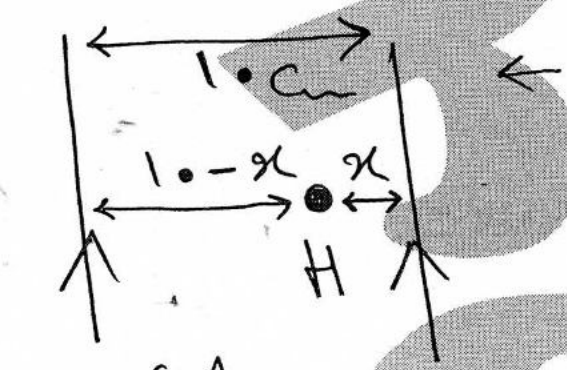


کانون پیشتاز پدرس

جمع بندی میدان برآیند دو سیم موازی



شرط یافتن مکانی که $B_t = 0$ شود سیم که I کم دارد آن نقطه در محل (تفرق) باشد و به سیم نزدیک تر باشد. (۲ مثال)



$$B_1 = B_2$$

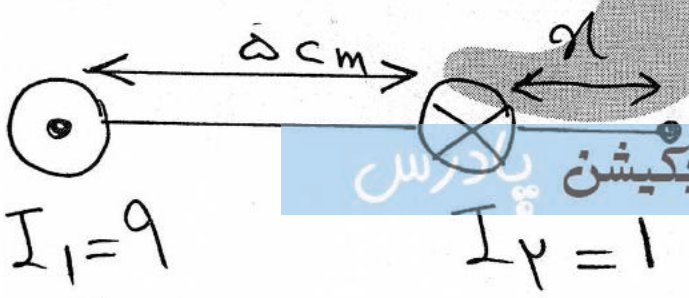
$$\frac{\mu_0 I_1}{2\pi R_1} = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi R_2}$$

$$\frac{9}{10-x} = \frac{2}{x}$$

$$20 - 2x = 9x$$

$$20 = 8x$$

$$x = 2/5 \text{ cm}$$



$$B_1 = B_2$$

$$\frac{9}{5+x} = \frac{1}{x}$$

$$9x = 5 + x$$

$$x = 5/8$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

فنّاوری و کاربرد: میدان‌های مغناطیسی بدن

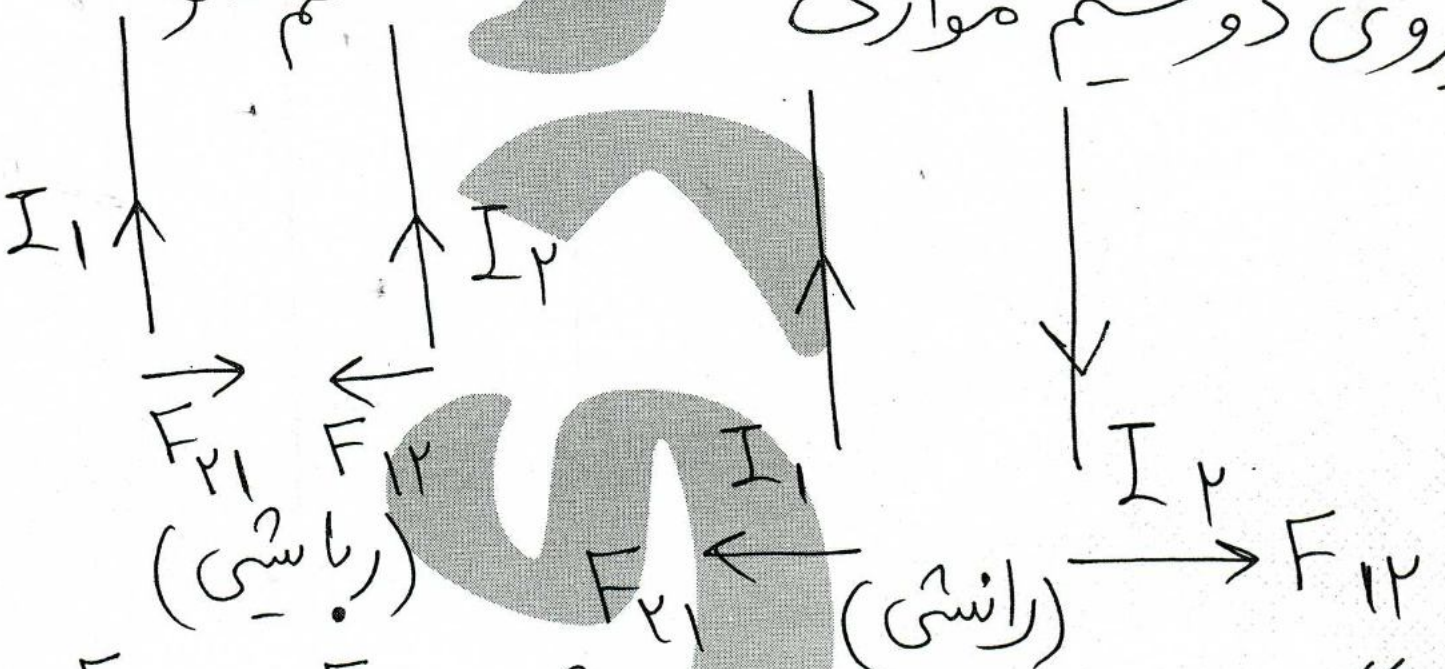
تمام یاخته‌های زندهٔ بدن انسان به‌طور الکتریکی فعال‌اند. جریان‌های الکتریکی ضعیف در بدن، میدان‌های مغناطیسی ضعیف ولی قابل اندازه‌گیری تولید می‌کنند. اندازهٔ میدان‌های حاصل از عضله‌های اسکلتی کوچک‌تر از 10^{-10} T، یعنی در حدود یک میلیونیم میدان مغناطیسی زمین است. میدان‌های مغناطیسی حاصل از مغز بسیار ضعیف‌تر و در حدود 10^{-12} T هستند و برای اندازه‌گیری آنها باید مغناطیس‌سنج‌های بسیار حساس به کار برد. در حال حاضر، چنین مغناطیس سنج‌هایی به نام اسکوپید[1] ساخته شده‌اند. شکل روبه‌رو یک دستگاه اسکوپید را نشان می‌دهد که در حال اندازه‌گیری میدان مغناطیسی تولید شده در مغز است.

اسکوپید: دستگاه مغناطیس سنج مغز

میدان های عضله اسکلتی $= 10^{-10}$ T (در حدود یک میلیونیم میدان زمین)

میدان مغز $= 10^{-12}$ T (خیلی کوچک ولی قابل اندازه گیری)

نیروی دوسیم موازی

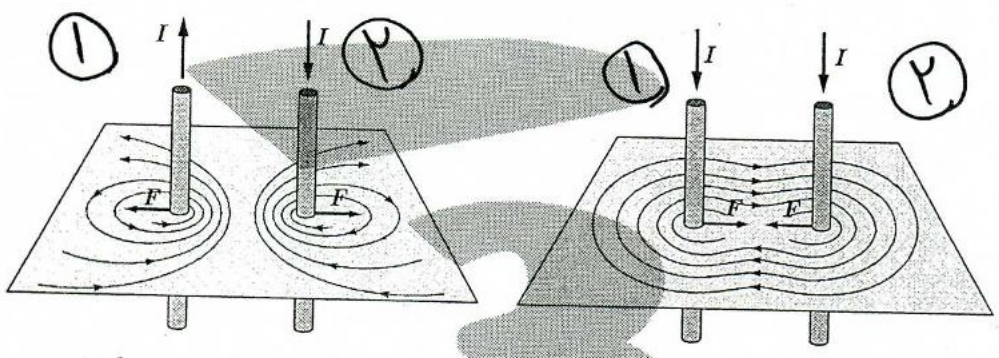


حتی اگر I_1 و I_2 هم اندازه نباشند F_{12} و F_{21} هم اندازه هستند (عمل و عکس العمل) (قانون سوم نیوتون)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

$$F_{21} = I_1 L B_2 \sin\theta = I_1 L \frac{\mu_0 I_2}{2\pi d}$$

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



شکل ۳ــ ۱۶ برایند میدان مغناطیسی حاصل از دو سیم حامل جریان و نیروی بین آنها.
الف) برای جریان‌های همسو، ربایشی است و (ب) برای جریان‌های ناهمسو، رانشی است.

