مغناطیس و قطب های مغناطیسی

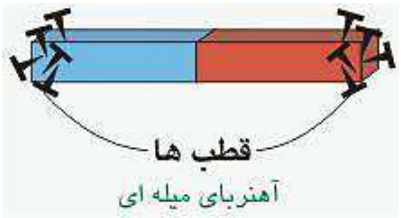
دست کم ۲۵۰۰ سال پیش در نزدیکی شهر باستانی مگنسیا (که نام امروزی آن مانیسا و در غرب ترکیه واقع است) آثار مغناطیسی در تکه هایی از سنگ آهن مغناطیسی شده مشاهده شد. این تکه ها نمونه هایی هستند از چیزی که امروزه آهنربای دائمی خوانده می شود چینی های باستان نیز باویژگی های مغناطیسی برخی از سنگ های آهنربایی آشنایی داشتند و از آنها در ساخت قطب نما برای جهت یابی استفاده می کردند.

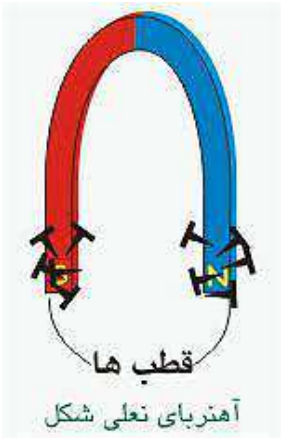
سنگ آهنربای طبیعی

تالس که از او به عنوان پدر علم یونان یادمی شود، مادهٔ کانی مگنتیت Fe_3O_4 را که ویژگی آهنربایی دارد می شناخت .

قطب های آهنربا

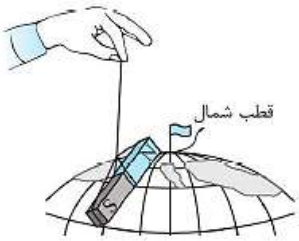
در آهنربا، دو ناحیه وجود داردکه خاصیت مغناطیسی درآنجا بسیار بیشتر ازقسمت های دیگر است.

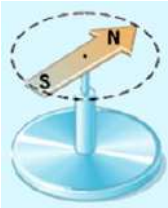


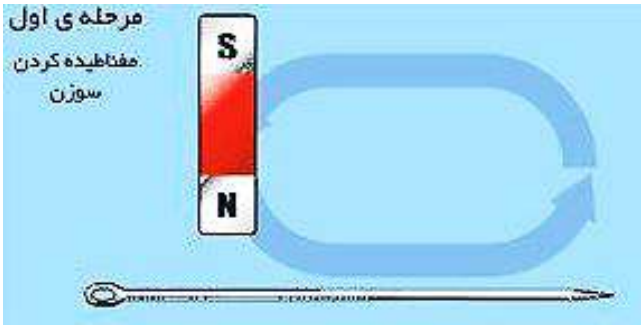


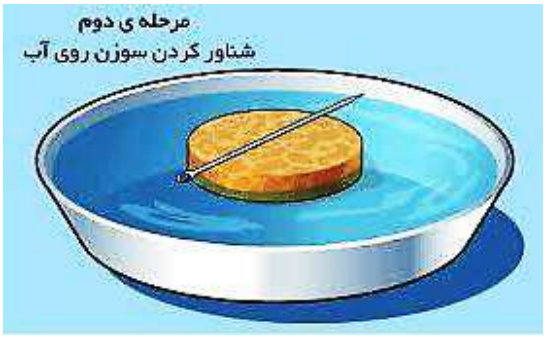
قطب‌های هم‌نام دو آهن‌ربا یکدیگر را دفع و قطب‌های ناهم‌نام آن‌ها یکدیگر را جذب می‌کنند.

نامگذاری قطب های آهنربا: اگر یک آهن‌ربای میله‌ای را (مطابق شکل‌های روبه‌رو) در وضعیتی قرار دهیم که بتواند به طور آزادانه بچرخد، پس از چند نوسان در راستای تقریبی بین شمال و جنوب جغرافیایی آرام می‌گیرد. قطبی را که به سمت شمال نشانه رفته است، قطب شمال یا قطب N و قطبی را که به سمت جنوب گرایش دارد، قطب جنوب یا قطب S می‌گویند.

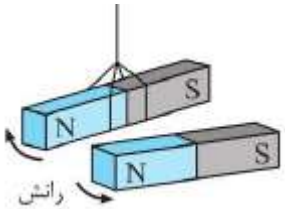


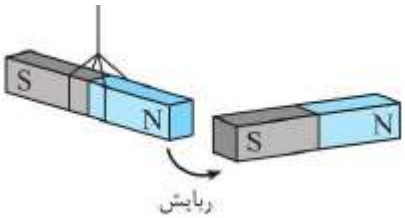






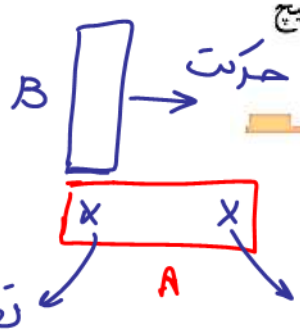
روش دیگر: البته برای تشخیص قطب‌های آهن‌ربا می‌توان از آهن‌ربایی با قطب‌های معلوم هم استفاده کرد. با توجه به این‌که قطب‌های هم‌نام یکدیگر را دفع و قطب‌های ناهم‌نام یکدیگر را جذب می‌کنند، نوع قطب‌های آهن‌ربای مجهول، معلوم می‌شود.

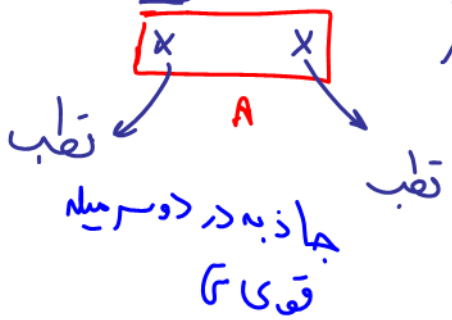




پرسش ۳-۱

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.





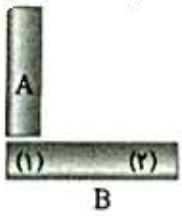
A آهنربا می باشد

جاذبه در دو سر میله قوی تر

میله B آهن است

جاذبه یکسان

❖ مطابق شکل زیر، میلهٔ A را به‌صورت عمودی روی میلهٔ B می‌کشیم. در نقطهٔ (۱) نیروی جاذبهٔ مغناطیسی میان دو میله زیاد بوده و با حرکت به سمت نقطهٔ (۲)، نیروی مغناطیسی بین دو میله کاهش می‌یابد؛ در این صورت الزاماً .....



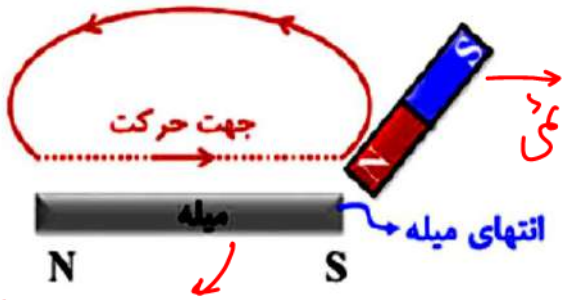
۱) میلهٔ A آهنربا است و قطب پایینی آن N است.

۲) میلهٔ A آهنربا است اما قطب‌های آن قابل تشخیص نیست.

✓ ۳) میلهٔ B آهنربا است اما قطب‌های آن قابل تشخیص نیست.

۴) میلهٔ B آهنربا است و قطب سمت راست آن N است.

روش ایجاد خاصیت مغناطیسی

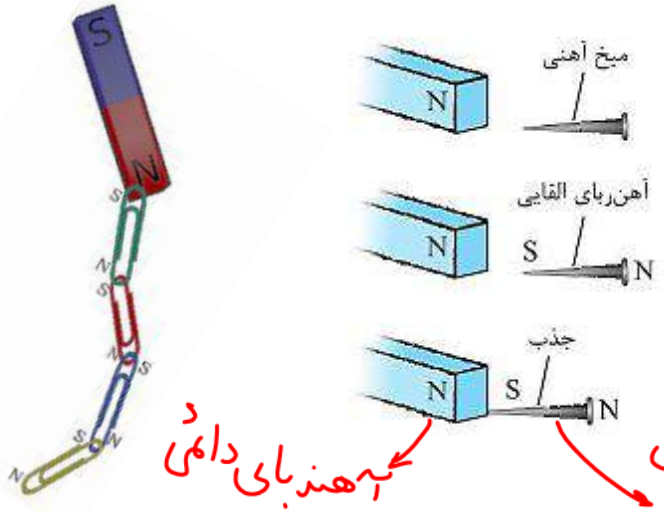


آهنربای دائمی

آهنربای مالشی (موقت)

الف) روش مالش: وقتی یک آهنربای دائمی را مطابق شکل چندین بار در یک جهت روی سوزن ته‌گرد بکشید، سوزن برای مدتی آهنربا می‌شود و قطب‌های سوزن مطابق شکل خواهد بود.

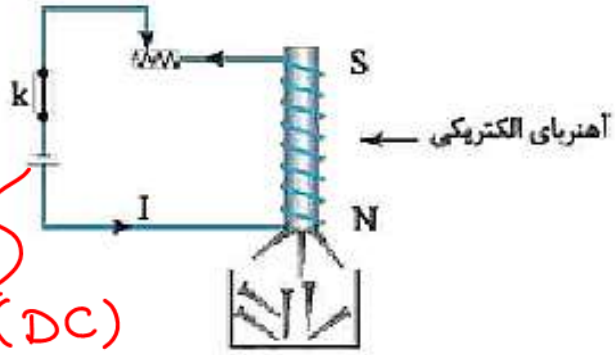
در روش مالش همواره آن سری که مالش آهنربا از آن‌جا آغاز می‌شود، قطب همنام آهنربا ایجاد می‌شود.



آهنربای دائمی

آهنربای القایی

ب) روش القای مغناطیسی: هرگاه یک آهنربا را مطابق شکل به میخ آهنی نزدیک کنیم، میخ در اثر القا ابتدا آهنربا شده و سپس جذب آهنربا می‌شود: در القای مغناطیسی همواره ربایش رخ می‌دهد.



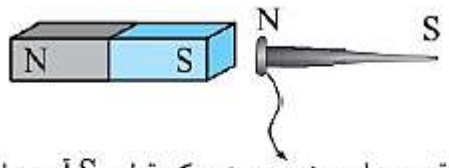
(DC)

جریان مستقیم

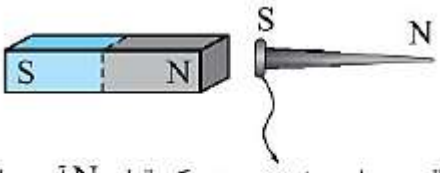
(باتری)

پ) جریان الکتریکی: با عبور جریان الکتریکی از سیم، مطابق شکل از میخی که دور آن سیم پیچیده شده باشد، آهنربای الکتریکی ساخته می‌شود:

❖ چرا در پدیدهٔ القای مغناطیسی همواره جذب وجود دارد؟

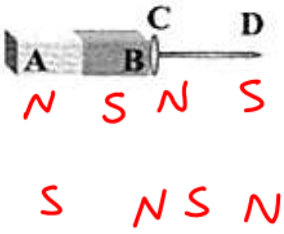


این قسمت از میخ چون نزدیک قطب S آهن‌رباست به قطب N تبدیل می‌شود.



این قسمت از میخ چون نزدیک قطب N آهن‌رباست به قطب S تبدیل می‌شود.

❖ مطابق شکل زیر یک میخ آهنی توسط یک آهن‌ربای میله‌ای جذب شده است. کدام‌یک از گزینه‌های زیر در مورد این شکل نادرست است؟



۱) اگر A قطب N آهن‌ربا باشد، D قطب S می‌باشد. ✓

۲) اگر B قطب N آهن‌ربا باشد، D نیز قطب N می‌باشد. ✓

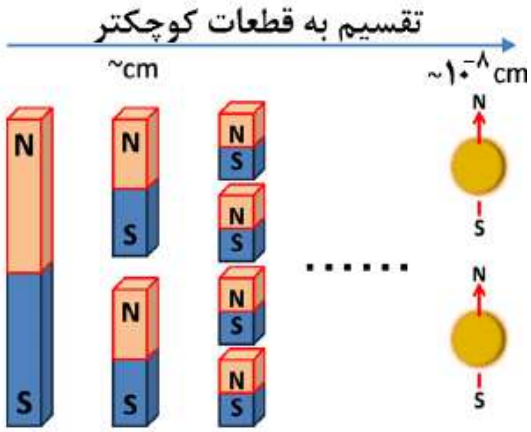
۳) قسمت‌های A و C حتماً هم‌نام خواهند بود. ✓

۴) اگر D قطب S باشد، A نیز قطب S خواهد بود. ✗

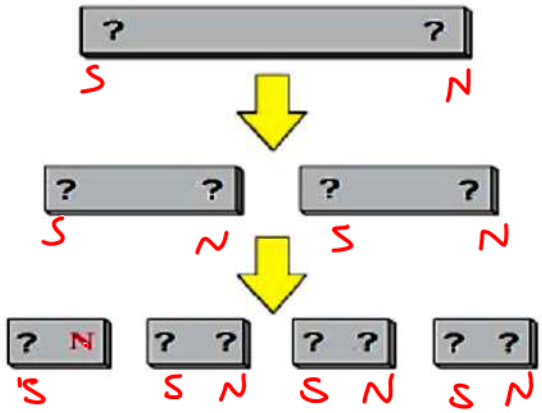
تک‌قطبی مغناطیسی نداریم: اگر یک آهن‌ربا را دو نیم کنیم، هر قسمت، یک آهن‌ربای کامل با قطب‌های N و S خواهد بود

قطب‌های مغناطیسی همواره با هم وجود دارند و تک‌قطبی مغناطیسی (N خالی یا S خالی) وجود ندارد.

❖ دریافت خود را از شکل زیر بیان کنید.



❖ قطب های مجهول را کامل کنید.

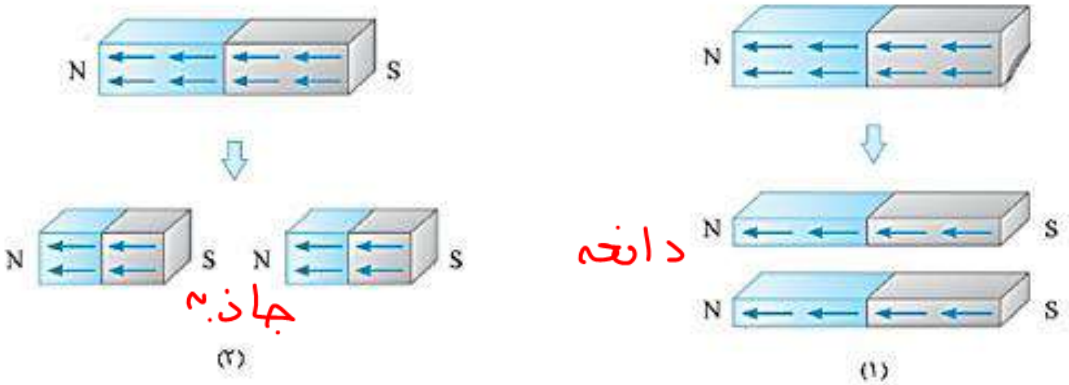


❖ شکل زیر، دو آهنربای میله‌ای مشابه را نشان می‌دهد که هر کدام روی امتداد خط‌چین برش داده شده است. در کدام شکل دو قطعهٔ ایجاد شدهٔ هر آهنربا همدیگر را جذب می‌کنند و مجدداً از محل برش به هم می‌چسبند؟

۱) ۲ ✓
۲) ۱
۳) هر دو حالت
۴) هیچ‌کدام

(۱) (۲)

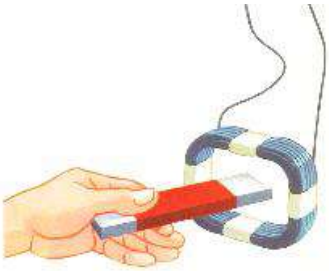
دافعه جاذبه



(۲) (۱)

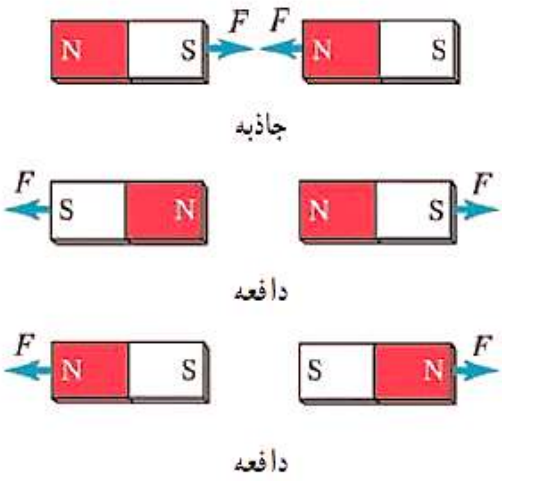
جاذبه دافعه

❖ عوامل تضعیف آهنربا چیست؟

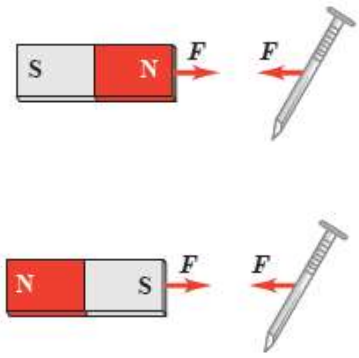


میدان مغناطیسی

آهنربا در فضای اطراف خودش خاصیتی ایجاد می کند که سبب جذب میخ شده و یا به آهنر با های دیگر نیرو وارد می کند به این خاصیت میدان مغناطیسی می گویند کمیتی برداری است و آن را با نماد $\vec{B}$ نمایش می دهند.



۲) آهن‌رباهای اطرافش را جذب یا دفع می‌کند.

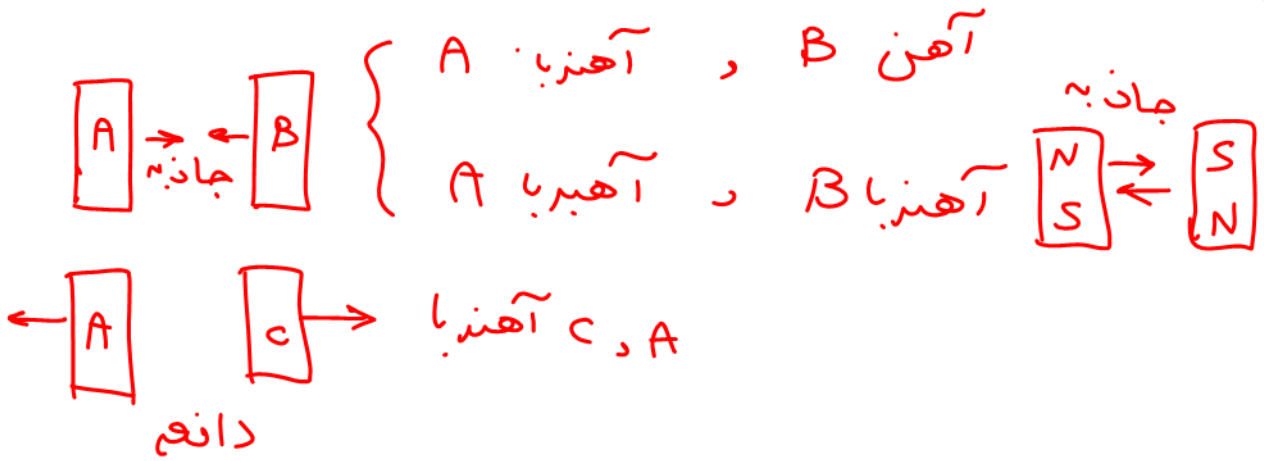


۱) قطعه‌های آهنی اطرافش را جذب می‌کند.