(خطوط میدان هم جهت) اتصال دارند

(خطوط میدان هم جهت) دافعه دارند

I' چه مقدار و در چه جهتی که سیم H ساکن

S H M
⊗ d ⊙ ۲d ○
۳I ۵I I'

F_{SH} دافعه
F_{MH} دافعه

(M و H خلاف جهت)

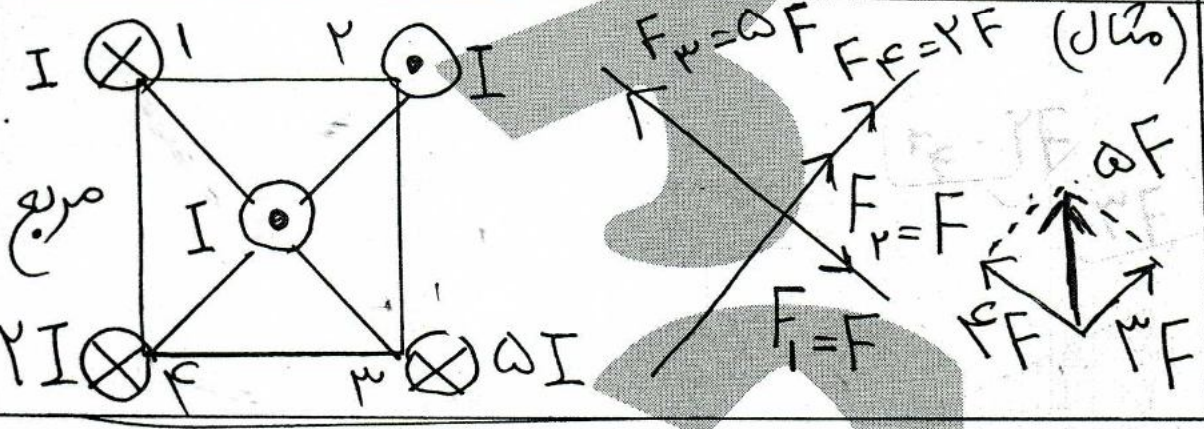
$F_{MH} = F_{SH}$

$$\frac{\mu_0 I_M I_H L}{2\pi(2d)} = \frac{\mu_0 I_S I_H L}{2\pi(d)}$$

$$\frac{I_M}{4} = \frac{3I}{2}$$

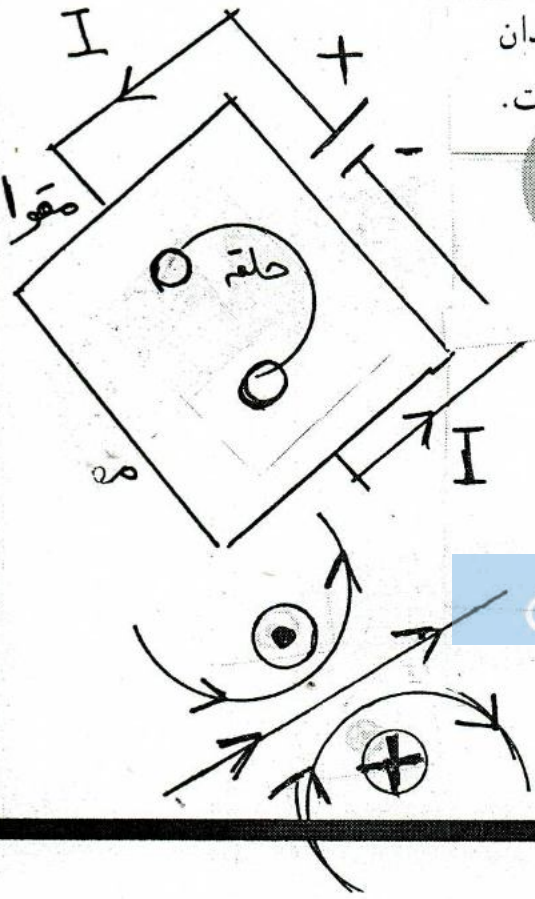
$$I_M = 6I$$

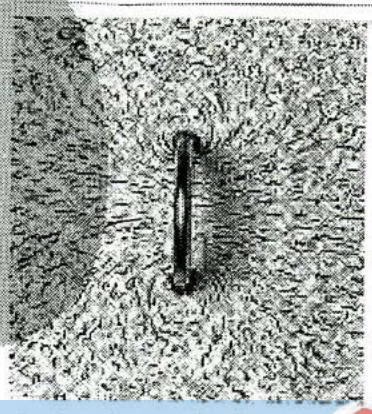
(مثال)

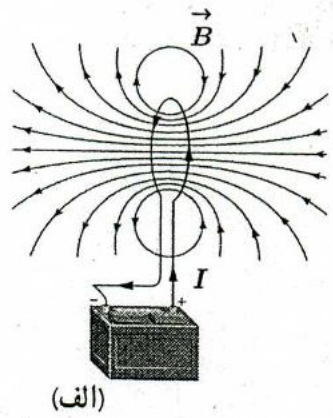


میدان مغناطیسی ناشی از یک حلقهٔ دایره‌ای خامل جریان :

. خط‌های میدان مغناطیسی در ناحیهٔ داخل حلقه به یکدیگر نزدیک‌ترند؛ یعنی، میدان در این ناحیه قوی‌تر است. افزون براین، در نقطه‌های روی محورحلقه، میدان موازی محور است.





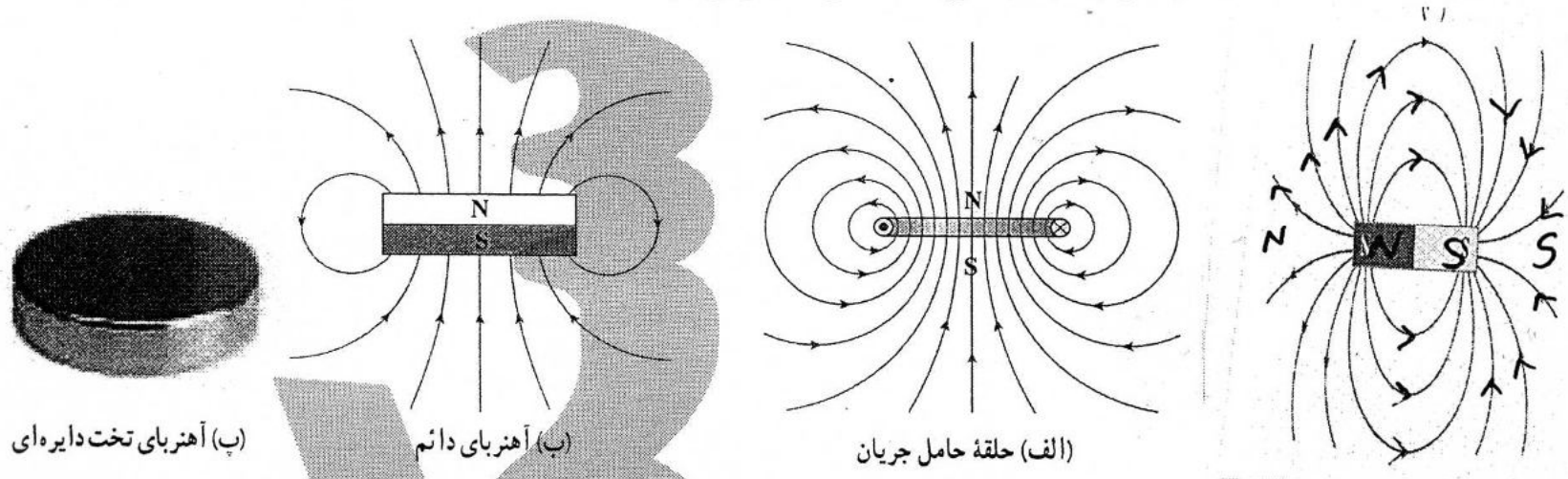


دانلود از اپلیکیشن پذرس

اگر به جای یک حلقه از چندین حلقه استفاده شود میدان هم چندین برابر تقویت می‌گردد

آهنربای میدان

بررسی و مقایسهٔ میدان مغناطیسی یک حلقهٔ حامل جریان و یک آهنربای تخت دایره‌ای شکل، نشان می‌دهد که میدان مغناطیسی آنها درست مانند یکدیگر است (شکل ۳ـ۱۸). به همین دلیل، هر حلقهٔ حامل جریان را به‌عنوان یک دو قطبی مغناطیسی در نظر می‌گیرند.

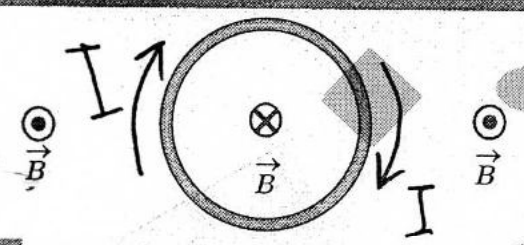


(الف) حلقهٔ حامل جریان (ب) آهنربای دائم (پ) آهنربای تخت دایره‌ای

شکل ۳ـ۱۸ حلقهٔ حامل جریان دو قطب دارد و میدان مغناطیسی آن مانند یک آهنربای دائمِ تختِ دایره‌ای شکل است.

پرسش ۳ـ۸

شکل روبه‌رو، یک حلقهٔ حامل جریان را نشان می‌دهد که جهت خط‌های میدان مغناطیسی درون و بیرون آن نشان داده شده است. جهت جریان را در این حلقه تعیین کنید:



(از قاعده دست راست)

چرا استفاده از یک حلقهٔ مناسب و عملی نیست؟

استفاده از یک تک حلقه برای تولید میدانی با اندازهٔ مطلوب ممکن است نیازمند آن‌چنان جریان بزرگی باشد که از بیشینهٔ جریان مجاز سیمِ حلقه فراتر باشد. در چنین شرایطی به جای تک‌حلقه، از پیچه‌ها برای تولید میدان مغناطیسی استفاده می‌شود (شکل ۳ـ۱۹).

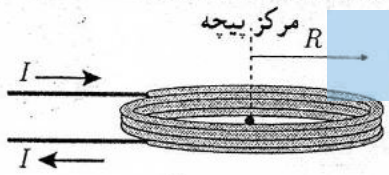
اندازهٔ میدان مغناطیسی در مرکز حلقه‌ای به شعاع R که حامل جریان I است از رابطهٔ $B = \mu_0 I/2R$ به دست می‌آید. اگر به جای یک تک حلقه، پیچه‌ای شامل N حلقهٔ نزدیک به هم و با شعاع یکسان R داشته باشیم، آنگاه اندازهٔ میدان مغناطیسی در مرکز این پیچه، که معمولاً به آن پیچهٔ مسطح نیز گفته می‌شود، از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

فرمول میدان پیچهٔ مسطح

$$B = \frac{\mu_0 NI}{2R} \qquad (۳ـ۵)$$

دلیل آنکه برای تولید میدان‌های مغناطیسی قوی به‌جای تک حلقه از پیچه‌ای از حلقه‌ها استفاده می‌شود همین ضریب N در رابطهٔ ۳ـ۵ است: استفاده از یک تک‌حلقه برای تولید میدانی با اندازهٔ مطلوب نیازمند آن‌چنان جریان بزرگی است که ممکن است از مقدار مجاز جریان عبوری از سیمِ حلقه بیشتر باشد. از این پیچه‌ها برای تولید میدان مغناطیسی در بسیاری از وسیله‌های برقی استفاده می‌شود.

مثال ۳ـ۳



از پیچهٔ مسطحی به شعاع ۶/۲۸cm که ۲۰۰ دور سیم دارد، جریان ۲۰ mA می‌گذرد (شکل روبه‌رو). اندازهٔ میدان مغناطیسی را در مرکز پیچه به دست آورید.

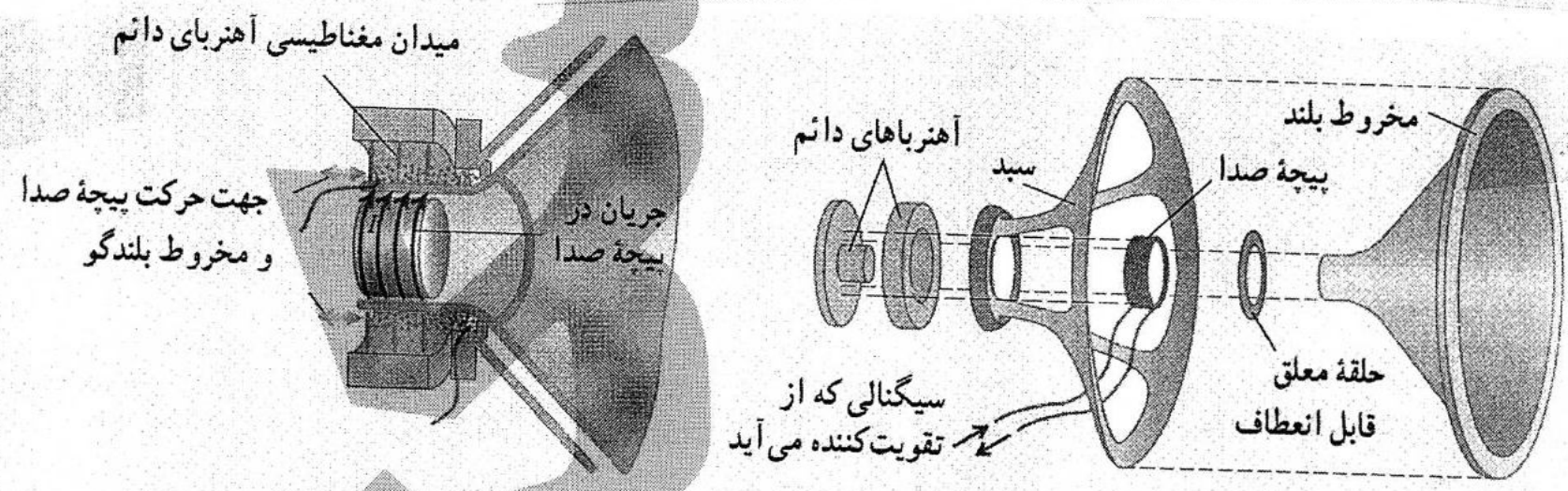
$$B = \frac{\mu_0 NI}{2R} = \frac{(4\pi\times10^{-7}\,\mathrm{T.m/A})(200)(20\times10^{-3}\,\mathrm{A})}{2(6/28\times10^{-2}\,\mathrm{m})} = 4/0\times10^{-4}\,\mathrm{T} = 4/0\,\mathrm{G}$$