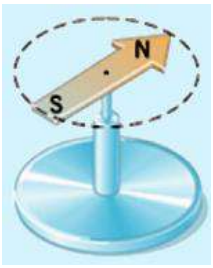
یکای میدان مغناطیسی: یکای میدان مغناطیسی در SI، تسلا (T) است. تسلا یکای بزرگی است میدان مغناطیسی یکای کوچک‌تر دیگری به نام گاوس (G) هم دارد که بسیار پرکاربرد است

$1\,G = 10^{-4}\,T$ $\quad 1T = 10^{4}\,G$

❖ میلهٔ فلزی A ، میلهٔ فلزی B را جذب و میلهٔ فلزی C را دفع می‌کند. در مورد خاصیت مغناطیسی سه میله چه می‌توان گفت؟



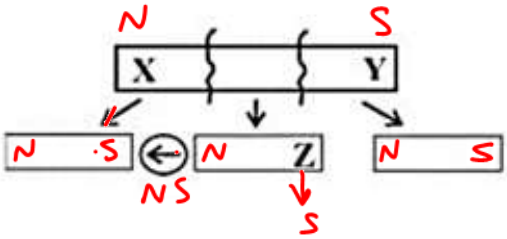
قطب‌نما: قطب‌نما در واقع یک آهن‌ربای بسیار نازک است که عقربهٔ مغناطیسی آن در پاسخ به میدان مغناطیسی محیط، می‌تواند آزادانه حول یک محور بچرخد. عقربهٔ مغناطیسی قطب‌نما را معمولاً به شکل «N ⟵ S» یا «» نشان می‌دهند.



جغرافیایی

جغرافیایی

❖ **یک آهن‌ربای میله‌ای با قطب‌های نامشخص را مطابق شکل زیر به سه آهن‌ربای کوچک‌تر تبدیل می‌کنیم و با فاصله‌ای کم نسبت به هم قرار می‌دهیم. با توجه به جهت قرارگرفتن عقربهٔ قطب‌نما، قطب‌های X ، Y و Z به‌ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟**



۱) N ، S ، N

۲) S ، S ، N ✓

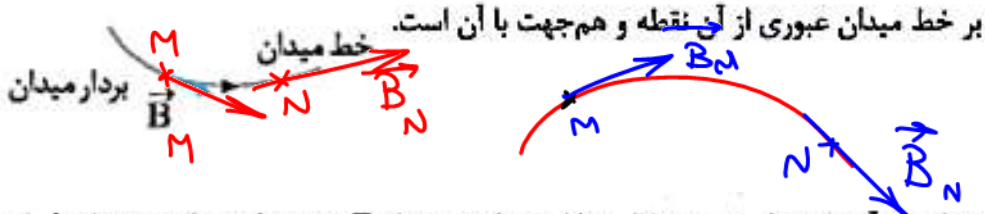
۳) S ، N ، S

۴) N ، N ، S

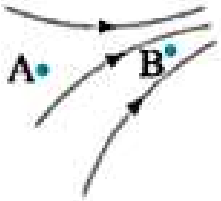
نمایش میدان مغناطیسی

میدان مغناطیسی را نیز مانند میدان الکتریکی با خطوطی نمایش می‌دهند که به آن‌ها خط‌های میدان مغناطیسی می‌گویند.

۱) بردار میدان در هر نقطه، مماس بر خط میدان عبوری از آن نقطه و هم‌جهت با آن است.

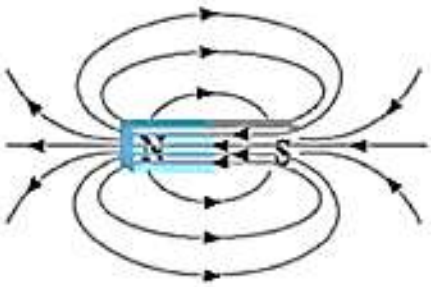


۲) تراکم خطوط، نشان‌دهندهٔ بزرگی میدان در آن ناحیه است. در شکل مقابل میدان در نقطهٔ B قوی‌تر از میدان در نقطهٔ A است.



$B_A = ۰/۰۵T$ $B_B > ۰/۰۵T$

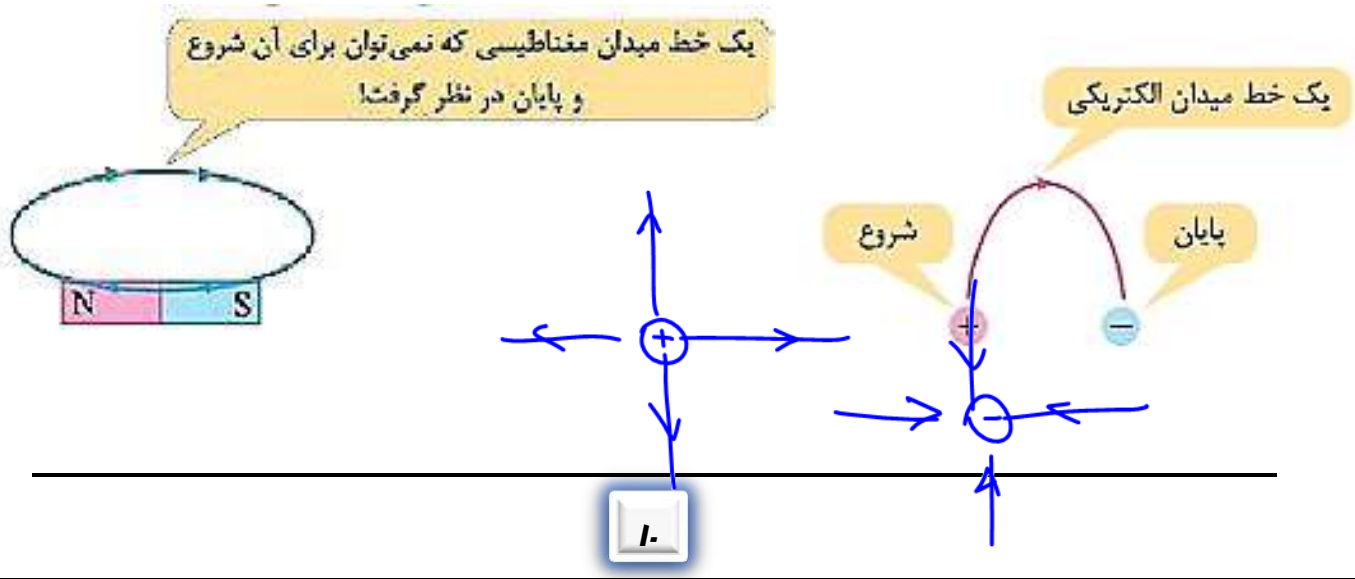
۳) خطوط میدان در خارج آهنربا خلاف جهت خطوط میدان داخل آهنربا است. به طوری‌که مطابق شکل در داخل آهنربا، میدان مغناطیسی از S به N و در خارج آن از N به S است.



۴) خط‌های میدان یکدیگر را قطع نمی‌کنند.

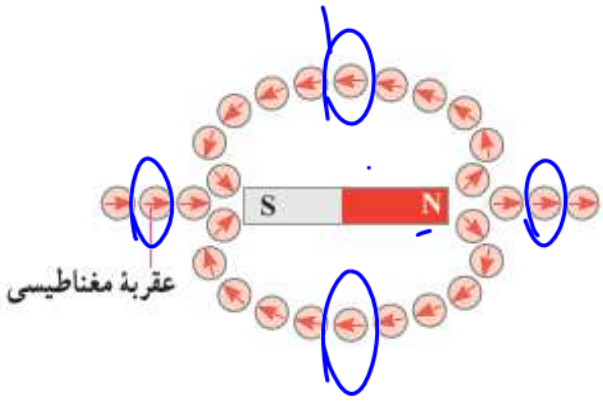
۵) خط‌های میدان مغناطیسی خطوط بسته‌ای هستند، یعنی سر و ته ندارند.

خط‌های میدان الکتریکی در تمام حالات الکتریسیتهٔ ساکن خطوط بازی هستند.



تعیین جهت میدان مغناطیسی به کمک عقربهٔ مغناطیسی

خط های میدان مغناطیسی در هر نقطه در جهت عقربهٔ مغناطیسی اند و از قطب N خارج و به قطبS وارد می شوند.

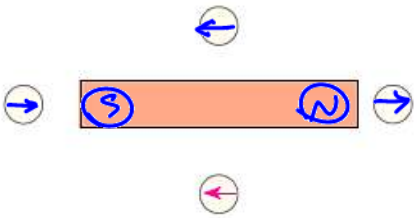


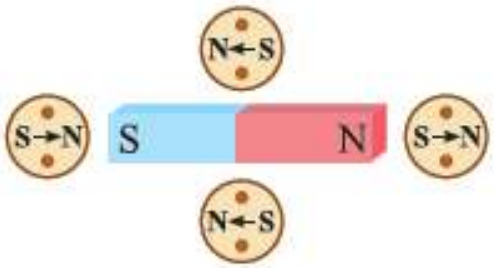
پرسش ۳ـ ۳

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؟

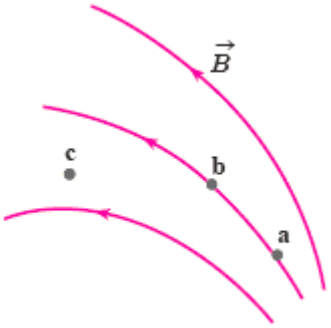
(ب) جهت‌گیری عقربه‌های مغناطیسی را در دیگر مکان‌های روی شکل تعیین کنید.

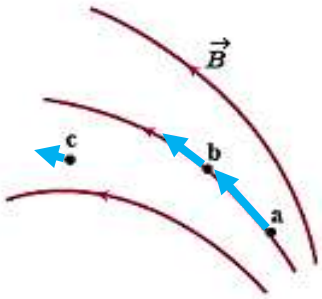




پرسش ۳ـ۳

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.





❖ «آهن‌ربای تک‌قطبی وجود ندارد.» این جمله با کدام‌یک از جمله‌های زیر معادل است؟

۱) خط‌های میدان مغناطیسی هم‌دیگر را قطع نمی‌کنند.

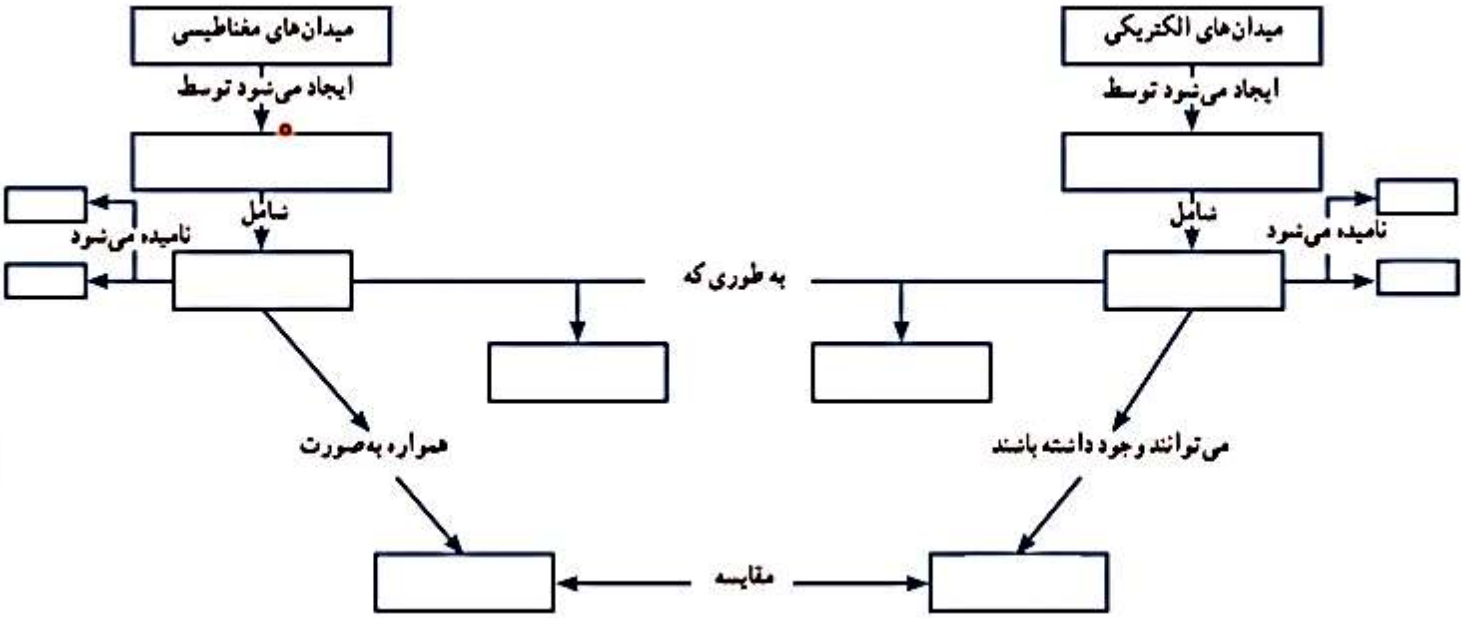
✓ ۲) خط‌های میدان مغناطیسی به‌صورت یک مسیر بسته هستند.

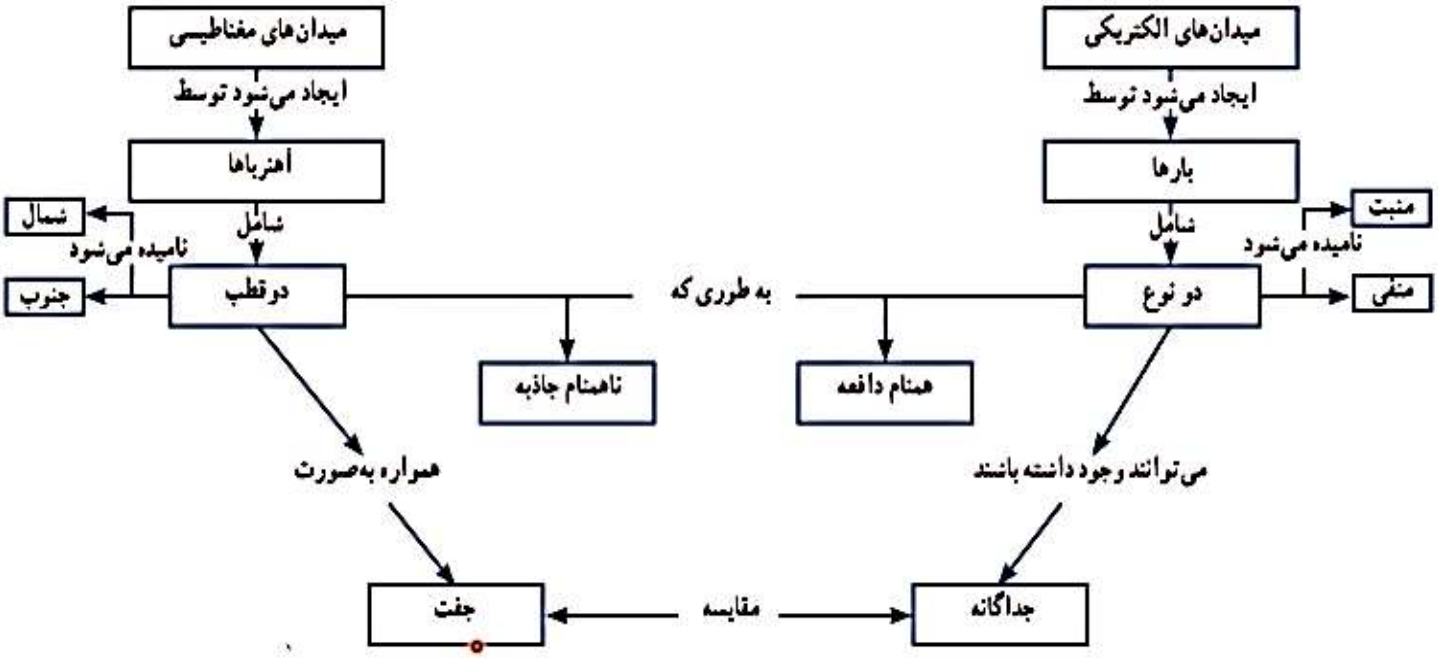
۳) خط‌های میدان مغناطیسی از همه‌ی موارد عبور می‌کنند.

۴) خط‌های میدان مغناطیسی در نزدیکی آهن‌ربا فشرده‌تر می‌شوند.

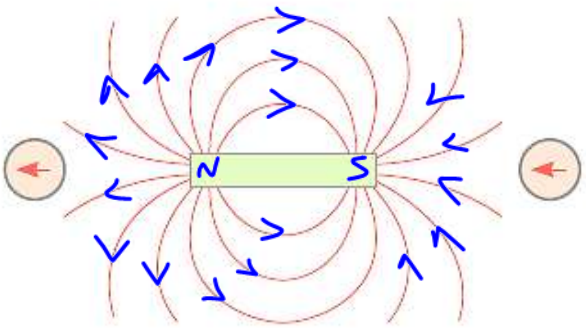
جمله درستی است ولی دلیل تک‌قطبی بودن نیست

مقایسهٔ میدان الکتریکی و میدان مغناطیسی





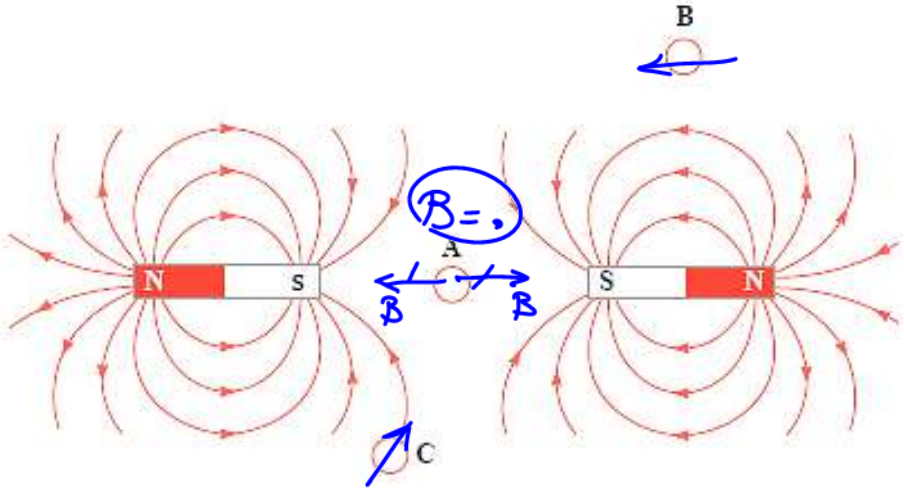
۱ با توجه به جهت‌گیری عقربه‌های مغناطیسی در شکل زیر، قطب‌های آهنربای میله‌ای و جهت خط‌های میدان مغناطیسی را تعیین کنید.



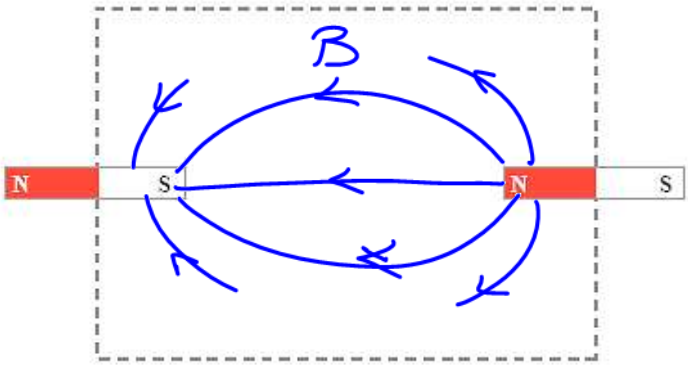
۲ شکل زیر، خط‌های میدان مغناطیسی را در نزدیکی دو آهنربای میله‌ای نشان می‌دهد.

الف) دربارهٔ میدان مغناطیسی در نقطهٔ A چه می‌توان گفت؟

ب) با رسم شکل نشان دهید عقربهٔ قطب‌نما در نقطه‌های B و C به ترتیب در کدام جهت قرار می‌گیرد؟



پ) اگر مانند شکل زیر یکی از آهنرباها را بچرخانیم تا جای قطب‌های آن عوض شود، خط‌های میدان مغناطیسی را در ناحیهٔ نقطه‌چین رسم کنید.