دانلود از سایت اپلیکیشن چی‌درس

عقیل اسکندری

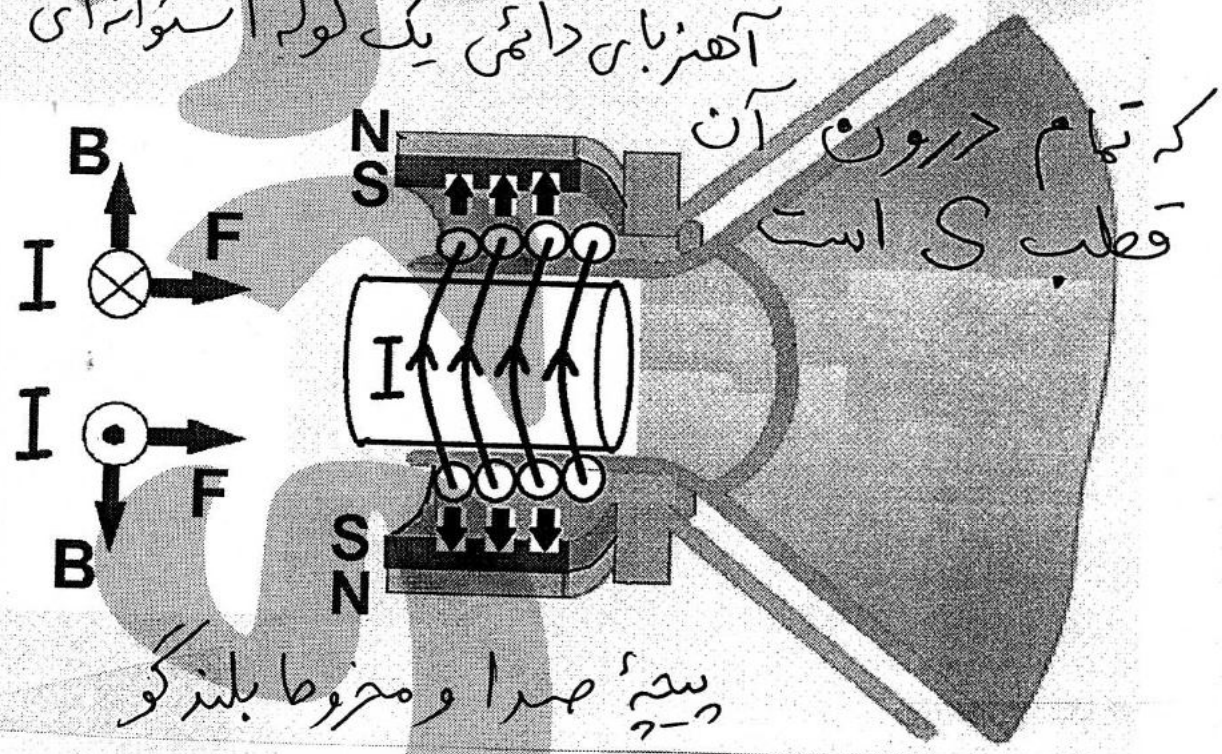
خوب است بدانید: طرز کار بلندگو

یک کاربرد متداول نیروهای مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان در بلندگوها یافت می‌شود (شکل زیر). میدان مغناطیسی که توسط آهنربای دائمی تولید می‌شود نیرویی بر پیچهٔ صدا وارد می‌کند که با جریانی که از پیچه می‌گذرد متناسب است؛ جهت این نیرو بسته به جهت جریان، به طرف راست یا به طرف چپ است. جریانی که از تقویت‌کننده می‌آید هم از نظر جهت و هم از نظر بزرگی نوسان می‌کند. پیچه و مخروط بلندگو که به آن متصل است با دامنه‌ای متناسب با دامنهٔ جریان در پیچه، نوسان می‌کند. با افزایش جریان تقویت‌کننده، دامنه‌های نوسان و موج صوتی حاصل از حرکت مخروط افزایش می‌یابد.



اجزای یک بلندگو. آهنربای دائمی میدان مغناطیسی‌ای تولید می‌کند که نیروهایی بر جریان‌هایی که از پیچهٔ صدا می‌گذرد وارد می‌کند؛ برای جریان I که در شکل نشان داده شده است نیرو به طرف راست است. اگر جریان الکتریکی در پیچهٔ صدا نوسان کند، مخروط بلندگو که متصل به پیچهٔ صدا است با همان بسامد نوسان می‌کند.

آهنربای دائمی یک لوله استوانه‌ای است که تمام درون آن قطب S است



پیچهٔ صدا و مخروط بلندگو می‌توانند به چپ و راست حرکت کنند

در قسمت بالائی پیچهٔ صدا، جریان درون سو و میدان درون سو و به بالاست و در قسمت پائینی جریان برون سو و میدان رو به پائین و در هر دو حالت نیرو به طرف راست

دانلود از اپلیکیشن پادرس

وقتی جریان در پیچهٔ صدا نوسان کند جهت F متناسب با آن نوسان تغییر می‌کند و مخروط بلندگو با همان بسامد نوسان می‌کند

منظور از سیملوله ←

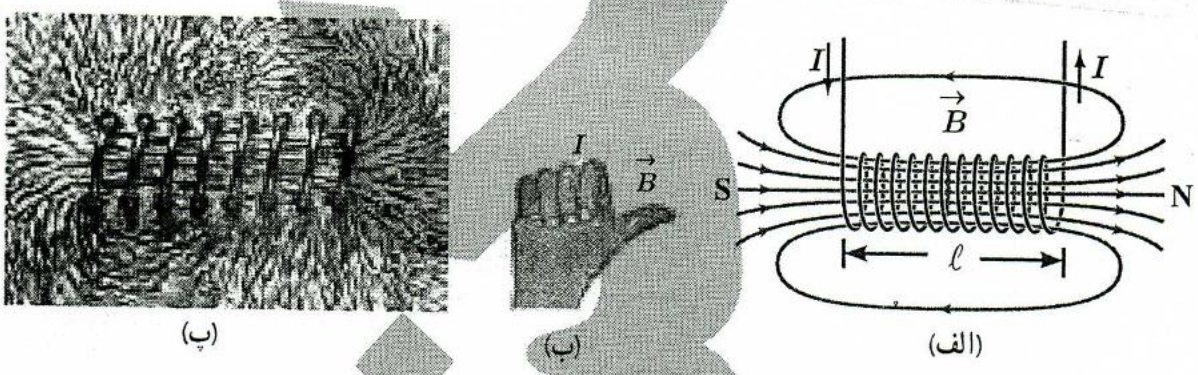
میدان مغناطیسی حاصل از سیملولهٔ حامل جریان : سیملوله، سیم درازی است که به‌صورت مارپیچی بلند، پیچیده شده است. با عبور جریان الکتریکی از سیملوله، در فضای اطراف آن میدان مغناطیسی به‌وجود می‌آید.

ویژگی خطوط میدان سیملوله ←

خط‌های میدان داخل

سیملوله بسیار متراکم‌تر از خط‌های میدان در خارج آن است و این نشانگر بزرگ‌تر بودن میدان در داخل سیملوله است. افزون بر این، خط‌های میدان در داخل سیملوله، به‌ویژه در نقطه‌های نسبتاً دور از لبه‌های آن تقریباً موازی و هم‌فاصله‌اند و این، نشانگر یکنواخت بودن میدان مغناطیسی درون سیملوله

طرحی از میدان سیملوله و قاعدهٔ دست راست ←



شکل ۳ـ۲۰ (الف) میدان مغناطیسی یک سیملولهٔ حامل جریان. (ب) تعیین جهت میدان به کمک قاعدهٔ دست راست. (پ) طرح خط‌های میدان مغناطیسی سیملوله با استفاده از برادهٔ آهن.

فرمول سیملوله آرمانی ←

اگر قطر حلقه‌های سیملوله در مقایسه با طول آن، بسیار کوچک و حلقه‌های آن، خیلی به هم نزدیک باشند، به این سیملوله، سیملولهٔ آرمانی گفته می‌شود. میدان مغناطیسی داخل یک سیملولهٔ آرمانی در نقطه‌های دور از لبه‌ها یکنواخت است و اندازهٔ آن از رابطهٔ زیر به دست می‌آید :

$$B = \frac{\mu_0 NI}{\ell} \qquad (۳ـ۶) \quad \text{(سیملولهٔ آرمانی)}$$

در این رابطه، I جریان عبوری، l طول سیملوله، N تعداد دورهای سیملوله و μ_0 تراوایی مغناطیسی خلأ و برابر $4\pi \times 10^{-7}\ T.m/A$ است.

سیملوله‌ای بسیار طویل با یک لایه از سیم‌هایی به ضخامت D و کاملا فشرده دارای جریان I فرض می‌شود ← D ضخامت سیم

فرمول میدان درون سیملوله و موازی محور آن چگونه است

$L = ND$

$$B = \frac{\mu_0 NI}{L} = \frac{\mu_0 NI}{ND} = \frac{\mu_0 I}{D}$$

دانلود از اپلیکیشن

مثال) تعداد حلقه‌های یک پیچه ۵ برابر سیملوله و شعاع آن با طول سیملوله برابر است اگر میدان مساوی داشته باشند نسبت جریان آنها را بدست آورید.

$B_{\text{سیملوله}} = \frac{\mu_0 NI}{L}$ $B_{\text{پیچه}} = \frac{\mu_0 NI}{2R}$ $B_{\text{ب}} = B_{\text{س}} \rightarrow \frac{5I}{2(1)} = \frac{(1)I}{(1)} \rightarrow I_{\text{ب}} = \frac{2}{5} I_{\text{س}}$

تمرین ۳ـ۴

اندازهٔ میدان مغناطیسی دور سر انسان حدود $3\times10^{-8}G$ اندازه‌گیری شده است. اگرچه جریان‌هایی که این میدان را به‌وجود می‌آورند بسیار پیچیده‌اند، ولی با در نظر گرفتن این جریان‌ها به‌صورت تک حلقه‌ای دایره‌ای به قطر ۱۶cm (پهنای یک سر نوعی) می‌توان مرتبهٔ بزرگی میدان مغناطیسی را تخمین زد. جریان لازم برای ایجاد این میدان در مرکز حلقه چقدر است؟

$\pi = 3$

تعداد دور $N=1$ (یک سر انسان)

$$B=\frac{\mu_0 NI}{2R} \rightarrow I=\frac{2RB}{\mu_0 N}$$

$$I=\frac{2\times8\times10^{-2}\times3\times10^{-8}\times10^{-4}}{4\times3\times10^{-7}}=0/4\,mA$$

مثال ۳ـ۴

سیملوله‌ای آرمانی به طول ۱۵cm دارای ۶۰۰ حلقهٔ سیم نزدیک به هم است. اگر جریان ۸۰۰mA از سیملوله بگذرد، بزرگی میدان مغناطیسی را در نقطه‌ای درون سیملوله و دور از لبه‌های آن پیدا کنید.

پاسخ : با توجه به داده‌های مسئله داریم :

$$\ell = 15cm = 0/15m, \quad N=600, \quad I=800mA=800\times10^{-3}A, \quad B=?$$

به این ترتیب داریم :

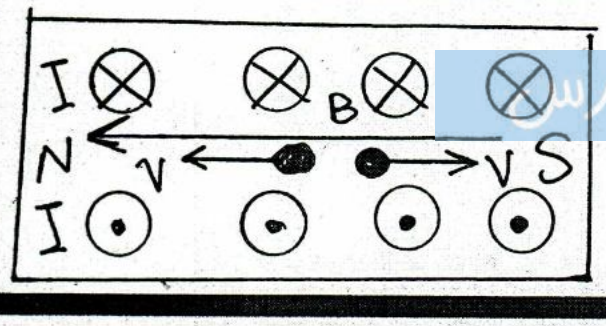
$$B=\frac{\mu_0 NI}{\ell}=\frac{(4\pi\times10^{-7}T.m/A)(600)(800\times10^{-3}A)}{0/15m}\approx4/0\times10^{-3}T=40G$$

تمرین ۳ـ۵

سیملوله‌ای آرمانی به طول ۴۰/۰cm چنان طراحی شده است که جریان بیشینه‌ای به‌شدّت ۱/۲ A می‌تواند از آن بگذرد. با عبور این جریان از سیملوله، اندازهٔ میدان مغناطیسی درون آن و دور از لبه‌ها ۲۷۰ G می‌شود. تعداد دورهای سیملوله چقدر باید باشد؟

$\pi = 3$

$$B=\frac{\mu_0 NI}{L} \rightarrow N=\frac{BL}{\mu_0 I}=\frac{270\times10^{-4}\times0/4}{4\times3\times10^{-7}\times1/2}=1765 \text{ حلقه}$$



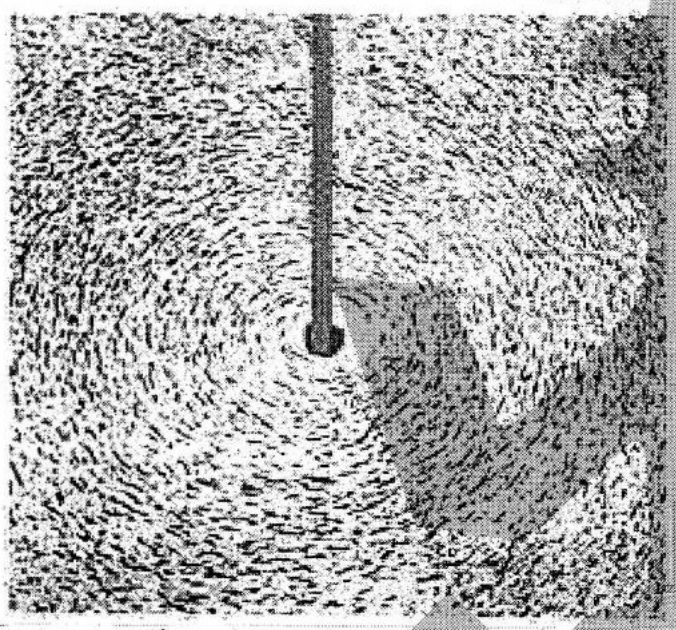
ذره‌ای باردار موازی محور سیملوله حرکت می‌کند. جهت نیروی مغناطیسی وارد بر آن را تعیین نمائید ؟ نیروئی وارد نمی‌شود.

$\theta=0$ $\theta=180$ $F=ILBsin\theta=0$ صفر

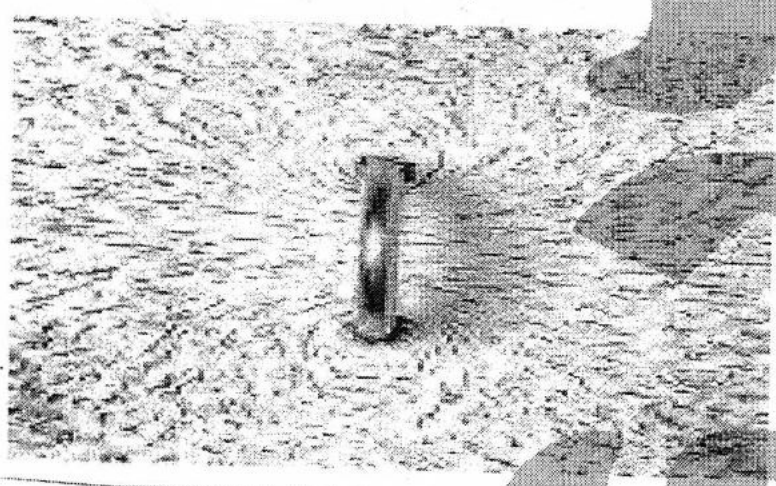
دانلود از اپلیکیشن پادرس

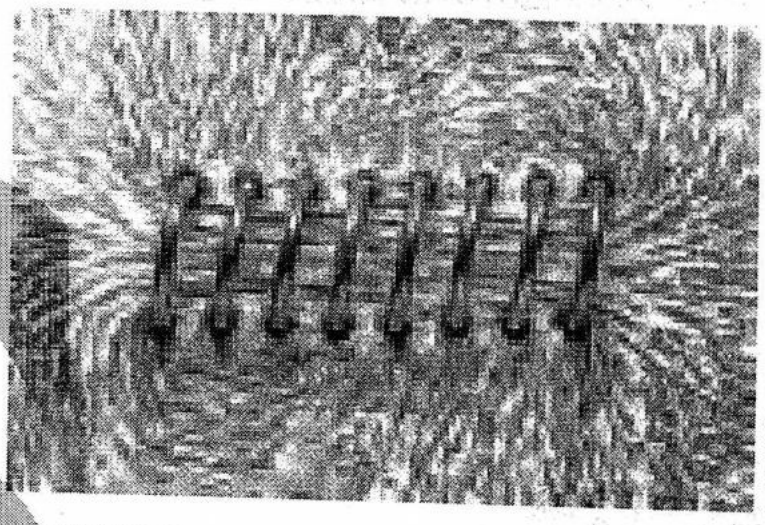
فعالیت ۳ـ۵

آزمایشی را طراحی و اجرا کنید که به کمک آن بتوان با استفاده از برادهٔ آهن، طرح خط‌های میدان مغناطیسی را در اطراف یک سیم بلند (شکل الف)، یک حلقهٔ دایره‌ای (شکل ب) و یک سیملولهٔ حامل جریان (شکل پ) ایجاد کرد.