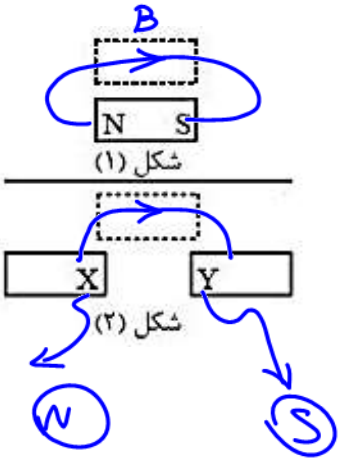
❖ قطب‌های X و Y چه باشند تا خطوط میدان مغناطیسی درون کادر دو شکل تقریباً یکسان باشند؟

۱) $X = N$ و $Y = S$ ✓

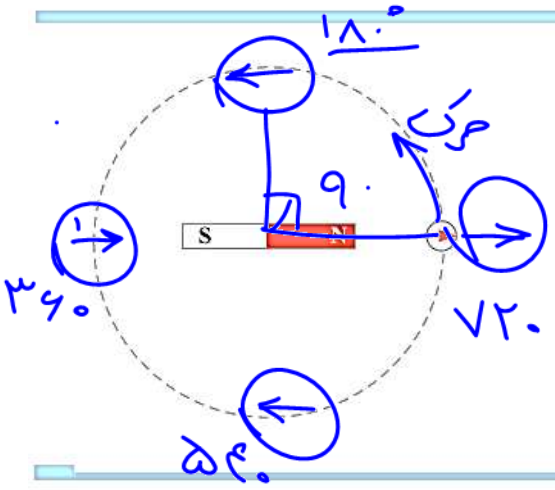
۲) $X = Y = N$

۳) $X = S$ و $Y = N$

۴) $X = Y = S$

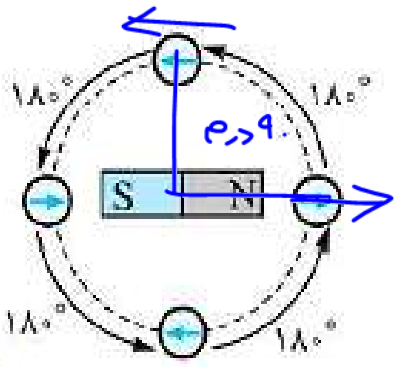


فعالیت ۳ـ۲



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.

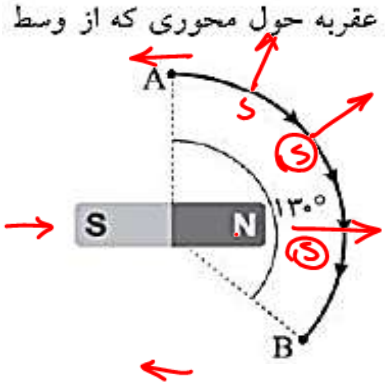
پاسخ) اگر قطب‌نمایی را در اطراف یک آهنربا مطابق شکل روی محیط دایرهٔ خط‌چین یک دور کامل حرکت دهیم، عقربهٔ قطب‌نما 720° دوران می‌کند.



اگر یک قطب‌نما را اطراف یک آهنربا α درجه بچرخانیم، عقربهٔ آن 2α درجه می‌چرخد:

$\alpha = 90^\circ \Rightarrow$ عقربهٔ مغناطیسی 180° می‌چرخد.

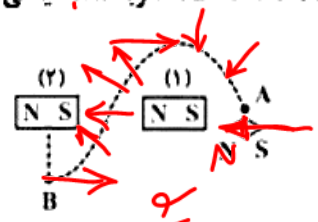
❖ مطابق شکل، عقربهٔ مغناطیسی را روی مسیر نشان داده شده از A تا B انتقال می‌دهیم. عقربه حول محوری که از وسط آن می‌گذرد، چند درجه و در چه جهتی می‌چرخد؟



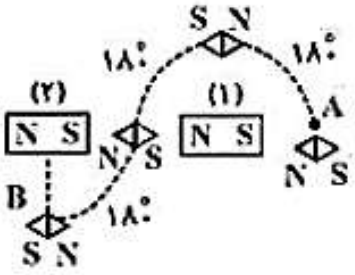
۱) ۱۳۰ - ساعتگرد
۲) ۲۶۰ - ساعتگرد
۳) ۱۳۰ پادساعتگرد
۴) ۲۶۰ - پادساعتگرد

$۱۳۰ \times ۲ = ۲۶۰$

❖ با حرکت یک عقربهٔ مغناطیسی روی مسیر مشخص شده از نقطهٔ A تا نقطهٔ B، عقربهٔ مغناطیسی در نقطهٔ B نسبت به نقطهٔ A چند درجه دوران کرده است؟ (قدرت آهنربای ۱ = قدرت آهنربای ۲)



۱) ۹۰
۲) ۱۸۰
۳) ۲۷۰
۴) ۳۶۰

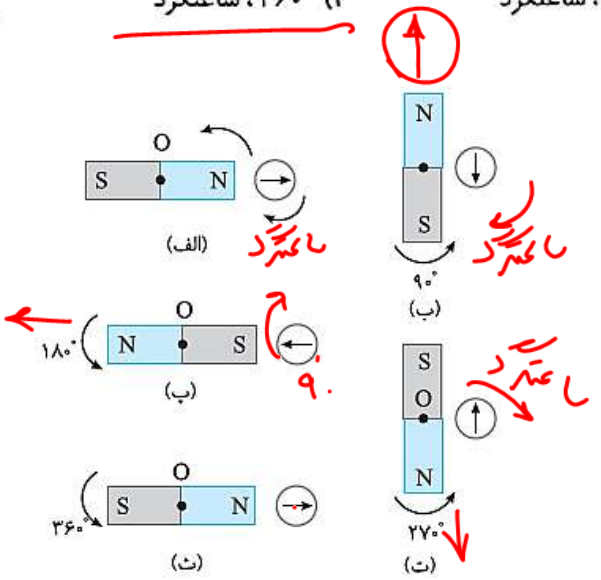


۱۸۰ اول ← پادساعتگرد
۱۸۰ دوم ← " "
۱۸۰ سوم ← ساعتگرد

$۴۶۰ - ۱۸۰ = ۱۸۰$
پادساعتگرد

❖ یک آهنربای میله‌ای روی سطح افقی قرار دارد و یک قطب‌نما مطابق شکل، مقابل آن قرار داده‌ایم. اگر آهنربا حول محور O یک دور پادساعتگرد بچرخد، عقربهٔ قطب‌نما چند درجه و در چه سویی می‌چرخد؟

۱) ۷۲۰°، پادساعتگرد
۲) ۳۶۰°، پادساعتگرد
۳) ۷۲۰°، ساعتگرد
۴) ۳۶۰°، ساعتگرد

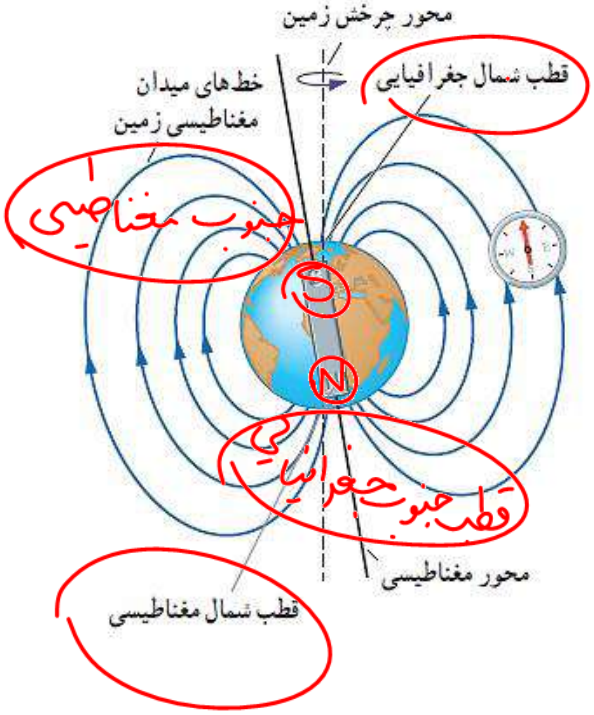


ساعتگرد
ساعتگرد
۹۰
ساعتگرد

میدان مغناطیسی زمین

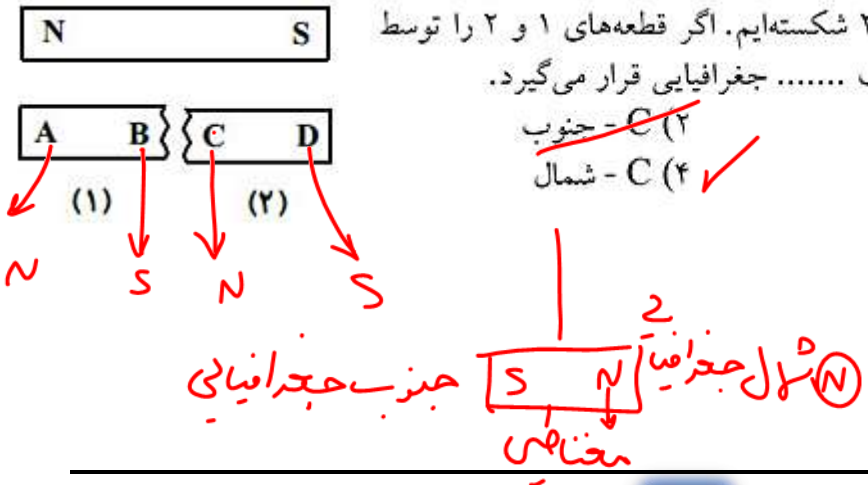
اگر زمین را به یک آهنربای بزرگ تشبیه کنیم، آن‌گاه قطب N آن در جنوب جغرافیایی و قطب S در شمال جغرافیایی قرار می‌گیرد. البته قطب S دقیقاً در شمال جغرافیایی نیست و عقربهٔ مغناطیسی در جهت واقعی جغرافیایی قرار نمی‌گیرد به طوری‌که قطب جنوب مغناطیسی تقریباً در فاصلهٔ ۱۸۰۰ کیلومتری قطب شمال جغرافیایی است. ولی به طور تقریبی و در این کتاب جهت میدان مغناطیسی زمین در هر نقطه از سطح زمین به طرف قطب شمال جغرافیایی زمین است.

میدان مغناطیسی زمین به طور نامنظم بین ده هزار تا یک میلیون سال به طور کامل وارون می‌شود.

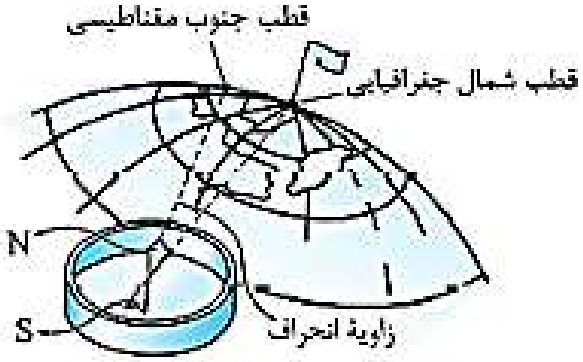


❖ در شکل مقابل، آهنربا را به دو قطعهٔ ۱ و ۲ شکسته‌ایم. اگر قطعه‌های ۱ و ۲ را توسط نخی آویزان کنیم، سر ..... به سمت قطب ..... جغرافیایی قرار می‌گیرد.

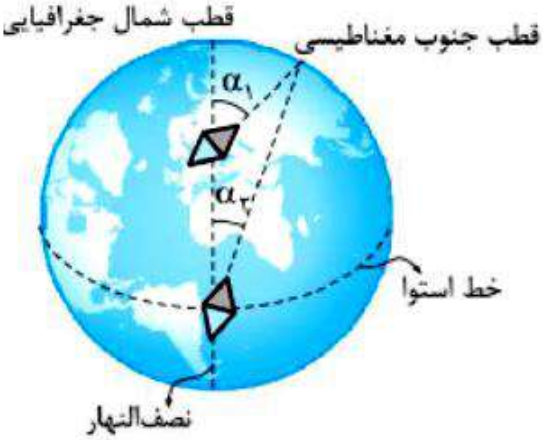
۱) A - جنوب
۲) C - جنوب
۳) B - شمال
۴) C - شمال



انحراف مغناطیسی: با توجه به این‌که راستای شمال ـ جنوب میدان مغناطیسی زمین بر راستای شمال ـ جنوب جغرافیایی منطبق نیست، عقربهٔ مغناطیسی قطب‌نما در راستای شمال ـ جنوب جغرافیایی قرار نمی‌گیرد و اصطلاحاً مقداری انحراف دارد.

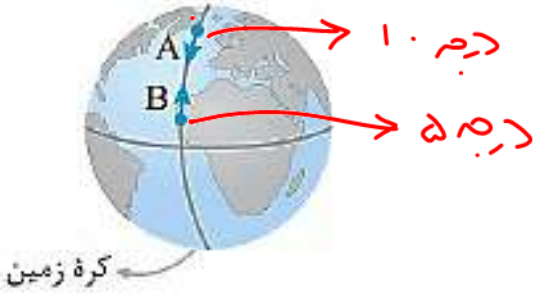


❖ دریافت خود را از شکل زیر بیان کنید.



❖ دو کشتی A و B بر روی یک نصف‌النهار در یک نیم‌کرهٔ زمین به طرف یکدیگر در حال حرکت بوده و انحراف مغناطیسی عقربه قطب‌نمای آن‌ها به‌ترتیب ۱۰ و ۵ درجه است. از این لحظه به بعد انحرافِ مغناطیسی عقربه قطب‌نمای آن‌ها به‌ترتیب چگونه تغییر می‌کند؟

۱) کاهش، افزایش ✓ ۲) افزایش، کاهش ۳) افزایش، افزایش ۴) کاهش، کاهش

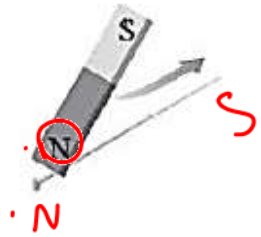


A کاهش

B افزایش

❖ مطابق شکل زیر به وسیلهٔ یک آهن‌ربای دائمی، چندین بار و در یک جهت به یک سوزن ته‌گرد می‌کشیم و سوزن را روی سطح آب شناور می‌کنیم. نوک سوزن به کدام سمت جغرافیایی قرار می‌گیرد؟

۱) شمال
۲) جنوب
۳) شرق
۴) غرب



فعالیت ۳ـ۱

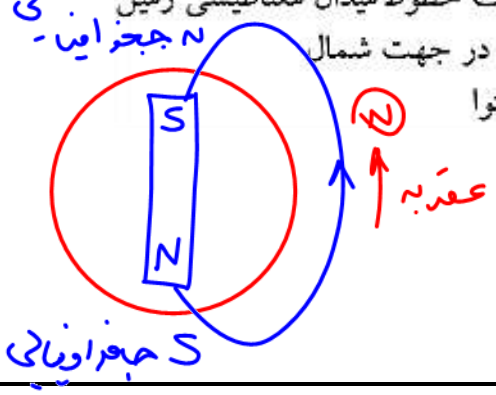
یکی از قطب‌های یک آهنربای میله‌ای را به یک عقربهٔ مغناطیسی نزدیک کنید (شکل روبه‌رو). آنچه را می‌بینید توضیح دهید. با دور کردن آهنربا از قطب‌نما چه اتفاقی می‌افتد؟ دلیل آن را شرح دهید. درصورتی‌که قطب‌نما در اختیار ندارید، یک سوزن ته‌گرد مغناطیسی شده را روی سطح آب، درون ظرفی شناور سازید. به این ترتیب،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

پاسخ: با نزدیک کردن آهنربا، عقربه طوری می‌چرخد که راستای عقربه با راستای میدان مغناطیسی آهنربا یکی می‌شود.

با دور کردن آهنربا، عقربه در راستای میدان مغناطیسی زمین قرار می‌گیرد. به‌طوری که قطب N عقربهٔ مغناطیسی، شمال جغرافیایی را به‌طور تقریبی نشان می‌دهد.

❖ نحوه‌ی قرارگیری عقربه‌ی قطب‌نما چگونه است؟

۱) مماس بر خطوط میدان مغناطیسی زمین و هم‌جهت با خطوط میدان مغناطیسی زمین
۲) مماس بر خطوط میدان مغناطیسی زمین و در خلاف جهت خطوط میدان مغناطیسی زمین
۳) با اندکی انحراف نسبت به خطوط میدان مغناطیسی زمین در جهت شمال
۴) عمود بر خطوط میدان مغناطیسی زمین و امتداد محور استوا

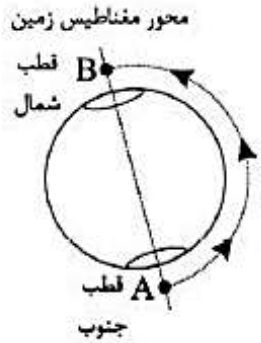


❖ چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست است؟

- خطوط میدان مغناطیسی در خارج آهنربا از قطب N به قطب S است.
- خاصیت مغناطیسی در وسط آهنربای میله‌ای بیشتر است.
- قطب‌های مغناطیسی زمین بر قطب‌های جغرافیایی زمین کاملاً منطبق نیستند.
- در طبیعت، تک قطبی مغناطیسی وجود ندارد اما بارهای مثبت و منفی مجزا وجود دارد.
- در پدیدهٔ القای مغناطیسی همواره جاذبه رخ می‌دهد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

❖ اگر درون ماهواره‌ای یک قطب‌نما باشد، ماهواره از نقطهٔ A تا نقطهٔ B روی محور مغناطیسی زمین در مسیر نقطه‌چین نشان داده شده به دور زمین بچرخد. عقربهٔ لغزان قطب‌نمای ماهواره چند درجه می‌چرخد؟

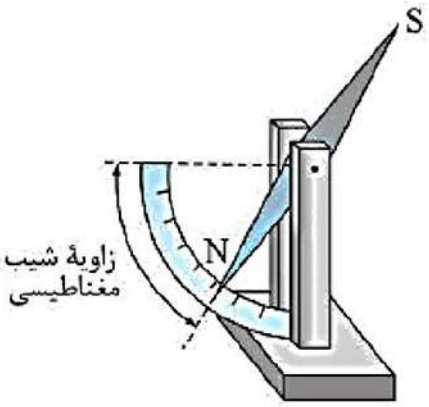


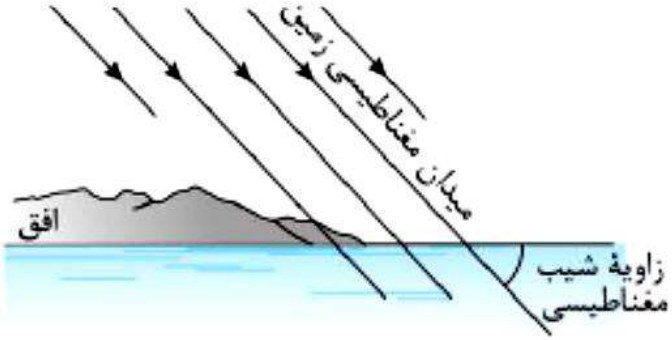
۱) ۱۸۰°
۲) ۳۶۰°
۳) ۲۷۰°
۴) ۹۰°

فعالیت ۳ـ ۳

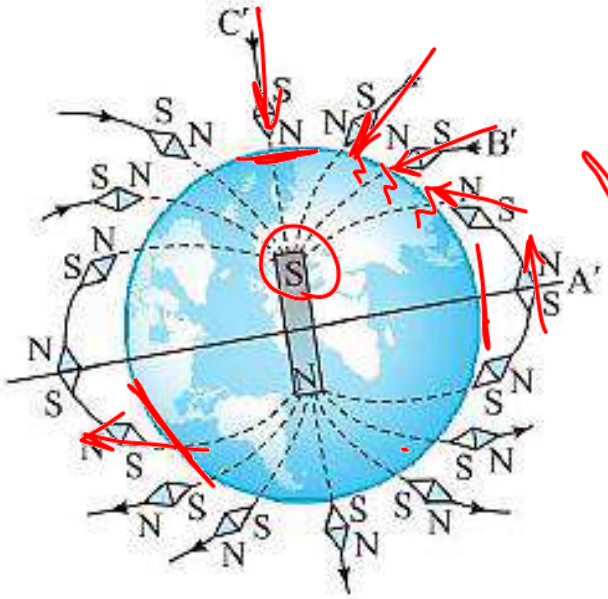
وقتی یک سوزن مغناطیسی شده یا یک عقربهٔ مغناطیسی را از وسط آن آویزان می‌کنیم در بیشتر نقاط زمین، به طور افقی قرار نمی‌گیرد و امتداد آن با سطح افقی زمین زاویه می‌سازد. به این زاویه، شیب مغناطیسی گفته می‌شود.