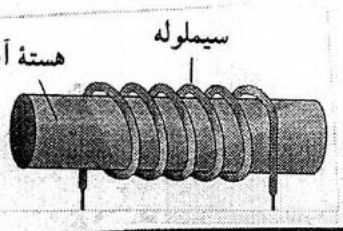


یک مقوای محکم و بدون تا شدگی انتخاب می‌کنیم در حالت اول یک سوراخ (سیم راست) در حالت دوم، دو سوراخ (حلقه) و در حالت سوم، چند دفعه سوراخ (سیملوله) قرار می‌دهیم و سیم مسی محکمی را عبور می‌دهیم براده‌ها را می‌پاشیم و بادت به آرامی ضربه می‌زنیم طرح خطوط قابل مشاهده می‌شود.





سیملوله با هستهٔ آهنی ــ آهنربای الکتریکی : شکل ۳ـ۲۱ الف سیملوله‌ای با یک هستهٔ آهنی را نشان می‌دهد. وقتی جریانی در سیملوله برقرار می‌شود، میدان مغناطیسی سیملوله، در هستهٔ آهنی خاصیت مغناطیسی القا می‌کند و هستهٔ آهنی، آهنربا می‌شود. این آهنربا را آهنربای الکتریکی می‌نامند. آهنربای الکتریکی صنعتی (شکل ۳ـ۲۱ ب) شامل پیچه‌ای حامل جریان است که تعداد دور سیم زیادی دارد و میدان مغناطیسی حاصل از آن قادر است مقدار زیادی میله‌های فولادی و دیگر قُراضه‌های آهن را بلند کند. هر چه تعداد دورهای سیملوله و جریانی که از آن می‌گذرد بیشتر باشد، آهنربای الکتریکی قوی‌تر خواهد بود. وجود هستهٔ آهنی باعث تقویت میدان مغناطیسی سیملوله می‌شود. میدان مغناطیسی سیملولهٔ بدون هستهٔ آهنی به قدری ضعیف است که در عمل کاربردهای کمی دارد.



ب) آهنربای الکتریکی صنعتی

دانلود از اپلیکیشن پادرس

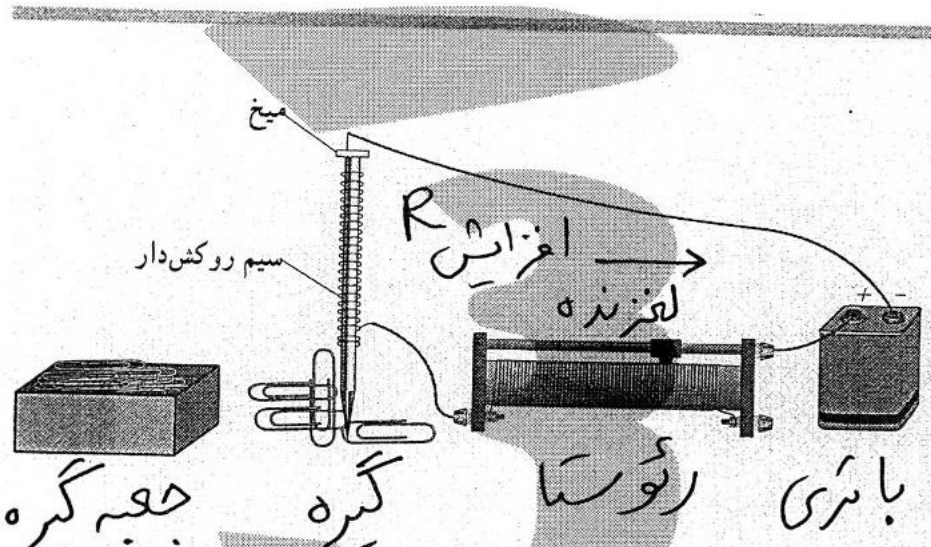
$K > 1$ آهن و $K = 1$ هوا

K ضریب نفوذ مغناطیسی

$B = K \frac{\mu_0 N I}{L}$ وجود هستهٔ آهنی و تأثیر آن در میدان سیملوله

فعالیت ۳ـ۶

قسمتی از سیم نازک روکش‌داری را دور میخ آهنی نسبتاً بلندی بپیچید و مداری مطابق شکل تشکیل دهید. با تغییر مقاومت رئوستا، جریان عبوری از مدار را تغییر دهید. الف) بررسی کنید برای جریان‌های متفاوت، آهنربای الکتریکی چه تعداد گیره فلزی را می‌تواند بلند کند. ب) اگر تعداد دورهای سیم دو برابر شود، نتیجهٔ کار چه تفاوتی خواهد داشت؟



الف) وقتی لغزنده به راست می‌رود R زیاد و I کم و تعداد گیره‌ها کاهش می‌یابد: کم ← $B = \frac{\mu_0 N I}{L}$ ← کم

(ب) وقتی تعداد حلقه‌های دور سیم را دو برابر می‌کنیم B دو برابر می‌شود و تعداد گیره‌ها افزایش می‌یابد.

۳ـ۶ ویژگی‌های مغناطیسی مواد

رفتار آهنرباهای دائمی، نوارهای مغناطیسیِ پشت کارت‌های بانکی و دیسک‌های رایانه‌ای به‌طور مستقیم به ویژگی‌های مغناطیسی مواد بستگی دارد. هنگامی که اطلاعاتی روی نوار مغناطیسیِ پشت کارت‌های بانکی یا یک دیسک رایانه‌ای ذخیره می‌شود آرایه‌ای از هزاران هزار آهنربای دائمی میکروسکوپی روی نوار مغناطیسیِ پشت کارت یا دیسک ایجاد می‌شود. در این بخش، برخی ویژگی‌های مغناطیسی مواد را بررسی می‌کنیم.

موادی را که اتم‌ها یا مولکول‌های سازندهٔ آنها خاصیت مغناطیسی داشته باشند، مواد مغناطیسی می‌نامند. در واقع می‌توان گفت کوچک‌ترین ذرّه‌های تشکیل‌دهندهٔ این مواد (اتم‌ها یا مولکول‌ها) مانند دوقطبی مغناطیسی رفتار می‌کنند. در این کتاب، دوقطبی‌های مغناطیسی را با یک پیکان کوچک نشان داده‌ایم که می‌توانند جهت‌گیری‌های متفاوتی داشته باشند و هرکدام از آنها وابسته به یک اتم یا مولکول‌اند. در ادامه به بررسی برخی از مواد مغناطیسی می‌پردازیم.

مثال‌هائی از کاربرد مغناطیس

عملکرد نوار مغناطیس کارت بانکی

تعریف ماده مغناطیس

سئوال: در یک ماده مغناطیس وجود خاصیت مغناطیس به چه علتی است؟

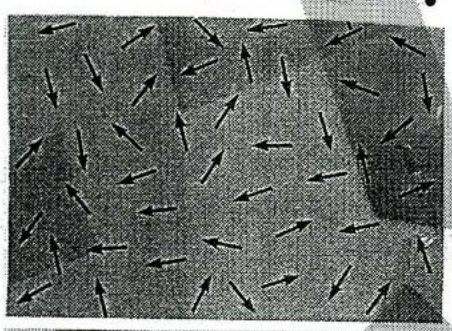
دوقطبی مغناطیسی

S → N

دانلود از اپلیکیشن پادرس

مواد پارامغناطیسی : اتم‌های مواد پارامغناطیسی، خاصیت مغناطیسی دارند اما دوقطبی‌های مغناطیسی وابستهٔ به آنها، به‌طور کاتوره‌ای سمت‌گیری کرده‌اند و میدان مغناطیسی خالصی ایجاد نمی‌کنند (شکل ۳ـ۲۲). با قرار دادن مواد پارامغناطیسی درون میدان مغناطیسی خارجی قوی (مثلاً نزدیک یک آهنربای قوی)، دو قطبی‌های مغناطیسی آنها، مانند عقربهٔ قطب‌نما در نزدیکی آهنربا رفتار می‌کنند و به مقدار مختصری در راستای خط‌های میدان مغناطیسی منظم می‌شوند. با دور کردن آهنربا از این مواد، دوقطبی‌های مغناطیسی آنها، دوباره به‌طور کاتوره‌ای سمت‌گیری می‌کنند.