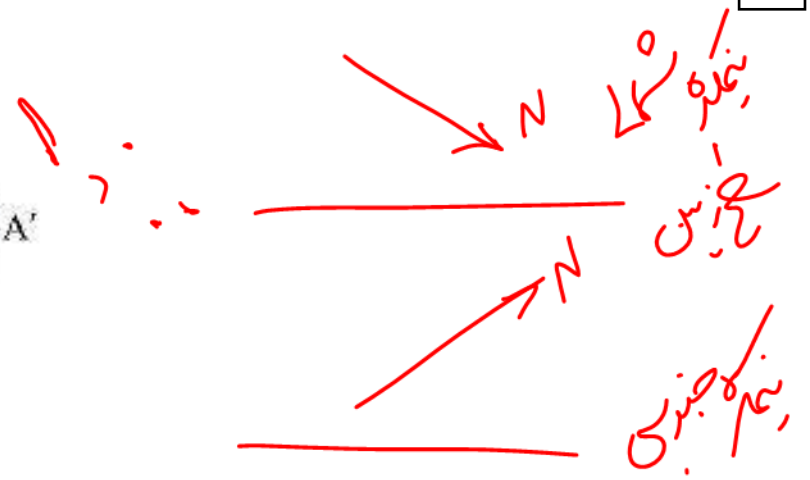
برای یافتن شیب مغناطیسی محلی که در آن زندگی می‌کنید درست به وسط یک سوزن مغناطیسی شده یا عقربهٔ مغناطیسی بزرگ، نخی را ببندید و آن را آویزان کنید. پس از تعادل، به کمک نقاله، زاویه‌ای را اندازه بگیرید که امتداد سوزن یا عقربهٔ مغناطیسی با راستای افق می‌سازد. عدد به‌دست آمده، شیب مغناطیسی محل زندگی شماست[۱]. چنانچه در آزمایشگاه مدرسه شیب‌سنج مغناطیسی موجود باشد می‌توانید از آن نیز استفاده کنید.



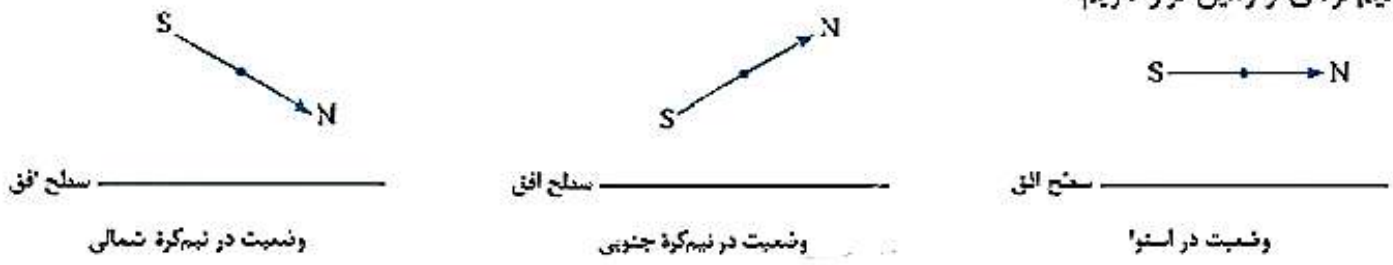


❖ دریافت خود را از شکل زیر بیان کنید.





شیب مغناطیسی یعنی زاویه‌ای که عقربهٔ مغناطیسی با سطح افق می‌سازد. با توجه به این زاویه می‌توان متوجه شد که در چه نیم‌کره‌ای از زمین قرار داریم.



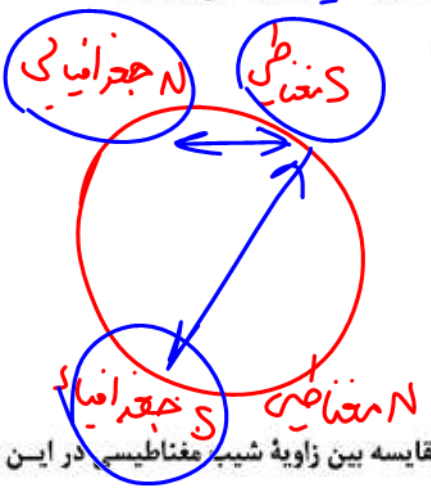
❖ کدام‌یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟

۱) به‌کمک عقربهٔ مغناطیسی می‌توان جهت میدان مغناطیسی را در هر نقطه از فضای اطراف یک آهنربا تعیین کرد.

۲) در کرهٔ زمین فاصلهٔ قطب جنوب مغناطیسی تا قطب جنوب جغرافیایی بیشتر از فاصلهٔ آن تا قطب شمال جغرافیایی است.

۳) در یک دور چرخش کامل عقربه‌ای مغناطیسی به دور یک آهنربای میله‌ای ثابت، عقربه ۳۶۰ درجه می‌چرخد.

۴) در برخی نقاط زمین مناطقی وجود دارند که شیب مغناطیسی در آن صفر است.



❖ در شکل زیر، با توجه به جهت‌گیری عقربهٔ مغناطیسی در سه منطقهٔ A، B و C، کدام مقایسه بین زاویهٔ شیب مغناطیسی در این نقاط درست است؟

۱) $d_A > d_B > d_C$

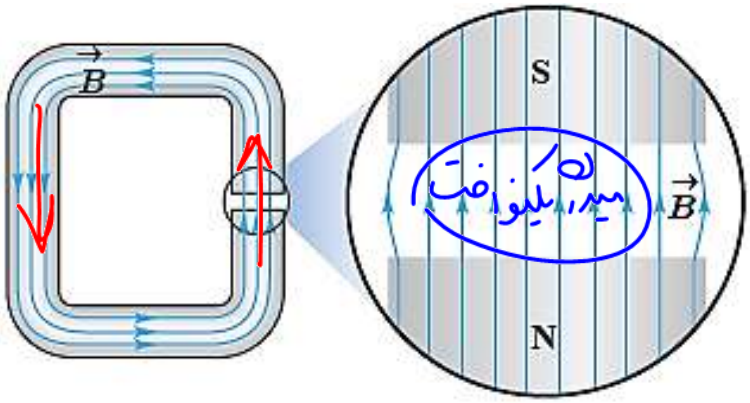
۲) $d_C > d_B > d_A$

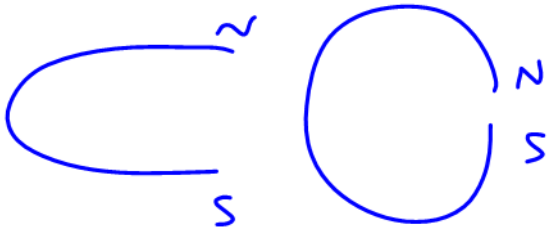
۳) $d_B > d_A > d_C$

۴) $d_B > d_C > d_A$

میدان مغناطیسی یکنواخت

- هرگاه در نقاط مختلف ناحیه ای از فضا جهت واندازه میدان مغناطیسی یکسان باشد، در این صورت میدان مغناطیسی را در آن ناحیه یکنواخت می گویند.
- ایجاد میدان مغناطیسی یکنواخت در ناحیه بزرگی از فضا بسیاردشوار و در عمل امکان نا پذیر است. با این وجود، می توان در ناحیه کوچکی از فضا، مانند ناحیه بین قطب های یک آهنربای c شکل میدان مغناطیسی یکنواخت ایجاد کرد.
- برای نمایش میدان یکنواخت از خطوط موازی وهم فاصله استفاده می شود.

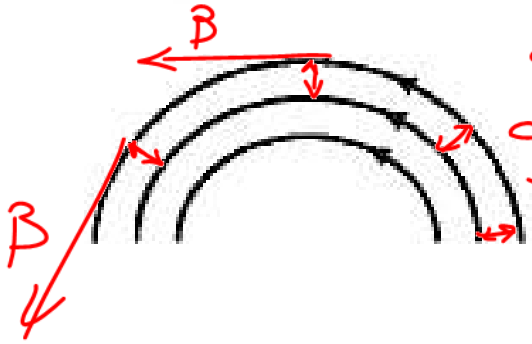




- فرض کنید خطوط میدان مغناطیسی در ناحیه‌ای از فضا مطابق شکل باشد. آیا این میدان یکنواخت است؟

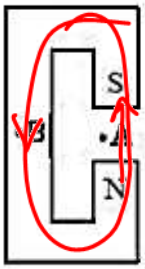
میدان یکنواخت نیست
جهت میدان همه جا یکی است اما
اندازه‌ی میدان متفاوت
$B_2 < B_1$

- فرض کنید خطوط میدان مغناطیسی در ناحیه‌ای از فضا مطابق شکل، خطوط منحنی با فاصله‌های یکسان باشد. آیا میدان ایجادشده یکنواخت است؟



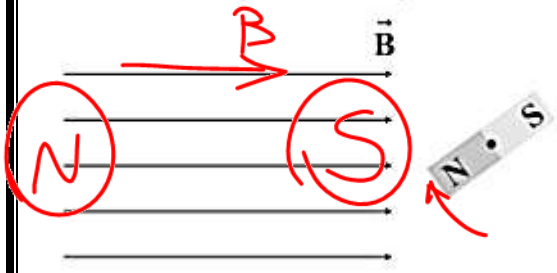
میدان غیریکنواخت ← اندازه میدان یکی و جهت میدان متفاوت

❖ شکل زیر آهن‌ربای C را نشان می‌دهد. جهت میدان مغناطیسی در نقطهٔ A و B به‌ترتیب از راست به چپ چگونه است؟



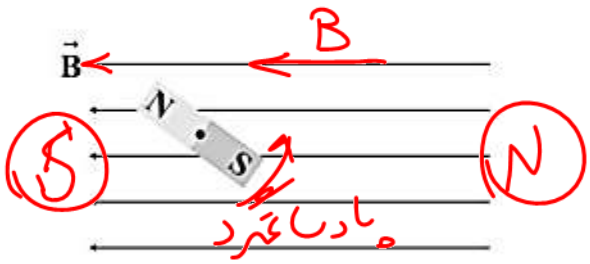
۱) ↑ ، ↑
۲) ↓ ، ↑
۳) ↓ ، ↓
۴) ↑ ، ↓

❖ با توجه به شکل زیر و جهت خطوط میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$، آهنربا چگونه می‌چرخد و پس از تعادل چگونه می‌ایستد؟



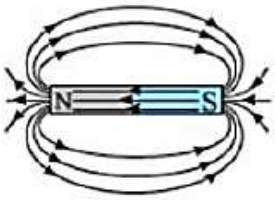
۱) پادساعتگرد - N S
۲) ساعتگرد - N S
۳) ساعتگرد - S N
۴) پادساعتگرد - S N

❖ با توجه به شکل زیر، آهنربا برای رسیدن به تعادل در چه جهتی می‌چرخد و پس از تعادل چگونه می‌ایستد؟

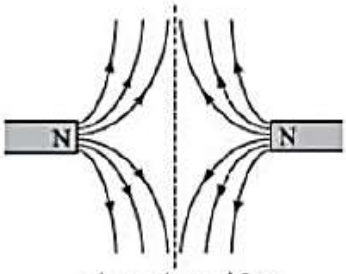


۱) ساعتگرد - N / S
۲) پادساعتگرد - S / N
۳) ساعتگرد - S N
۴) پادساعتگرد - N S

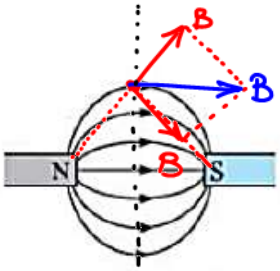
رسم خطوط میدان مغناطیسی چند حالت پرکاربرد



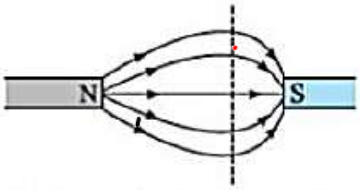
آهن‌ربای میله‌ای



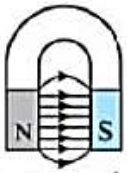
دو قطب هم‌نام و مساوی



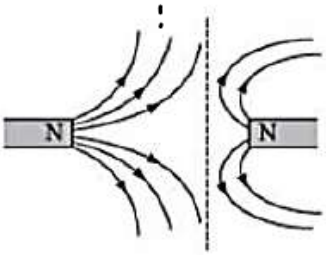
دو قطب ناهم‌نام و مساوی



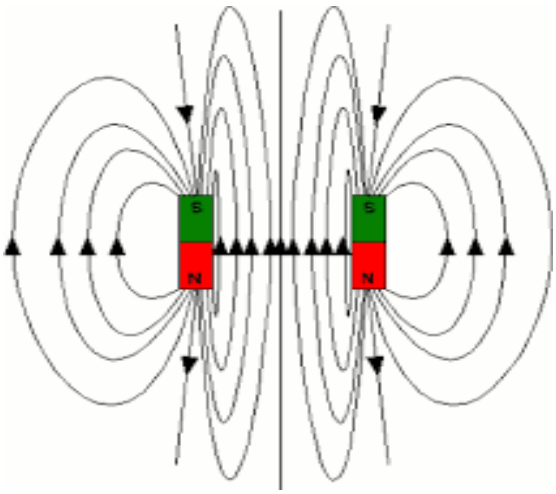
دو قطب غیرهم‌نام و غیرمساوی (N > S)

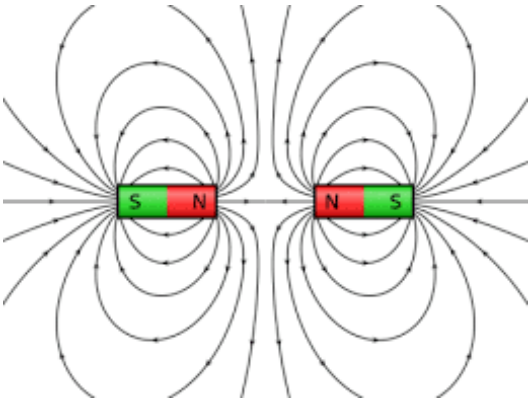


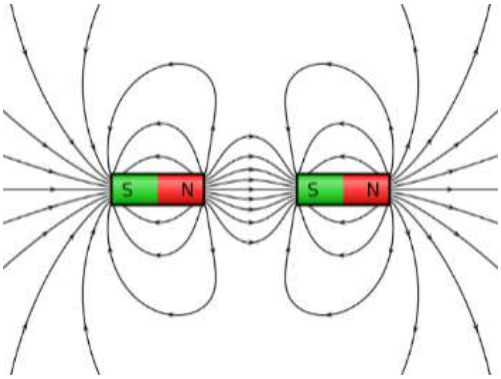
دهانهٔ آهن‌ربای نعلی‌شکل

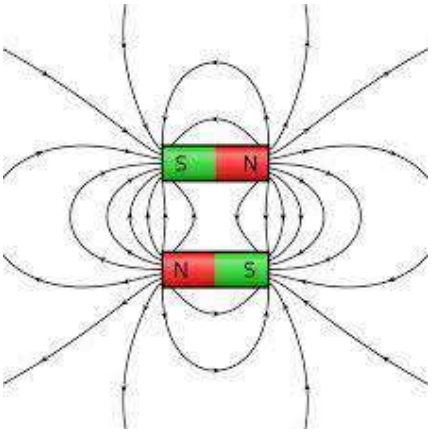


دو قطب هم‌نام و غیرمساوی
(قطب سمت چپ بزرگ‌تر است.)



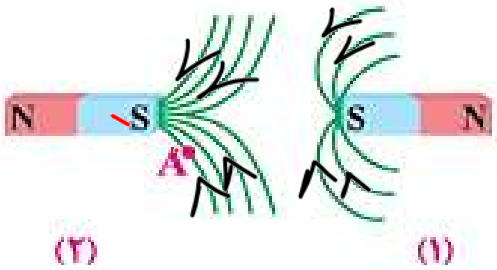






❖ در شکل زیر دو آهنربای میله‌ای (۱) و (۲) در مقابل هم قرار گرفته‌اند.

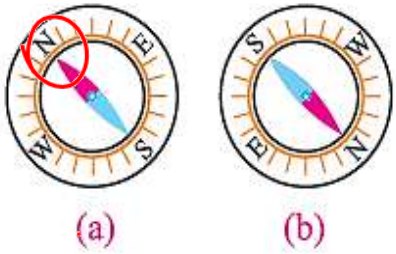
الف) جهت خط‌های مغناطیسی را مشخص کنید.



ب) میدان مغناطیسی در نزدیکی قطب‌های کدام آهنربا قوی‌تر است؟

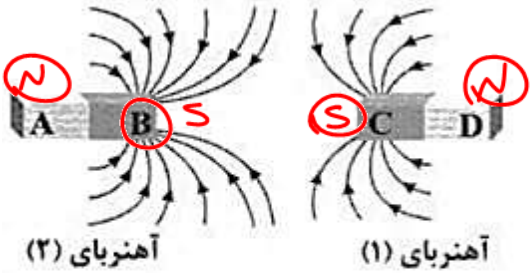
$B_2 > B_1$

ج) کدام‌یک از شکل‌های زیر جهت‌گیری عقربهٔ مغناطیسی را در نقطهٔ A به‌درستی نشان می‌دهد؟



۹

❖ خط های میدان‌های مغناطیسی بین دو آهن‌ربای میله‌ای در شکل زیر نشان داده شده است. چند مورد از عبارات زیر در مورد این شکل نادرست است؟



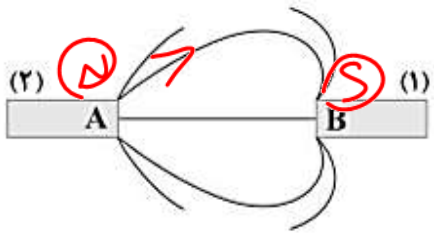
الف) قطب A ، N می‌باشد.

ب) قطب D ، S می‌باشد.

ج) آهن‌ربای ۱ قوی‌تر از آهن‌ربا ۲ است.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

❖ شکل زیر، خطوط میدان مغناطیسی را در مجاورت دو آهنربای میله‌ای هستند، نشان می‌دهد. با توجه به شکل زیر، کدام گزینه درست است؟



۱) آهنربای ۱ قوی‌تر است و A و B قطب‌های ناهمنام و نوع آن‌ها نامشخص است.

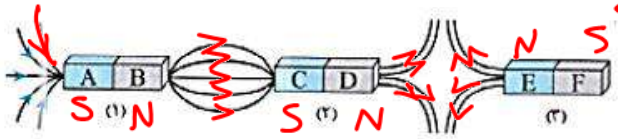
۲) آهنربای ۲ قوی‌تر است و A و B قطب‌های ناهمنام و نوع آن‌ها مشخص است.

۳) آهنربای ۱ قوی‌تر است و A قطب N و B قطب S است.

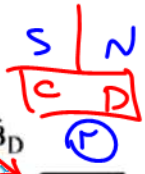
۴) آهنربای ۲ قوی‌تر است و A قطب N و B قطب S است.

۲ قوی‌تر

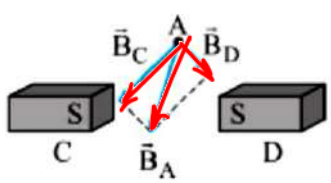
❖ در شکل روبه‌رو ، خط‌های میدان مغناطیسی در اطراف سه آهنربای میله‌ای رسم شده است. اگر آهنرباهای (۲) و (۳) را توسط یک نخ به صورت آزادانه آویزان کنیم، قطب‌های C و E به‌ترتیب از راست به چپ کدام قطب‌های مغناطیسی زمین را نشان می‌دهند؟



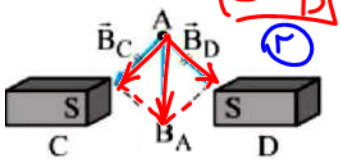
۱) جنوب ـ شمال
۲) جنوب ـ جنوب
۳) شمال ـ جنوب
۴) شمال ـ شمال



❖ دریافت خود را از شکل زیر بیان کنید.

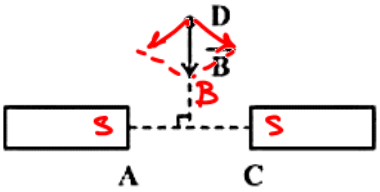


$B_C > B_D$



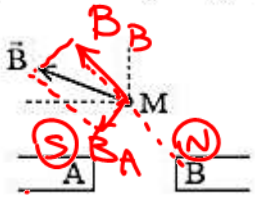
$B_C = B_D$

❖ در شکل زیر، A و C دو قطب از دو آهنربای تیغه‌ای هستند. اگر میدان مغناطیسی در نقطهٔ D روی عمودمنصف AC به‌صورت بردار $\vec{B}$ باشد، کدام گزینه در مورد این دو آهنربا درست است؟



۱) A و C قطب N و آهنربای A خیلی قوی‌تر است.
۲) A و C قطب S و آهنرباها مشابه هستند.
۳) A و C قطب N و آهنرباها مشابه هستند.
۴) A و C قطب S و آهنربای A خیلی ضعیف‌تر است.

❖ با توجه به شکل مقابل اگر $\vec{B}$ برآیند میدان‌های حاصل از آهن‌ربای A و B باشد، کدام گزینه درست است؟ (M بر روی عمودمنصف خط واصل دو آهن‌ربا قرار دارد.)

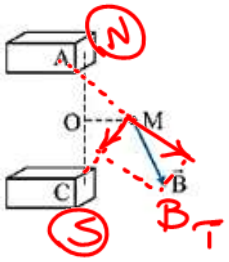


۱) هر دو قطب A و B قوی‌تر است.
۲) هر دو قطب N هستند و A قوی‌تر است.
۳) A قطب S، B قطب N و B قوی‌تر است.
۴) A قطب S، B قطب N و A قوی‌تر است.

$B_B > B_A$

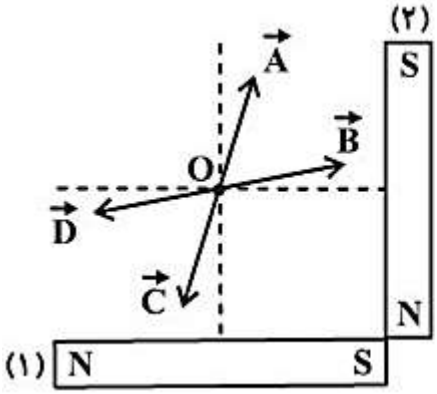
$B_B \sim$ متمایل B_T

❖ در شکل روبه‌رو، A و C قطب‌های دو آهن‌ربای میله‌ای هستند. با توجه به جهت بردار میدان مغناطیسی در نقطهٔ M، به ترتیب A نمایشگر چه قطبی است و کدام قطب قوی‌تر (دارای خاصیت مغناطیسی بیشتر) است؟ (M نقطه‌ای بر روی عمودمنصف پاره‌خط وصل‌کنندهٔ دو قطب است.)



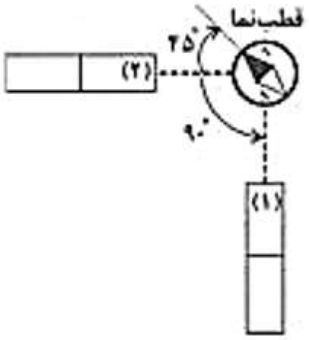
۱) A ،N ✓
۲) C ،N
۳) A ،S
۴) C ،S

❖ مطابق شکل زیر، دو آهنربای میله‌ای با اندازهٔ مشابه (۱) و (۲) که به‌صورت عمود بر هم قرار دارند در محل خود ثابت شده‌اند. اگر آهنربای (۱) قوی‌تر از آهنربای (۲) باشد، جهت میدان مغناطیسی برایند ناشی از آهنرباها در نقطهٔ O (محل تقاطع عمودمنصف‌های دو آهنربا) با کدام‌یک از بردارهای نشان داده شده در شکل هم‌جهت است؟



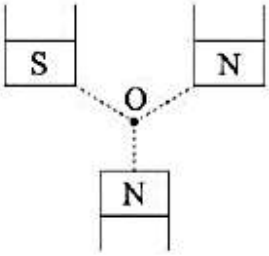
۱) $\vec{A}$
۲) $\vec{B}$
۳) $\vec{C}$
۴) $\vec{D}$

❖ مطابق شکل زیر، دو آهنربای مشابه با قطب‌های نامعلوم را در راستای عمود بر هم قرار داده‌ایم. با توجه به جهت قطب‌نما، قطب‌های (۱) و (۲) به ترتیب از راست به چپ کدام است؟



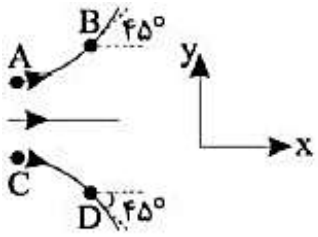
۱) S ،N
۲) N ،S
۳) N ،N
۴) S ،S

❖ سه آهن‌ربای مشابه مطابق شکل قرار گرفته و نقطهٔ O از هر سه قطب به یک فاصله است. جهت برآیند میدان مغناطیسی حاصل از سه آهن‌ربا در نقطهٔ O به کدام سو خواهد بود؟



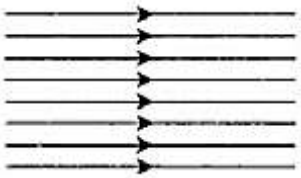
۱) ↖
۲) ↙
۳) ↘
۴) ↗

❖ میدان مغناطیسی در کدام نقطه می‌تواند در SI به‌صورت $\vec{B} = ۰/۰۲i + ۰/۰۲j$ باشد؟

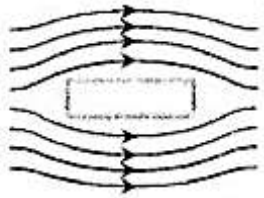


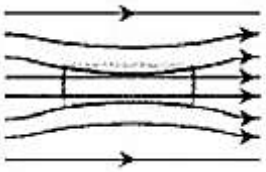
۱) A
۲) B
۳) C
۴) D

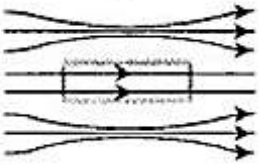
❖ خطهای یک میدان مغناطیسی یکنواخت در شکل نشان داده شده‌اند. اگر یک میله‌ی آهنی در این محل قرار گیرد، وضعیت خطهای میدان کدام خواهد شد؟



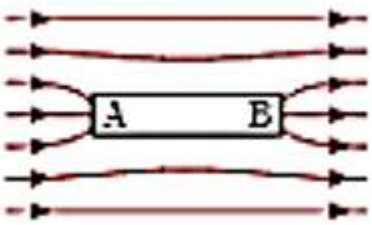
۱)

۲)


۳)


۴)


❖ میلهٔ مغناطیسی AB را در میدان مغناطیسی یکنواختی قرار می‌دهیم. شکل روبه‌رو خطهای میدان را در اطراف این میله، نشان می‌دهد. کدام یک از گزینه‌های زیر درست است؟



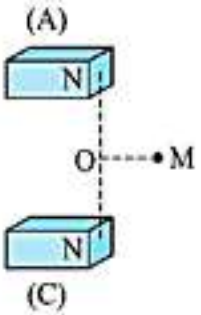
۱ میلهٔ AB، الزاماً مادهٔ مغناطیسی بدون خاصیت مغناطیسی است.

۲ میلهٔ AB الزاماً آهنربا و A قطب S و B قطب N است.

۳ میلهٔ AB الزاماً آهنربا و A قطب N و B قطب S است.

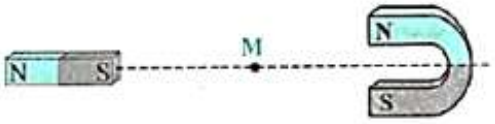
۴ هریک از گزینه‌های ۱ و ۳ می‌تواند درست باشند.

❖ در شکل مقابل، خاصیت آهن‌ربایی در آهن‌ربای A بیشتر از آهن‌ربای C است. بردار میدان مغناطیسی در نقطهٔ M (واقع بر عمودمنصف پاره‌خط وصل‌کنندهٔ دو قطب) در کدام جهت می‌تواند باشد؟



۱) ←
۲) ↙
۳) →
۴) ↘

❖ مطابق شکل، یک آهنربای نعلی‌شکل و یک آهنربای میله‌ای را روی صفحهٔ کاغذ کنار هم قرار داده‌ایم و قطب‌های آهنربای نعلی‌شکل در فاصلهٔ یکسانی از نقطهٔ M قرار دارند. اگر یک عقربهٔ مغناطیسی را در نقطهٔ M قرار دهیم، به کدام شکل می‌ایستد؟



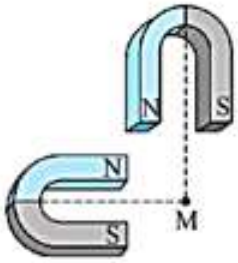
۱)

۲)

۳)

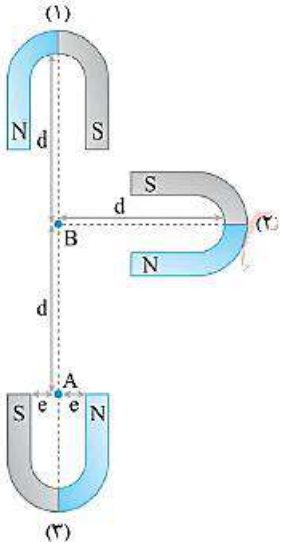
۴)

❖ دو آهن‌ربای C شکل مشابه، مطابق شکل، در کنار یکدیگر ثابت شده‌اند. بردار میدان مغناطیسی در نقطهٔ M در کدام جهت است؟ (نقطهٔ M به یک فاصله از دو آهن‌ربا قرار دارد.)

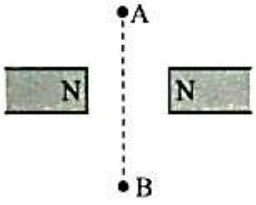


۱) →
۲) ←
۳) ↘
۴) ↖

❖ مطابق شکل زیر سه آهنربای نعلی شکل کاملاً مشابه داریم. جهت بردارهای میدان مغناطیسی خالص در نقاط A و B به ترتیب از راست به چپ کدام است؟ (از تأثیر میدان مغناطیسیِ آهنرباهای (۱) و (۲) در نقطهٔ A صرف‌نظر کنید.)



❖ مطابق شکل، دو آهنربای میله‌ای مشابه روبه‌روی هم قرار دارند. اگر یک عقربهٔ مغناطیسی را از نقطهٔ A تا B جابه‌جا کنیم، عقربه چگونه تغییر می‌کند؟



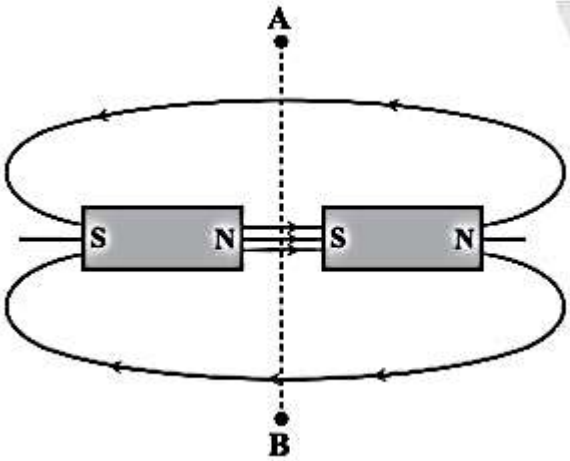
۱) ابتدا ۹۰° می‌چرخد، سپس به حالت اولیه باز می‌گردد.

۲) ابتدا ۱۸۰° می‌چرخد، سپس به حالت اولیه باز می‌گردد.

۳) از A تا B بدون تغییر می‌ماند.

۴) از A تا B جهتش وارون می‌شود.

❖ با توجه به خطوط میدان رسم‌شده، اگر یک قطب‌نما را در مسیر نقطه‌چین، به‌آرامی از A تا B جابه‌جا کنیم، چند بار جهت عقربهٔ قطب‌نما کاملاً تغییر می‌کند؟



۱) ۱

۲) ۲

۳) ۳

۴) صفر

ویژگی های مغناطیسی مواد

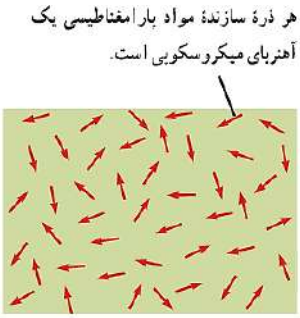
رفتار آهنرباهای دائمی، نوارهای مغناطیسیِ پشت کارت های بانکی و دیسک های رایانه ای به طور مستقیم به ویژگی های مغناطیسی مواد بستگی دارد. هنگامی که اطلاعاتی روی نوار مغناطیسیِ پشت کارت های بانکی یا یک دیسک رایانه ای ذخیره می شود آرایه ای از هزاران هزار آهنربای دائمی میکروسکوپی روی نوار مغناطیسیِ پشت کارت یا دیسک ایجاد می شود.

- ✓ موادی را که اتم ها یا مولکول های سازندهٔ آنها خاصیت مغناطیسی داشته باشند، مواد مغناطیسی می نامند.
- ✓ کوچک ترین ذرّه های تشکیل دهندهٔ مواد مغناطیسی (اتم ها یا مولکول ها)مانند دوقطبی مغناطیسی رفتار می کنند.
- ✓ دوقطبی های مغناطیسی را با یک پیکان کوچک نشان می دهند که می توانند جهت گیری های متفاوتی داشته باشند و هرکدام از آنها وابسته به یک اتم یا مولکول اند.

مواد پارامغناطیسی

- ✓ اتم های مواد پارامغناطیسی، خاصیت مغناطیسی دارند اما دوقطبی های مغناطیسی وابستهٔ به آنها، به طور کاتوره ای سمت گیری کرده اند و میدان مغناطیسی خالصی ایجاد نمی کنند .
- ✓ با قرار دادن مواد پارامغناطیسی درون میدان مغناطیسی خارجی قوی (مثلا نزدیک یک آهنربای قوی)، دو قطبی های مغناطیسی آنها، مانند عقربهٔ قطب نما در نزدیکی آهنربا رفتارمی کنند و به مقدار مختصری در راستای خط های میدان مغناطیسی منظم می شوند. با دور کردن آهنرباااز این مواد، دوقطبی های مغناطیسی آنها، دوباره به طور کاتوره ای سمت گیری می کنند.
- ✓ مواد پارامغناطیسی در حضور میدان های مغناطیسی قوی، خاصیت مغناطیسی ضعیف و موقت پیدا می کنند.
- ✓ اورانیم، پلاتین، آلومینیم، سدیم، اکسیژن و اکسید نیتروژن از جمله مواد پارامغناطیسی اند.

سمت گیری کاتوره ای دوقطبی های مغناطیسی در یک مادهٔ پارامغناطیسی در نبود میدان مغناطیسی



مواد دیا مغناطیسی

اتم های مواد دیامغناطیسی، نظیر مس، نقره، سرب و بیسموت، به طور ذاتی فاقد خاصیت مغناطیسی اند. به عبارت دیگر، هیچ یک از اتم های این مواد، دارای دوقطبی مغناطیسی خالصی نیستند. با وجود این، حضور میدان مغناطیسی خارجی، می تواند سبب القای دوقطبی های مغناطیسی در خلاف سوی میدان خارجی، در مواد دیامغناطیسی شود.

فعالیت ۳ـ۷

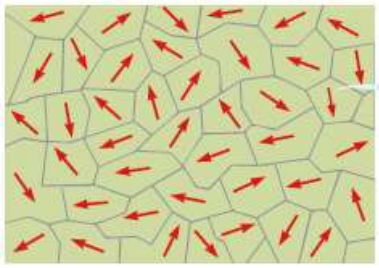
یک لولهٔ آزمایش را تا نزدیکی لبهٔ آن از الکل طبی (اتانول ۹۶ درجه) پر کنید. در لوله را ببندید و آن را به‌طور افقی قرار دهید. مطابق شکل، یک آهنربای نئودیمیم را بالای حباب هوای درون لوله بگیرد و به آرامی آهنربا را حرکت دهید. دلیل آنچه را مشاهده می‌کنید در گروه خود به گفت‌وگو بگذارید.

در انجام این فعالیت باید به گونه ای لولهٔ آزمایش محتوی الکل طبی را روی سطح افقی میز قرار دهید تا حباب هوا درست در وسط آن قرار گیرد. سپس به کمک یک آهنربای قوی آزمایش را دنبال کنید. وقتی آهنربا را بالای حباب به یک طرف می کشید، به دلیل دیامغناطیس بودن الکل، الکل در جهت مخالف حرکت آهنربا، حرکت می کند و به نظر می رسد که حباب هوا در جهت حرکت آهنربا حرکت می کند.

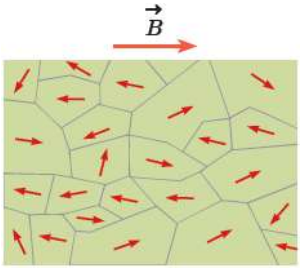
مواد فرومغناطیسی

- ✓ اتم های این مواد به طور ذاتی دارای دوقطبی مغناطیسی هستند.
- ✓ آهن، نیکل، کبالت و بسیاری از آلیاژهای دارای این عنصرها فرومغناطیسی اند.
- ✓ برهم کنش های قوی بین دوقطبی های مغناطیسی در این مواد موجب می شود که این دوقطبی ها، حتی در نبود میدان خارجی، در ناحیه هایی که حوزه های مغناطیسی نامیده می شود، همسو شوند.
- ✓ درون هر حوزه تقریباً از مرتبه 10^{19} اتم وجود دارد که دوقطبی های مغناطیسی وابسته به آنها هم جهت اند.
- ✓ مواد فرومغناطیسی را می توان با قرار دادن در یک میدان مغناطیسی، آهنربا کرد.
- ✓ اثر میدان مغناطیسی خارجی بر حوزه های مغناطیسی باعث می شود که دوقطبی های مغناطیسی هر حوزه تحت تأثیر میدان مغناطیسی قرار گیرند و جهت آنها به جهت میدان خارجی متمایل شود. به این ترتیب، حوزه هایی که نسبت به میدان همسو هستند، رشد می کنند و حجمشان زیاد می شود. از سوی دیگر حجم حوزه های یکه سمت گیری آنها در راستای میدان نیست، کم می شود. در این فرایند، مرز بین بیشتر حوزه ها جابه جا می شود، و ماده خاصیت آهنربایی پیدا می کند.