مواد پارامغناطیسی در حضور میدان‌های مغناطیسی قوی، خاصیت مغناطیسی ضعیف و موقت پیدا می‌کنند. اورانیم، پلاتین، آلومینیم، سدیم، اکسیژن و اکسید نیتروژن از جمله مواد پارامغناطیسی‌اند.

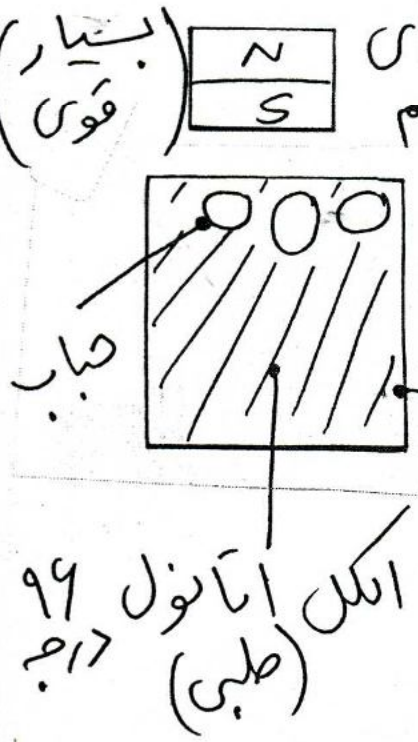


هر ذرهٔ سازندهٔ مواد پارامغناطیسی یک آهنربای میکروسکوپی است.

شکل ۳ـ۲۲ سمت‌گیری کاتوره‌ای دوقطبی‌های مغناطیسی در یک مادهٔ پارامغناطیسی در نبود میدان مغناطیسی

فعالیت ۳ـ۷

یک لولهٔ آزمایش را تا نزدیکی لبهٔ آن از الکل طبی (اتانول ۹۶ درجه) پر کنید. در لوله را ببندید و آن را به‌طور افقی قرار دهید. مطابق شکل، یک آهنربای نئودیمیم را بالای حباب هوای درون لوله بگیرد و به آرامی آهنربا را حرکت دهید. دلیل آنچه را مشاهده می‌کنید در گروه خود به گفت‌وگو بگذارید.



مواد دیامغناطیسی : اتم‌های مواد دیامغناطیسی، نظیر مس، نقره، سرب و بیسموت، به‌طور ذاتی فاقد خاصیت مغناطیسی‌اند. به عبارت دیگر، هیچ یک از اتم‌های این مواد، دارای دوقطبی مغناطیسی خالصی نیستند. با وجود این، حضور میدان مغناطیسی خارجی، می‌تواند سبب القای دوقطبی‌های مغناطیسی در خلاف جهت میدان در مواد دیامغناطیسی شود.

دانلود میدان اپلیکیشن

① مادهٔ پارا مغناطیس وقتی نزدیک آهنربا (میدان خارجی) نباشد دوقطبی‌های کاتوره‌ای و نامنظم دارد و در حضور یک میدان قوی H ←

H ← مواد پارامغناطیسی در حضور میدان‌های مغناطیسی قوی، خاصیت

مثال (پارا مغناطیس) ←

آهنربای نئودیمیم (بسیار قوی) N S

الکل اتانول ۹۶ درجه (طبی) حباب آزمایش لوله

الکل اتانول، دیامغناطیس است و توسط آهنربا رانده می‌شود و موجب می‌شود حباب‌ها به آهنربا جذب گردد

آیا دوقطبی خالص و ذاتی دارند؟

مثال دیامغناطیس ←

* در حضور میدان مغناطیس

چه رفتاری نشان می‌دهند؟

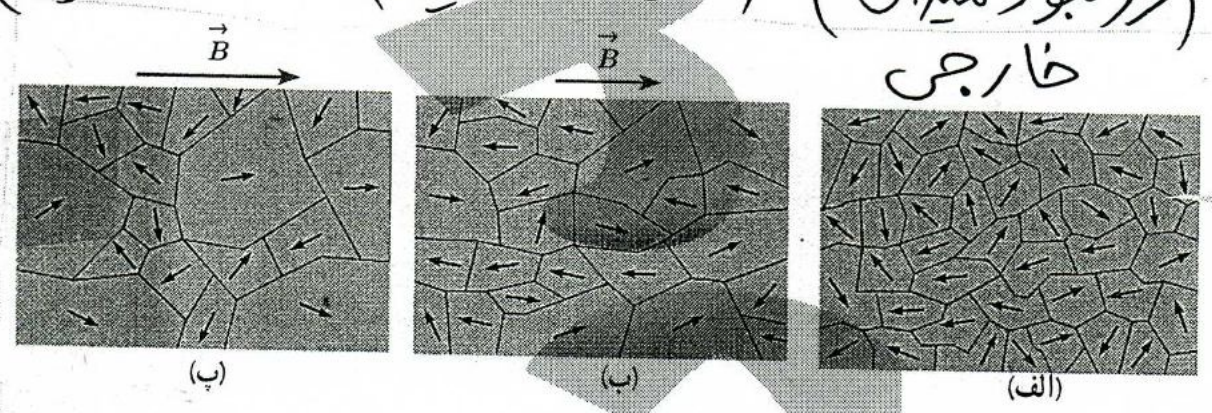
علت قانون لنز است که در این مواد دوقطبی‌های القائی پدید می‌آیند

مواد فرومغناطیسی: نوع دیگری از مواد به نام مواد فرومغناطیسی وجود دارد که اتم‌های آنها به‌طور ذاتی دارای دوقطبی مغناطیسی هستند. آهن، نیکل، کبالت و بسیاری از آلیاژهای دارای این عنصرها فرومغناطیسی‌اند. برهم‌کنش‌های قوی بین دوقطبی‌های مغناطیسی در این مواد موجب می‌شود که این دوقطبی‌ها، حتی در نبود میدان خارجی، در ناحیه‌هایی که حوزه‌های مغناطیسی نامیده می‌شود، همسو شوند. نمونه‌ای از ساختار حوزه‌ها در مواد فرومغناطیسی در شکل ۳ـ۲۳ الف نشان داده شده است. درون هر حوزه تقریباً از مرتبه 10^{19} اتم وجود دارد که دوقطبی‌های مغناطیسی وابسته به آنها هم‌جهت‌اند.

چرا وجود آهنربا این مواد را آهنربا می‌کند؟

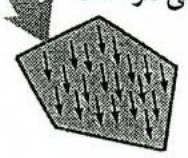
مواد فرومغناطیسی را می‌توان با قرار دادن در یک میدان مغناطیسی، آهنربا کرد. اثر میدان مغناطیسی خارجی بر حوزه‌های مغناطیسی باعث می‌شود که دوقطبی‌های مغناطیسی هر حوزه تحت‌تأثیر میدان مغناطیسی قرار گیرند و جهت آنها به جهت میدان خارجی متمایل شود. به این ترتیب، حوزه‌هایی که نسبت به میدان همسو هستند، رشد می‌کنند و حجمشان زیاد می‌شود. از سوی دیگر حجم حوزه‌هایی که سمت‌گیری آنها در راستای میدان نیست، کم می‌شود. در این فرایند، مرز بین بیشتر حوزه‌ها جابه‌جا می‌شود، و ماده خاصیت آهنربایی پیدا می‌کند. شکل ۳ـ۲۳ ب یک مادهٔ فرومغناطیسی را در یک میدان مغناطیسی خارجی ضعیف و شکل ۳ـ۲۲ پ در یک میدان مغناطیسی خارجی قوی‌تر نشان می‌دهد.

(در نبود میدان خارجی) (میدان ضعیف) (میدان قوی)



شکل ۳ـ۲۳ (الف) مادهٔ فرومغناطیسی در نبود میدان مغناطیسی خارجی. (ب) مادهٔ فرومغناطیسی در حضور میدان مغناطیسی خارجی ضعیف. (پ) مادهٔ فرومغناطیس در حضور میدان مغناطیسی خارجی قوی.