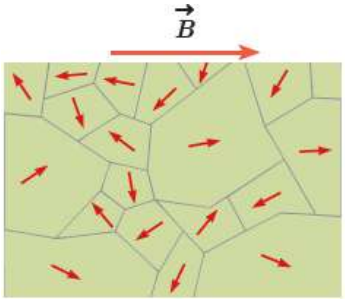
مادهٔ فرومغناطیسی در نبود میدان مغناطیسی خارجی ضعیف



مادهٔ فرومغناطیسی در حضورمیدان مغناطیسی خارجی ضعیف



مادهٔ فرومغناطیس در حضور میدان مغناطیسی خارجی قوی



مواد فرومغناطیسی نرم

حوزه های مغناطیسیِ برخی از مواد فرومغناطیسی، در حضور میدان مغناطیسی خارجی به سهولت تغییر می کند و ماده به سادگی آهنربا می شود و با حذف میدان خارجی نیز، خاصیت آهنربایی خود رابه آسانی از دست می دهد. این مواد را مواد فرومغناطیسی نرم می نامند.

از این مواد در ساخت هستهٔ پیچه ها و سیملوله ها استفاده می شود. مواد فرومغناطیسی نرم برای ساختن آهنرباهای الکتریکی آهنرباهای غیردائم(نیز مناسب اند)

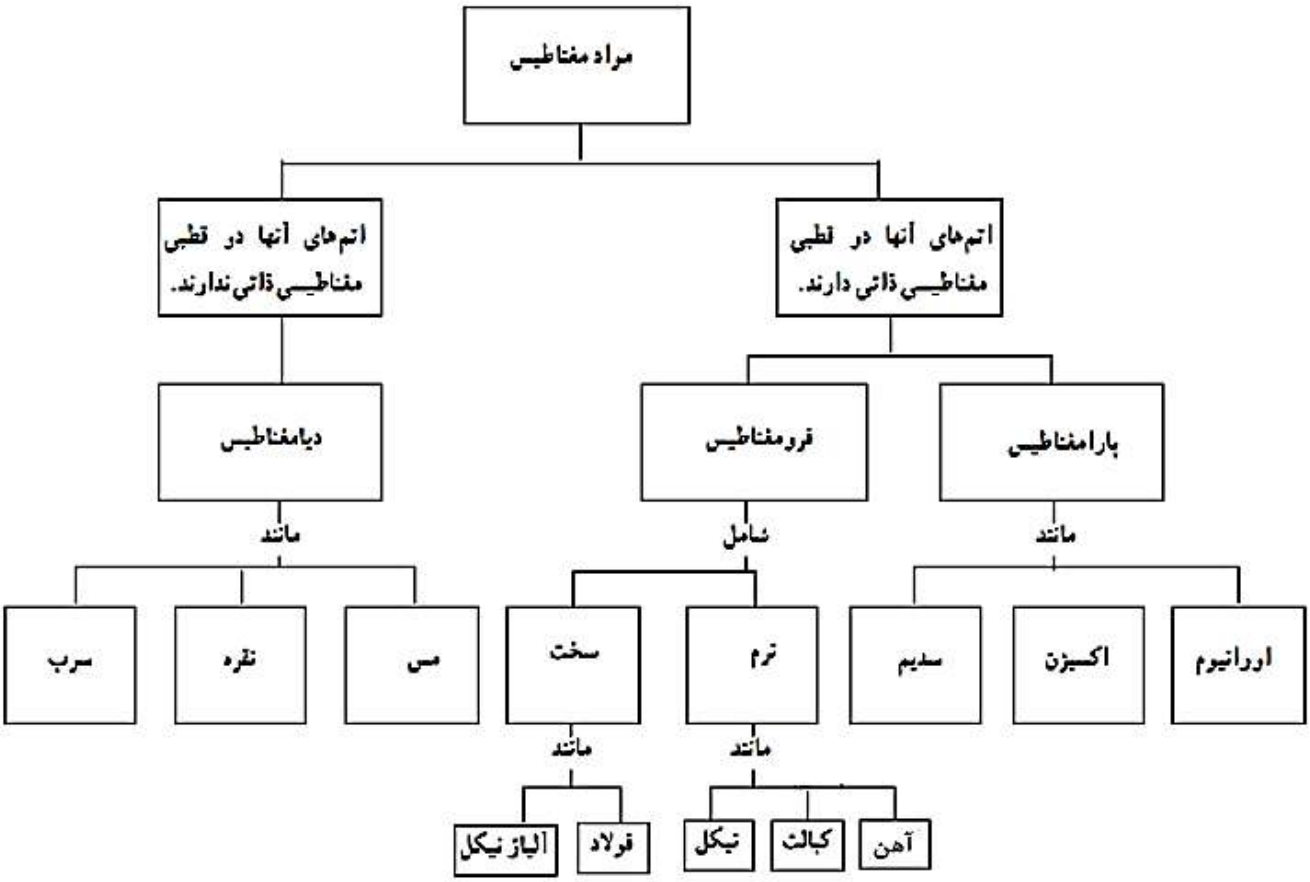
مواد فرومغناطیسی سخت

برخی مواد دیگر مانند فولاد (آهن به اضافهٔ ۲ درصد کربن)، آلیاژهای آهن، کبالت و نیکل به سختی آهنربا می شوند؛ یعنی در حضور میدان مغناطیسی خارجی، حجم حوزه ها در آنها به سختی تغییر می کند. این مواد را مواد فرومغناطیسی سخت می نامند.

در این مواد، سمت گیری دوقطبی های مغناطیسی حوزه ها پس از حذف میدان خارجی، تا مدت زمان زیادی، تقریبا بدون تغییر باقی می ماند. و پس از حذف میدان خارجی، ماده فرومغناطیسی سخت، خاصیت آهنربایی خود را تا اندازه قابل توجهی حفظ می کند.بنابراین این مواد برای ساختن آهنرباهای دائمی مناسب اند.

مقدار اشباع یا بیشینهٔ خاصیت آهنربایی مواد فرومغناطیسی

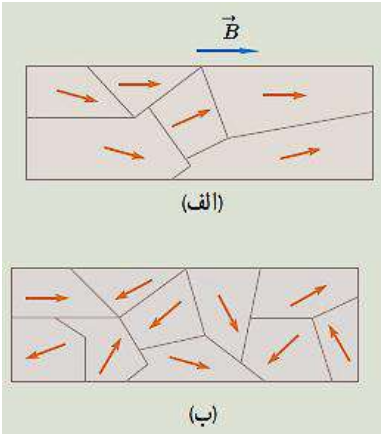
برای خاصیت آهنربایی هر مادهٔ فرومغناطیسی، مقدار اشباع یا بیشینه ای وجود دارد. این وضعیت هنگامی به وجود می آید که ماده فرومغناطیسی در یک میدان مغناطیسی بسیار قوی قرار گیرد؛ به طوری که درصد بالایی از دوقطبی های مغناطیسی حوزه ها به موازات یکدیگر هم خط شوند. به عبارت دیگر، حجم حوزه هایی که با میدان مغناطیسی خارجی همسو هستند، به بیشترین مقدار خود برسد.


مواد مغناطیسی
اتم‌های آنها در قطبی مغناطیسی ذاتی دارند.
اتم‌های آنها در قطبی مغناطیسی ذاتی ندارند.
پارامغناطیسی
فرومغناطیسی
دیامغناطیسی
مانند
شامل
مانند
مانند
اورانیوم
اکسیژن
سدیم
ترم
سخت
مس
نقره
سرب
مانند
مانند
آهن
کبالت
نیکل
فولاد
آلیاژ نیکل

جدول دسته‌بندی مواد از نظر مغناطیسی

نام	نمونه	دوقطبی مغناطیسی	حوزهٔ مغناطیسی	ویژگی‌ها	کاربرد
پارامغناطیس	اورانیم، پلاتین، آلومینیم، سدیم، اکسیژن و اکسید نیتروژن	دارد	ندارد	۱) اتم‌های این مواد به طور ذاتی دارای خاصیت مغناطیسی هستند، اما در غیاب میدان دوقطبی‌های مغناطیسی آن‌ها جهت‌گیری کاتوره‌ای دارند. ۲) در مجاورت میدان مغناطیسی خارجی قوی دارای خاصیت مغناطیسی موقت می‌شوند. ۳) با حذف میدان مغناطیسی خارجی خاصیت مغناطیسی خود را به سرعت از دست می‌دهند.	-
فرومغناطیس نرم	آهن، کبالت و نیکل	دارد	دارد	۱) به طور ذاتی دارای حوزه‌های مغناطیسی هستند که در آن حوزه‌ها جهت‌گیری دوقطبی‌ها تقریباً یکسان است. ۲) بر اثر مجاورت با میدان مغناطیسی خارجی، حجم حوزه‌هایی که هم‌جهت با میدان خارجی می‌شوند، به سرعت رشد کرده و جسم به سرعت دارای خاصیت مغناطیسی می‌شود. ۳) با حذف میدان مغناطیسی خارجی، جهت‌گیری حوزه‌های مغناطیسی به سرعت به حالت قبل بازمی‌گردد و خاصیت مغناطیسی خود را از دست می‌دهند.	در ساخت آهنرباهای الکتریکی و غیردائمی کاربرد دارند.
فرومغناطیس سخت	فولاد و آلیاژهای آهن، آلیاژهای کبالت و نیکل	دارد	دارد	۱) به طور ذاتی دارای حوزه‌های مغناطیسی هستند که در آن حوزه‌ها جهت‌گیری دوقطبی‌ها تقریباً یکسان است. ۲) بر اثر مجاورت با میدان مغناطیسی خارجی به سختی دارای خاصیت مغناطیسی می‌شوند. ۳) با حذف میدان مغناطیسی خارجی، خاصیت مغناطیسی خود را برای مدت بسیار طولانی حفظ می‌کنند.	در ساخت آهنرباهای دائمی کاربرد دارند.
دیامغناطیس	مس، بیسموت، نقره و سرب	ندارد	ندارد	۱) اتم‌ها یا مولکول‌های آن‌ها دارای دوقطبی مغناطیسی خالص نیستند. ۲) در اثر مجاورت با میدان مغناطیسی (قوی) خاصیت مغناطیسی در آن‌ها به گونه‌ای القا می‌شود که میدان آن‌ها برخلاف میدان بیرونی است و باعث دفع آن‌ها توسط میدان بیرونی می‌شود.	-

۲۲ شکل الف حوزه‌های مغناطیسی مادهٔ فرومغناطیسی را درون میدان خارجی $\vec{B}$ نشان می‌دهد. شکل ب همان ماده را پس از حذف میدان $\vec{B}$ نشان می‌دهد. نوع مادهٔ فرومغناطیسی را با ذکر دلیل تعیین کنید.

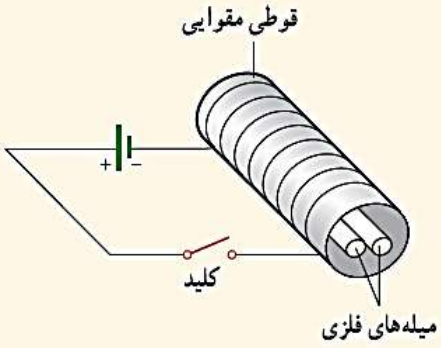


پرسش ۳ـ۹

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.



الف) چون میله‌ها از جنس ماده فرومغناطیس هستند، آهنربا می‌شوند و از یکدیگر دور می شوند.

ب) از آنجا که وقتی کلید باز می‌شود، میله‌ها به محل اولیه باز می‌گردند، نتیجه این می‌شود که میله‌ها از جنس فرومغناطیس نرم هستند.

❖ **کدام‌یک از گزاره‌های زیر در مورد مواد دیامغناطیسی صحیح است؟**

الف) حضور میدان مغناطیسی خارجی می‌تواند سبب القای دوقطبی‌های مغناطیسی در خلاف جهت میدان خارجی شود.

ب) اتم‌های این مواد، خاصیت مغناطیسی دارند و دوقطبی‌های مغناطیسی به‌طور کاتوره‌ای سمت‌گیری کرده‌اند.

ج) پلاتین، مس و نقره مثال‌هایی برای مواد دیامغناطیسی‌اند.

1) الف و ج　　2) فقط الف　　3) فقط ج　　4) فقط ب

❖ سه مادهٔ A ، B و C در اختیار داریم. در مادهٔ A و در حضور میدان مغناطیسی خارجی، تعدادی از دوقطبی‌های مغناطیسی در جهت خطوط میدان جهت‌گیری کرده و خاصیت مغناطیسی ضعیفی ایجاد می‌شود. میدان مغناطیسی خارجی، سبب القای دوقطبی‌هایی مغناطیسی در خلاف سوی میدان خارجی در مادهٔ B شده و حجم حوزه‌های مغناطیسی مادهٔ C را به سختی تغییر می‌دهد. نوع ماده‌های A ، B و C به‌ترتیب از راست به چپ کدام است؟

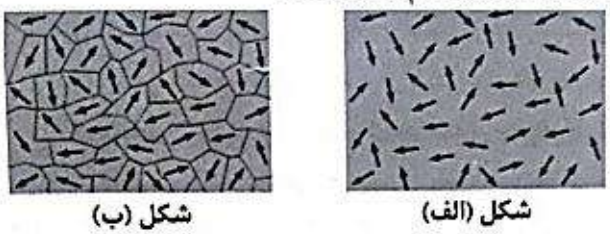
۱) پارامغناطیسی، دیامغناطیسی، فرومغناطیسی نرم

۲) دیامغناطیسی، پارامغناطیسی، فرومغناطیسی نرم

۳) دیامغناطیسی، پارامغناطیسی، فرومغناطیسی سخت

۴) پارامغناطیسی، دیامغناطیسی، فرومغناطیسی سخت

❖ در شکل‌های زیر وضعیت قرارگیری دوقطبی‌های مغناطیسی دو ماده، در غیاب میدان مغناطیسی خارجی رسم شده است. شکل‌های الف و ب به‌ترتیب از راست به چپ می‌توانند نشان‌دهنده‌ی کدام ماده باشند؟



شکل (الف) شکل (ب)

۱) نیکل - سدیم

۲) آلومینیم - بیسموت

۳) اورانیم - آهن

۴) مس - کبالت

❖ هنگامی که ماده‌ی A در میدان مغناطیسی خارجی قرار می‌گیرد، حضور میدان سبب القای دوقطبی‌های مغناطیسی در خلاف سوی میدان در ماده‌ی A می‌شود و از ماده‌ی B برای ساختن آهنرباهای دائمی استفاده می‌شود. مواد A و B به ترتیب از راست به چپ چه ماده‌ای می‌توانند باشند؟

۱) سدیم - فولاد ۲) سدیم - کبالت ۳) نقره - بیسموت ۴) مس - فولاد

❖ دو مادهٔ مغناطیسی A و B وقتی در یک میدان مغناطیسی قرار می‌گیرند، حجم حوزه‌های A به سختی تغییر می‌کند و پس از حذف میدان خارجی به حالت اول برنمی‌گردد، ولی در B حجم حوزه‌ها به سهولت تغییر می‌کند و پس از حذف میدان خارجی به سرعت به حالت اول بازمی‌گردد. A و B به‌ترتیب کدام‌اند؟

۱) آلومینیوم - فولاد ۲) نیکل - آلومینیوم ۳) فولاد - نیکل ۴) نیکل - فولاد

❖ چند مورد از عبارات زیر در مورد خاصیت مغناطیسی مواد نادرست است؟

الف) با قرار دادن مواد پارامغناطیسی درون میدان مغناطیسی خارجی قوی، دوقطبی‌های مغناطیسی آن‌ها به مقدار مختصری در راستای خطهای میدان مغناطیسی منظم می‌شوند.

ب) حضور میدان مغناطیسی خارجی قوی، می‌تواند سبب القای دوقطبی‌های مغناطیسی در دو سوی میدان خارجی، در مواد دیامغناطیسی شود.

ج) مس، نقره و سرب جزو مواد دیامغناطیسی هستند.

د) از کبالت و نیکل می‌توان برای ساختن آهنربای الکتریکی استفاده کرد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) صفر

❖ کدام‌یک از عبارت‌های زیر در ارتباط با ویژگی‌های مغناطیسی مواد نادرست است؟

الف) موادی که اتم‌ها یا مولکول‌های سازنده‌ی آن‌ها خاصیت مغناطیسی داشته باشند، مواد مغناطیسی می‌نامند.

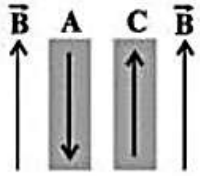
ب) هنگامی که یک ماده‌ی پارامغناطیسی در یک میدان مغناطیسی خارجی ضعیف قرار می‌گیرد، دو قطبی‌های مغناطیسی آن به طور قابل توجهی در راستای خطوط میدان مغناطیسی منظم می‌شوند.

ج) سدیم و پلاتین، پارامغناطیس هستند و سرب و بیسموت، دیامغناطیس می‌باشند.

د) مواد فرومغناطیسی نرم مانند آهن و نیکل با این‌که دارای حوزه‌ی مغناطیسی نمی‌باشند، اما با حضور در میدان مغناطیسی خارجی به آسانی دارای خاصیت مغناطیسی می‌شوند.

۱) «الف» و «ب» ۲) «ب» و «د» ۳) «ج» و «د» ۴) «ب» و «ج»

❖ **در شکل زیر، در یک میدان مغناطیسی خارجی قوی، نحوهٔ قرار گرفتن دوقطبی‌های مغناطیسی دو مادهٔ A و C نشان داده شده است. با توجه به نحوهٔ قرارگیری دو قطبی‌ها، مادهٔ A ، ..... و مادهٔ C ، ..... است.**



1) فرومغناطیسی- فرومغناطیسی یا پارامغناطیسی

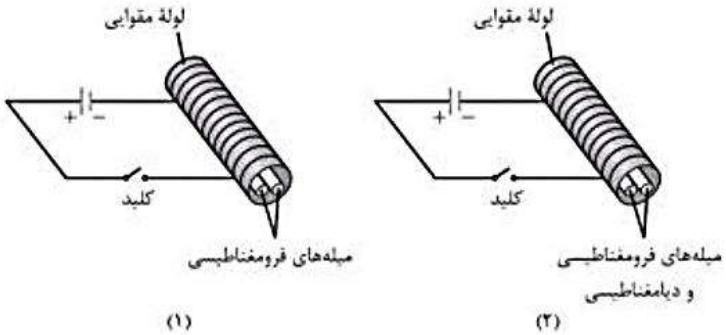
2) دیامغناطیسی- فرومغناطیسی

3) دیامغناطیسی- پارامغناطیسی یا فرومغناطیسی

4) پارامغناطیسی- دیامغناطیسی

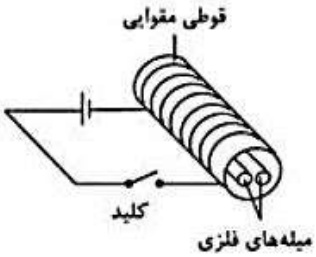
❖ در هر یک از شکل‌های (۱) و (۲)، دو میله درون سیملوله‌ای که دور یک لولهٔ مقوایی پیچیده شده است قرار دارند. در شکل (۱) هر دو میله فرومغناطیسی و در شکل (۲) یک میله فرومغناطیسی و دیگری دیامغناطیسی است. با بستن کلیدها، نیرویی که میله‌ها در شکل (۱) بر هم وارد می‌کنند و نیرویی که میله‌ها در شکل (۲) بر هم وارد می‌کنند، به‌ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟

۱) جاذبه ـ جاذبه
۲) جاذبه ـ دافعه
۳) دافعه ـ جاذبه
۴) دافعه ـ دافعه



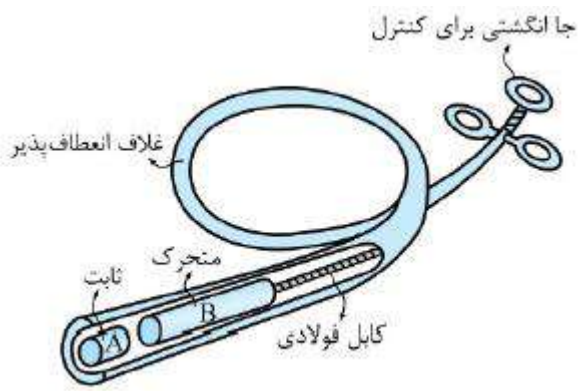
❖ مطابق شکل زیر، دو میلهٔ فلزی بلند از جنس آلیاژ آهن، نیکل و کبالت درون سیملوله‌ای که دور یک لولهٔ مقوایی پیچیده شده است، قرار دارند. ابتدا کلید را می‌بندیم و جریان از سیملوله عبور می‌کند، سپس کلید را باز می‌کنیم. چه تغییری در فاصلهٔ میله‌ها ایجاد می‌شود؟ (میدان حاصل از سیملوله به اندازهٔ کافی بزرگ است.)