ابعاد حوزه‌ها از مرتبهٔ دهم تا هزارم میلی‌متر است.



حوزه‌های مغناطیسیِ برخی از مواد فرومغناطیسی، در حضور میدان مغناطیسی خارجی به سهولت تغییر می‌کند و ماده به‌سادگی آهنربا می‌شود و با حذف میدان خارجی نیز، خاصیت آهنربایی خود را به‌آسانی از دست می‌دهد. این مواد را مواد فرومغناطیسی نرم می‌نامند. از این مواد در ساخت هستهٔ پیچه‌ها و سیملوله‌ها استفاده می‌شود. مواد فرومغناطیسی نرم برای ساختن آهنرباهای الکتریکی (آهنرباهای غیردائم) نیز مناسب‌اند (چرا؟). برخی مواد دیگر مانند فولاد (آهن به اضافهٔ ۲ درصد کربن)، آلیاژهای آهن، کبالت و نیکل به سختی آهنربا می‌شوند؛ یعنی در حضور میدان مغناطیسی خارجی، حجم حوزه‌ها در آنها به سختی تغییر می‌کند. این مواد را مواد فرومغناطیسی سخت می‌نامند. در این مواد، سمت‌گیری دوقطبی‌های مغناطیسی حوزه‌ها پس از حذف میدان خارجی، تا مدت زمان زیادی، تقریباً بدون تغییر باقی می‌ماند. به‌عبارت دیگر، پس از حذف میدان خارجی، مادهٔ فرومغناطیسی سخت، خاصیت آهنربایی خود را تا اندازهٔ قابل توجهی حفظ می‌کند. به همین دلیل، این مواد برای ساختن آهنرباهای دائمی مناسب‌اند.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

اشباع یا max یا بیشینه مغناطیسی

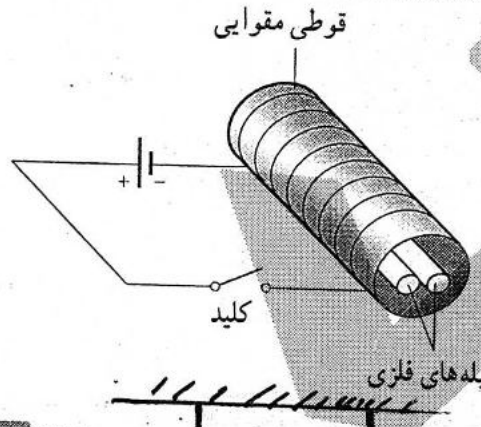
برای خاصیت آهنربایی هر مادهٔ فرومغناطیسی، مقدار اشباع یا بیشینه‌ای وجود دارد. این وضعیت هنگامی به‌وجود می‌آید که مادهٔ فرومغناطیسی در یک میدان مغناطیسی بسیار قوی قرار گیرد؛ به‌طوری که درصد بالایی از دوقطبی‌های مغناطیسی حوزه‌ها به موازات یکدیگر هم‌خط شوند. به عبارت دیگر، حجم حوزه‌هایی که با میدان مغناطیسی خارجی همسو هستند، به بیشترین مقدار خود برسد.

پرسش ۳ـ۹

دو میلهٔ فلزی بلند مطابق شکل روبه‌رو درون سیملوله‌ای که دور یک قوطی مقوایی پیچیده شده است قرار دارند. با بستن کلید و عبور جریان از این سیملوله، مشاهده می‌شود که دو میله از یکدیگر دور می‌شوند. وقتی کلید باز و جریان در مدار قطع می‌شود، میله‌ها به محل اولیه باز می‌گردند.

الف) چرا با عبور جریان از پیچه، میله‌ها از یکدیگر دور می‌شوند؟

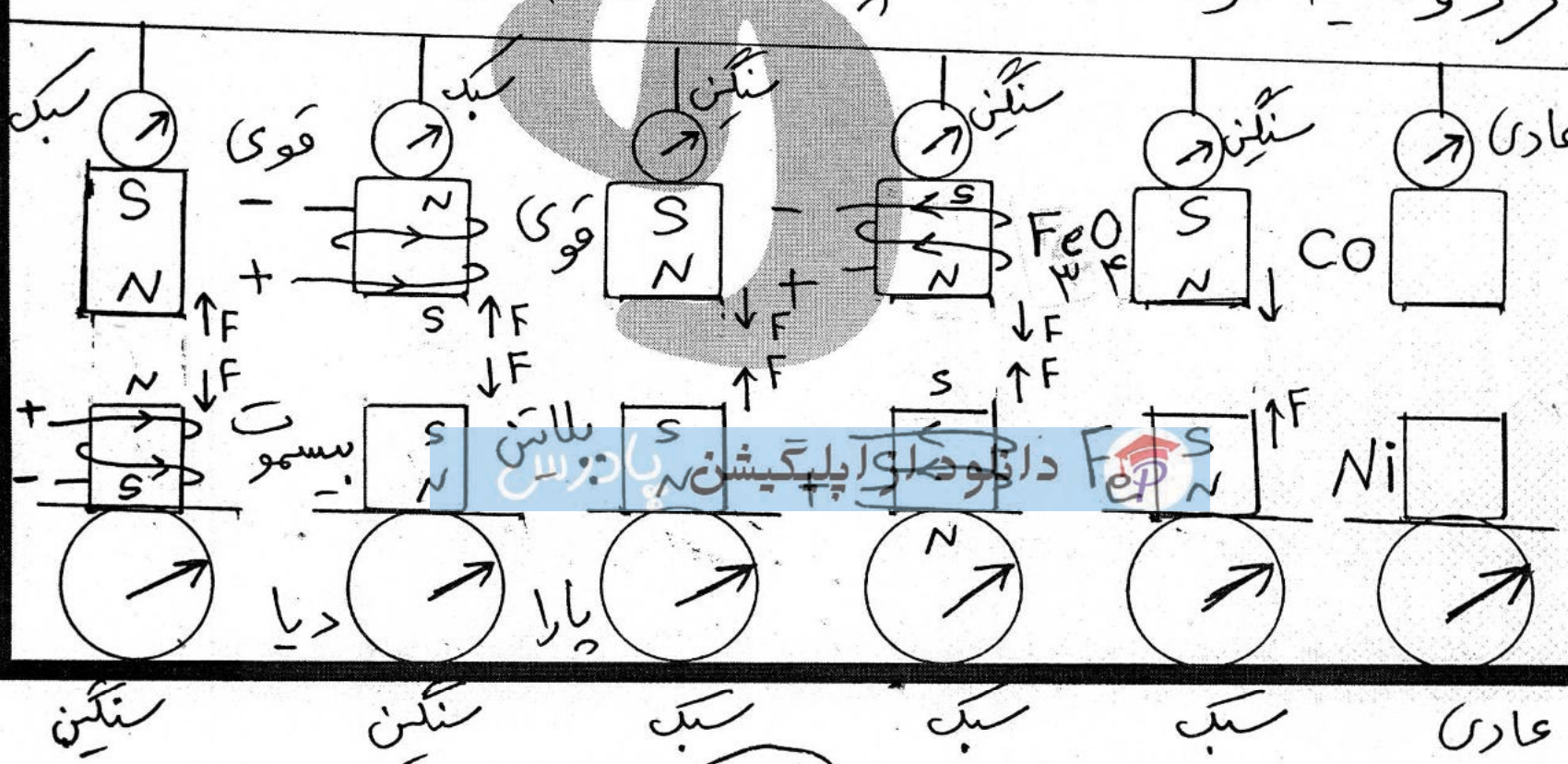
ب) با دلیل توضیح دهید میله‌های فلزی از نظر مغناطیسی در کدام دسته قرار می‌گیرند.



اگر هردو آهن باشند تا وقتی جریان وجود دارد، دافعه و پس از قطع جریان به حالت عادی اولیه برمی‌گردند

اگر یکی آهن و دیگری فولاد پس از قطع آهن به فولاد جذب می‌شود (قبل از قطع، دافعه)

اگر دو میله فولاد باشند پس از قطع هم نیروی دافعه هست



دانلود از سایت آپلیکیشن یار