۱) میله‌ها ابتدا از یکدیگر دور می‌شوند و سپس به محل اولیه بازمی‌گردند.
۲) میله‌ها ابتدا به یکدیگر نزدیک می‌شوند و سپس به محل اولیه بازمی‌گردند.
۳) میله‌ها از یکدیگر دور می‌شوند و برای مدتی در همان حالت باقی می‌مانند.
۴) تغییری ایجاد نمی‌شود.

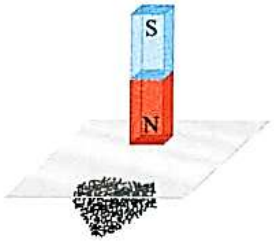


❖ یک گیرهٔ آهنی کاغذ در گلوی کودکی گیر کرده است. پزشک می‌خواهد آن را با دستگاه شکل روبه‌رو بیرون بیاورد. جنس قطعه‌های A و B به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟

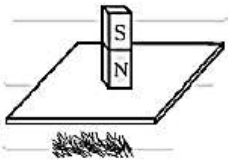
۱) فرومغناطیس نرم، آهن‌ربای دائمی
۲) آهن‌ربای دائمی، فرومغناطیس نرم
۳) پارامغناطیس، آهن‌ربای دائمی
۴) آهن‌ربای دائمی، پارامغناطیس



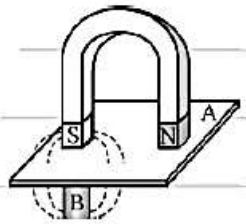
❖ مطابق شکل، یک آهن‌ربای میله‌ای را روی یک صفحهٔ شیشه‌ای قرار می‌دهیم و در زیر صفحه براده‌های آهن می‌ریزیم. آیا براده‌های آهن جذب می‌شوند؟ توضیح دهید.



❖ هرگاه یک آهن‌ربای میله‌ای را روی یک صفحه‌ی آلومینیمی مطابق شکل قرار دهیم، توضیح دهید در زیر صفحه‌ی آلومینیمی براده‌های آهن جذب می‌شوند یا نه؟



❖ با توجه به شکل، اجسام A و B به ترتیب از راست به چپ کدام مورد می‌توانند باشند؟ (سراسری تجربی)



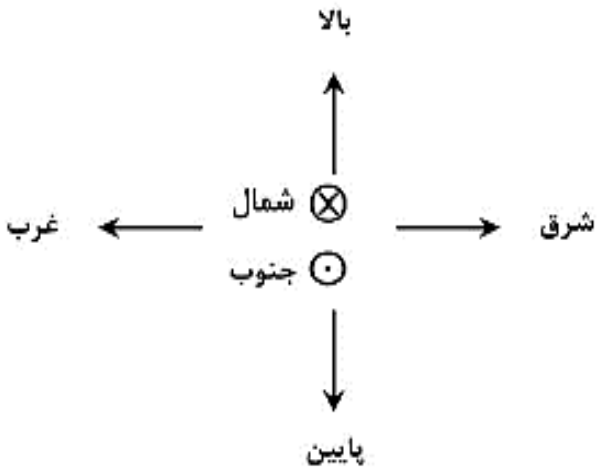
۱) آهن ـ پلاستیک

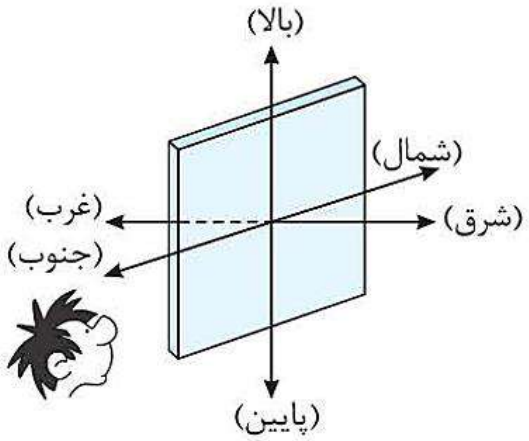
۲) آهن ـ فولاد

۳) چوب ـ پلاستیک

۴) چوب ـ فولاد

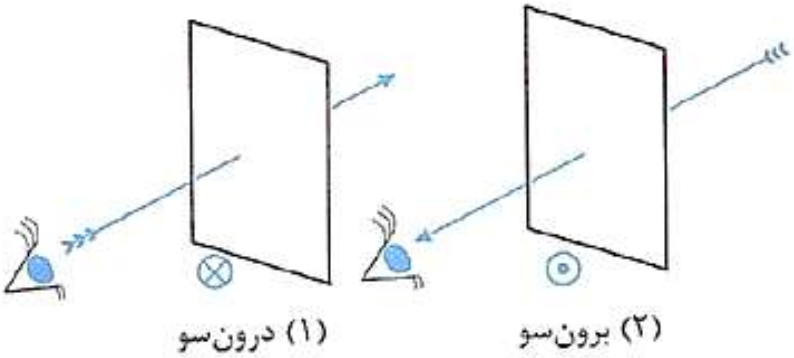
جهت های مغناطیسی





درون سو ⊗ به سمت داخل کاغذ

برون سو ⊙ به سمت خارج کاغذ

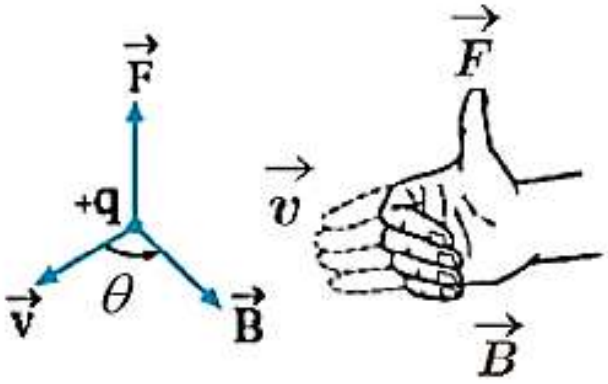


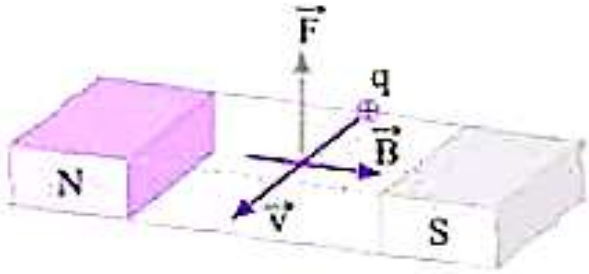
نیروی وارد برذرهٔباردارمتحرک درمیدان مغناطیسی

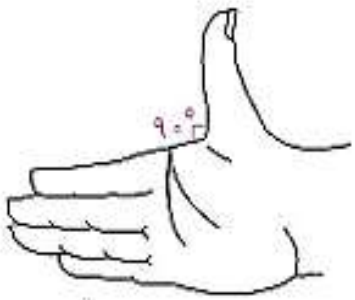
به طور تجربی یافته شده است که اگر ذره باردار q با سرعت $\vec{V}$ در میدان مغناطیسی $\vec{B}$ حرکت کند (به شرط آنکه جهت حرکت ذره با خطوط میدان مغناطیسی موازی نباشد.) بر آن نیرویی وارد خواهد شد که بر راستای سرعت و میدان مغناطیسی عمود است. این نیرو را نیروی الکترومغناطیسی می‌نامند. در بررسی نیروی مغناطیسی وارد شده به یک ذره‌ی باردار، اندازه و جهت آن نیرو باید مشخص شود.

جهت نیروی وارد بر بار متحرک واقع در میدان (قانون دست راست)

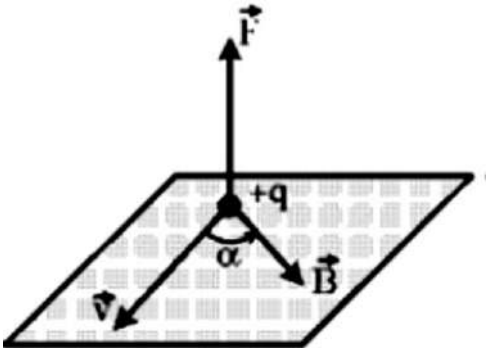
اگر دست راست خود را باز نگه دارید به طوری‌که چهار انگشت در جهت حرکت بار مثبت ($\vec{v}$) باشد و خم شدن انگشتان جهت میدان مغناطیسی ($\vec{B}$) را نشان دهد، انگشت شست جهت نیروی وارد بر ذرهٔ مثبت را نشان می‌دهد.

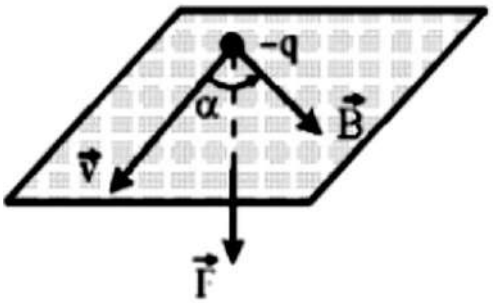


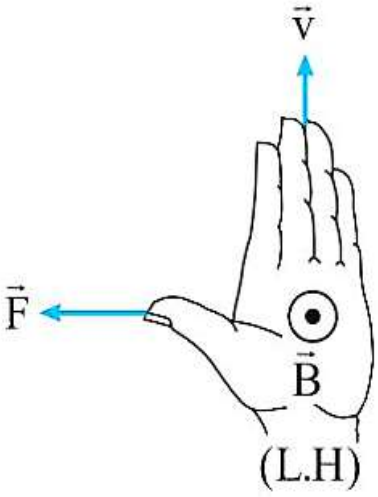


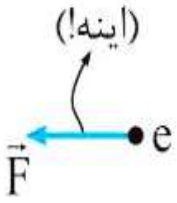


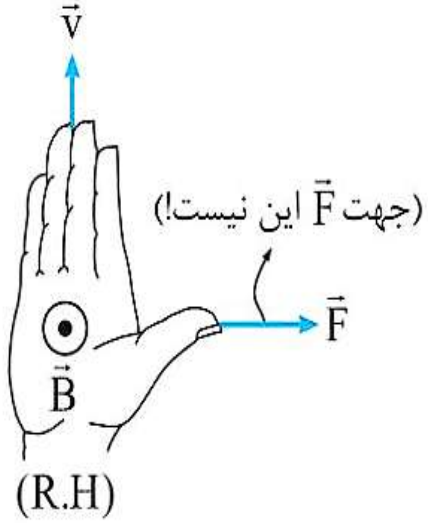
برای بار منفی، جهت نیرو عکس می‌شود یا از دست چپ استفاده می‌کنیم.





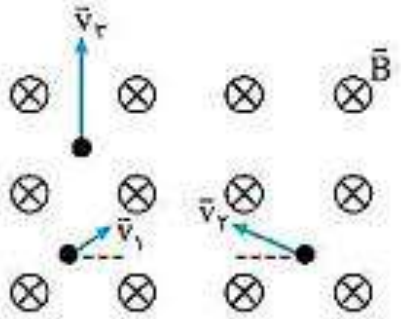




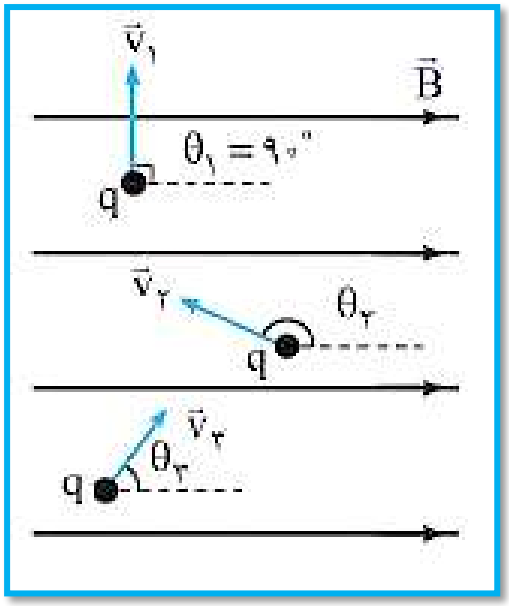


نیروی $\vec{F}$ بر بردارهای سرعت $(\vec{v})$ و میدان مغناطیسی $(\vec{B})$ عمود است. به عبارت دیگر بردارهای $\vec{v}$ و $\vec{B}$ هر زاویه‌ای می‌توانند با هم داشته باشند، ولی بردار $\vec{F}$ بر صفحه‌ای که توسط بردارهای سرعت و میدان مغناطیسی ساخته می‌شود، عمود است. بنابراین تندی حرکت ذره تغییر نمی‌کند و فقط جهت سرعت تغییر می‌کند.

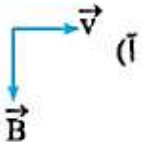
نکته۱) در شکل‌های زیر به زوایای بین بردار سرعت و بردار میدان توجه کنید.

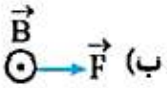


زاویهٔ هر سه بردار سرعت با میدان $\theta = 90^\circ$ است.

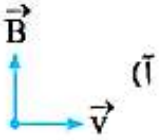


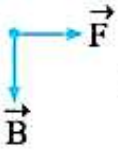
❖ در هر حالت جهت کمیت مجهول را برای الکترون رسم کنید.

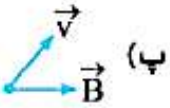
آ) 

ب) 

❖ در هر یک از شکل‌های زیر، جهت کمیت مجهول را برای بار مثبت مشخص کنید.

آ) 

ب) 

پ) 

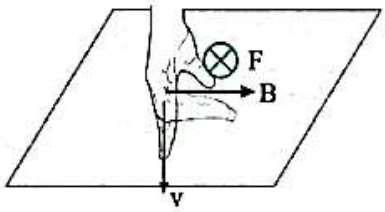
❖ نیروی $\vec{F}$ وارد بر الکترونی که در میدان مغناطیسی $\vec{B}$ در حرکت است، در شکل نشان داده شده است. جهت سرعت الکترون کدام است؟ ($\vec{B}$ روی صفحه و $\vec{F}$ درونسو است.)

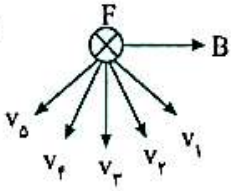
۱)

۲)

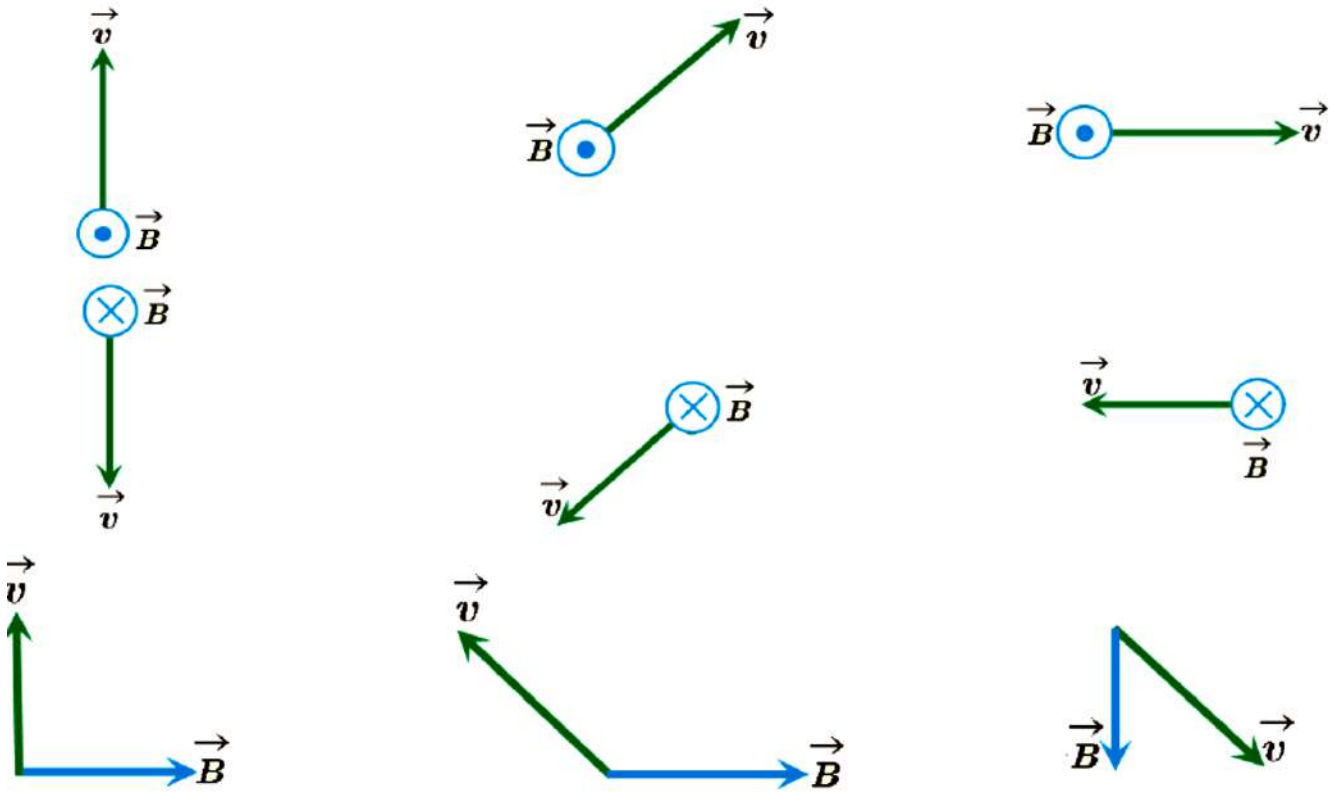
۳)

۴) گزینه‌های (۲) و (۳)

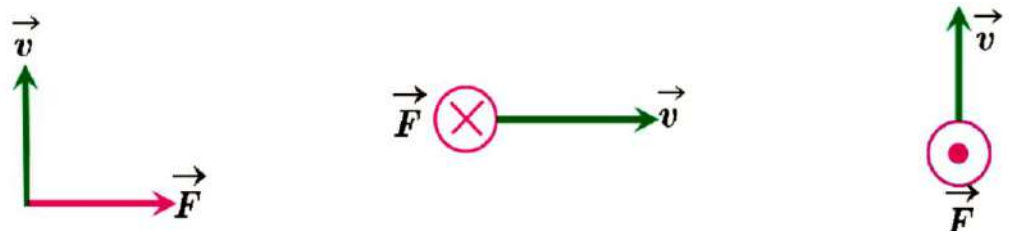




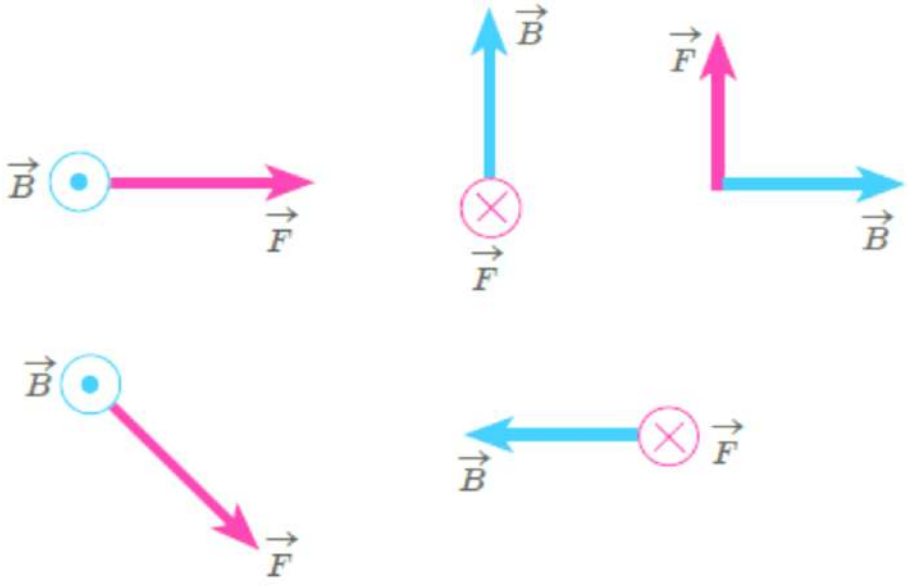
❖ در شکل های زیر جهت نیروی وارد بر بار مثبت و منفی را مشخص کنید.



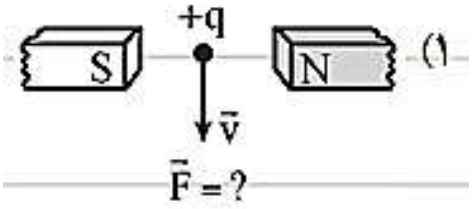
❖ در شکل های زیر جهت میدان مغناطیسی را برای بار مثبت و منفی مشخص کنید.

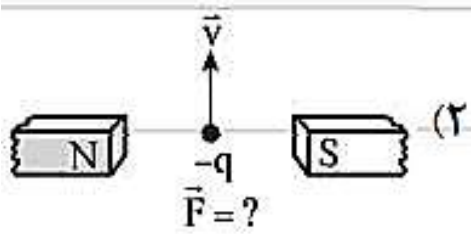


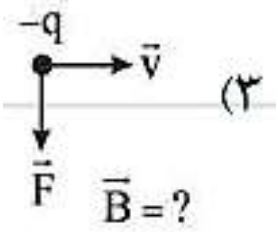
❖ در شکل های زیر جهت سرعت را برای بار مثبت و منفی مشخص کنید.

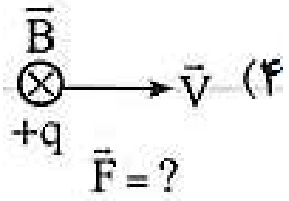


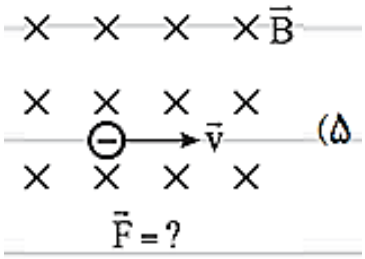
❖ جهت کمیت مجهول را تعیین کنید

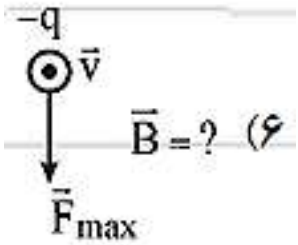
۱) 

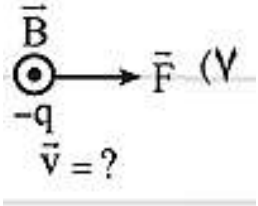
۲) 

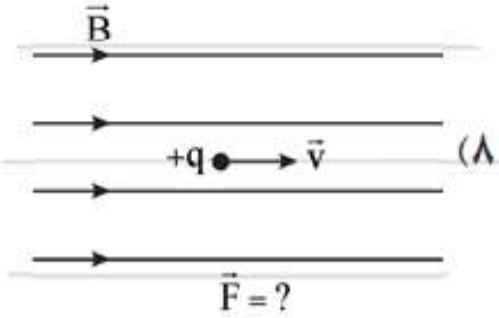
۳) 

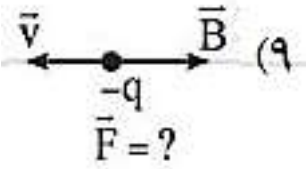
۴) 

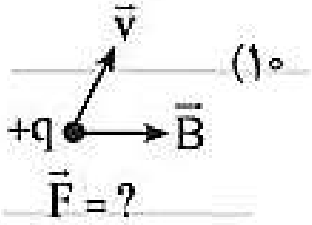
۵) 

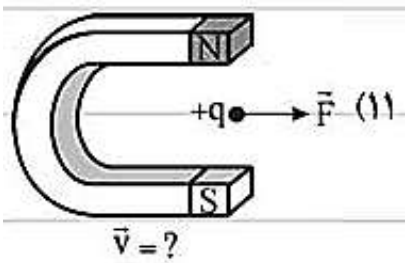
۶) 

۷) 

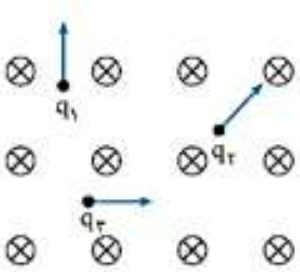
۸) 

۹) 

۱۰) 

۱۱) 

❖ در شکل روبه‌رو، سه بار هم‌اندازه و هم‌نام q_1، q_2 و q_3 در میدان مغناطیسی یکنواختی که عمود بر صفحهٔ شکل و به سمت داخل است، با سرعت‌هایی هم‌اندازه در جهت‌های نشان داده شده حرکت می‌کنند. در کدام گزینه، نیروی مغناطیسی وارد بر بارها به درستی مقایسه شده است؟



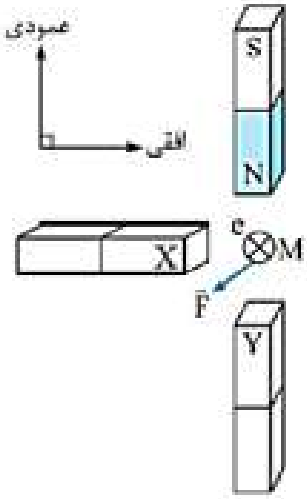
۱) $F_1 > F_2 > F_3$

۲) $F_3 > F_2 > F_1$

۳) $(F_1 = F_2) > F_3$

۴) $F_1 = F_2 = F_3$

❖ در شکل مقابل، نقطهٔ M وسط دو آهن‌ربای عمودی است و امتداد محور آهن‌ربای افقی هم از این نقطه می‌گذرد. هنگامی که یک الکترون به شکل درون‌سو و عمود بر صفحهٔ شکل، از نقطهٔ M عبور می‌کند، نیروی مغناطیسی $\vec{F}$ (در صفحهٔ شکل) بر آن وارد می‌شود. قطب‌های X و Y به ترتیب (از راست به چپ) کدام‌اند؟



۱) S ،S

۲) N ،S

۳) N ،N

۴) S ،N

❖ ذرهٔ بارداری در یک فضا قرار دارد و بر آن نیروی مغناطیسی وارد نمی‌شود. کدام‌یک از جمله‌های زیر درست هستند؟

آ) در این فضا الزاماً میدان مغناطیسی وجود ندارد.

ب) ممکن است ذره ساکن بوده باشد.

پ) علامت بار ذره منفی است.

ت) ممکن است ذره به موازات خطوط میدان پرتاب شده باشد.

اندازهٔ نیروی مغناطیسی وارد به بارالکتریکی

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

- F: نیرو (N)
- $|q|$: بار (q)
- V: تندی $(\frac{m}{s})$
- B: میدان (T)
- θ: زاویهٔ بین $\vec{V}$ و $\vec{B}$

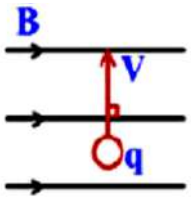
$$1T = 1\frac{N}{C.m/s} = 1\frac{N}{A.m}$$

$$\text{یکای SI میدان مغناطیسی} \equiv \frac{N}{C.m/s} = \frac{N}{A.m}$$

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 $1T=10^4G$. 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.

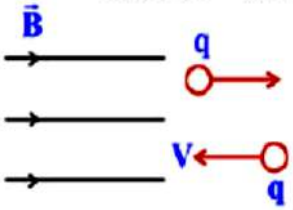
$$1T = 10^4 G \text{ یا } 1G = 10^{-4} T$$

طبق رابطهٔ بالا، اگر راستای حرکت ذره $(\vec{v})$، عمود بر راستای میدان $(\vec{B})$ باشد، اندازهٔ نیرو بیشینه می‌شود:



$$\theta = 90^\circ \Rightarrow \sin\theta = 1 \Rightarrow \text{نیروی بیشینه}$$

اگر راستای حرکت ذره $(\vec{v})$ با راستای میدان مغناطیسی $(\vec{B})$ یکسان باشد، اندازهٔ نیرو صفر می‌شود:

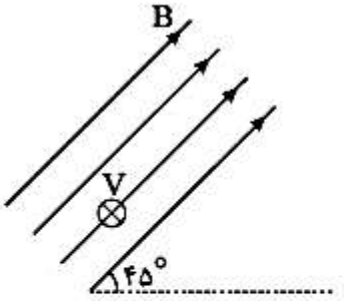


$$\theta = 0^\circ \text{ یا } \theta = 180^\circ \Rightarrow \sin\theta = 0 \Rightarrow F = 0$$

❖ یکای میدان مغناطیسی معادل کدام گزینه است؟

۱) $\frac{A.s^{۲}}{kg}$ ۲) $\frac{kg}{A.s^{۲}}$ ۳) $\frac{A.m}{kg}$ ۴) $\frac{kg.m}{A}$

❖ در شکل مقابل، میدان مغناطیسی $B = ۱۰^{۲}G$ به طور یکنواخت برقرار است. ذره‌ای با بار $q = -۲۰\mu C$ را با سرعت $V = ۱۰^{۳}\frac{m}{s}$ عمود بر صفحه به طور درونسو پرتاب می‌کنیم. اندازه و جهت نیروی مغناطیسی وارد بر ذره در لحظه‌ی پرتاب کدام است؟



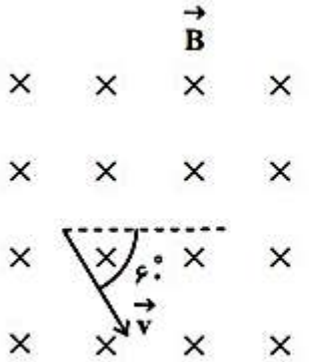
۱) $\sqrt{۲}\times۱۰^{-۴}N$ و ↘

۲) $\sqrt{۲}\times۱۰^{-۴}N$ و ↖

۳) $۲\times۱۰^{-۴}N$ و ↘

۴) $۲\times۱۰^{-۴}N$ و ↖

❖ مطابق شکل مقابل، ذره‌ای با بار الکتریکی $-۵\mu C$ با تندی $۱۰^{۴}\frac{m}{s}$ وارد میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی $۲۰۰G$ می‌شود. اندازهٔ نیروی وارد بر این ذره چند نیوتون و در چه جهتی است؟



۱) ۱۰، ↗

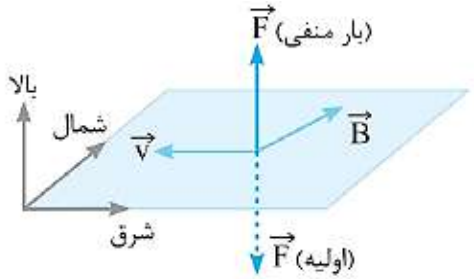
۲) ۰/۰۰۱، ↙

۳) ۱۰، ↙

۴) ۰/۰۰۱، ↗

❖ در مکانی که میدان مغناطیسی یکنواخت $0/4T$ برقرار است، ذره‌ای با بار الکتریکی $-50\mu C$ با سرعت $200 m/s$ به سمت مغرب در حرکت است. اگر خطوط میدان مغناطیسی افقی و جهت میدان به سمت شمال باشد، نیروی الکترومغناطیسی وارد بر ذره چند نیوتون و به کدام جهت است؟

۱) 2×10^{-3}، شمال ۲) 2×10^{-3}، جنوب ۳) 4×10^{-4}، بالا ۴) 4×10^{-4}، پایین

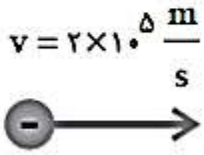


❖ الکترونی در نزدیکی سطح زمین به صورت افقی با تندی $10\frac{km}{s}$ به سمت شرق در حال حرکت است. اگر بزرگی میدان مغناطیسی زمین در محل حرکت این الکترون $0/4G$ باشد، اندازه و جهت نیروی مغناطیسی وارد شده به این الکترون کدام است؟ $(e = 1/6\times10^{-19}C)$

۱) $6/4\times10^{-20}N$ - جنوب ۲) $6/4\times10^{-19}N$ - پایین

۳) $6/4\times10^{-20}N$ پایین ۴) $6/4\times10^{-19}N$ - جنوب

❖ مطابق شکل زیر، الکترونی از سمت چپ به راست در راستای افقی در حال حرکت است و از طرف یک میدان مغناطیسی یکنواخت، بیشینهٔ مقدار ممکن نیروی مغناطیسی به بزرگی $۱/۶\times۱۰^{-۱۴}\,N$ به سمت بالا به آن وارد می‌شود. اگر تندی حرکت الکترون برابر با $۲\times۱۰^{۵}\,\frac{m}{s}$ باشد، به‌ترتیب از راست به چپ، بزرگی میدان مغناطیسی برحسب تسلا و جهت آن کدام است؟



($e = ۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\,C$ و از اثر نیروی وزن صرف‌نظر شود.)

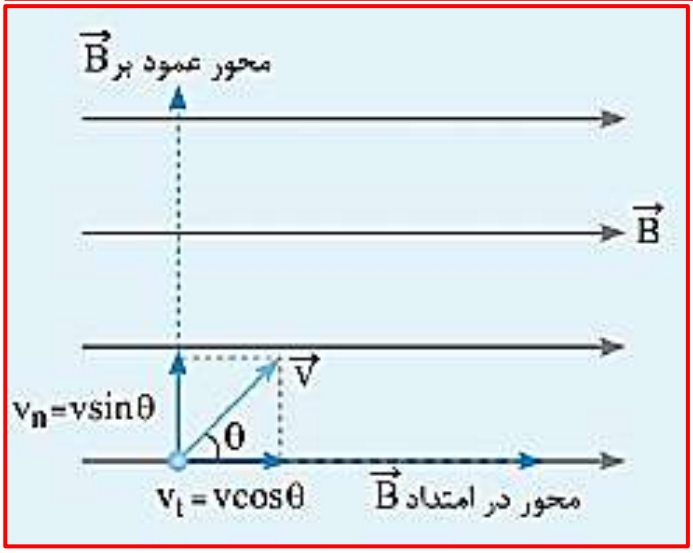
۱) ۱، درون‌سو ۲) ۱، برون‌سو ۳) ۰/۵، درون‌سو ۴) ۰/۵، برون‌سو

می‌دانیم نیروی وارد به بار متحرک از فرمول $F=|q|vB\sin\theta$ محاسبه می‌شود. تعبیر $v\sin\theta$ چیست؟

در واقع مثل این است که v را به دو مؤلفه تجزیه کرده‌ایم:

(۱) در امتداد خطوط میدان $v_t = v\cos\theta$. به این مؤلفه از طرف میدان هیچ نیرویی اثر نمی‌کند، چون موازی خطوط میدان است.

(۲) در امتداد عمود بر خطوط میدان $v_n = v\sin\theta$، تمام نیرو به این مولفهٔ سرعت اثر می‌کند، پس می‌توانیم بگوییم: $F=|q|vB\sin\theta=|q|v_nB$



نکته: البته می توان این تعبیر را برای Bیعنی میدان مغناطیسی هم در نظرگرفت یعنی میدان را به دومولفه موازی وعمود بر سرعت تجزیه کرد.

❖ ذره‌ای با بار الکتریکی $q = -10\mu C$ با سرعت $\vec{v} = 500\vec{i} + 600\vec{j}$ (برحسب m/s) وارد میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B} = 0/2\vec{i}$ (برحسب تسلا) می‌شود. بزرگی نیروی مغناطیسی وارد بر این ذره چند نیوتون است؟

۱) $1/2\times10^{-3}$ ۲) $0/9\times10^{-3}$ ۳) $1/5\times10^{-3}$ ۴) $10/5\times10^{-3}$

❖ بار الکتریکی $-10\mu C$ با سرعت $\vec{v} = 10^{3}\hat{i}$ وارد میدان مغناطیسی $\vec{B} = 0/8\hat{i} - 0/6\hat{j}$ می‌شود. بزرگی نیروی وارد بر بار چند mN است؟ (یکاها در SI)

۱) صفر ۲) ۶ ۳) ۸ ۴) ۱۴

❖ بار الکتریکی نقطه‌ای، $q = +200\mu C$ با سرعت $10^{2}\ \frac{m}{s}$ در صفحه‌ی xoy در راستایی که با جهت مثبت محور x زاویه ی 15° می‌سازد، در حرکت است، بزرگی نیروی وارد بر این بار از طرف میدان مغناطیسی $\vec{B} = 0/3\vec{i} + 0/3\vec{j}$ (بر حسب واحد SI) چند میلی نیوتون است؟

۱) ۳ ۲) $3\sqrt{6}$ ۳) $6\sqrt{3}$ ۴) $3\sqrt{2}$

❖ به ذره‌ای با بار الکتریکی q که عمود بر خطوط میدان مغناطیسی یکنواخت B با تندی v در حال حرکت است، نیرویی به بزرگی F وارد می‌شود. اگر تندی ذره ۱۰ درصد افزایش یابد، بزرگی نیروی الکتریکی وارد شده به آن ۴N تغییر می‌کند. F چند نیوتون است؟

۱) ۳۶ ۲) ۴۰ ۳) $\frac{۴۰}{۹}$ ۴) ۴

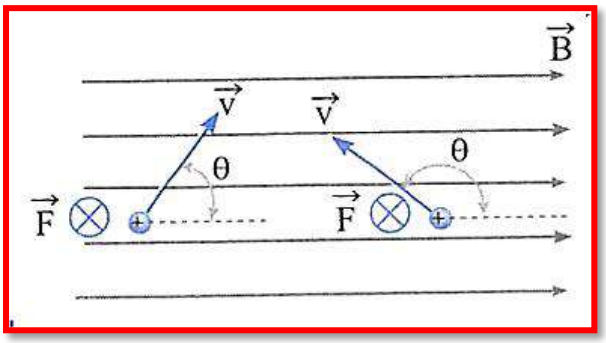
❖ در شکل مقابل ذره بارداری با سرعت $۱۰^{۶}\ \frac{m}{s}$ و بار $+۵\mu C$ عمود بر صفحه کاغذ در نقطه A به درون صفحه حرکت می‌کند اگر میدان مغناطیسی آهنربا $\vec{B} = ۵۰۰G$ باشد. جابه‌جایی فنر چند cm و چگونه تغییر می‌کند؟ (ثابت فنر $k = ۲۵\ \frac{N}{m}$ است)

۱) ۲ - فشرده می‌شود. ۲) ۲- کشیده می‌شود.
۳) ۱- کشیده می‌شود. ۴) ۱- فشرده می‌شود.

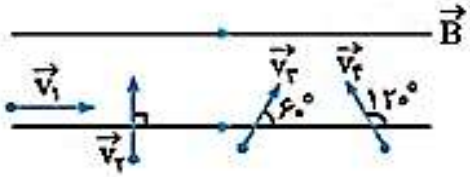
❖ **ذرهٔ باردار منفی‌ای مطابق شکل با سرعت $\vec{v}$ در جهت نشان داده شده در حال حرکت از بین قطب‌های آهنرباست. نیروی وارد بر این ذره در کدام جهت است و با عبور ذره، عقربهٔ ترازو چگونه تغییر می‌کند؟**

۱) بالا، کم‌تر نشان می‌دهد.
۲) بالا، بیشتر نشان می‌دهد.
۳) پایین، کم‌تر نشان می‌دهد.
۴) پایین، بیشتر نشان می‌دهد.

سینوس زاویه‌های مکمل، برابر هستند بنابراین اگر دو ذره با شرایط یکسان در میدان مغناطیسی یکسان پرتاب شوند و زاویهٔ بردار سرعت و میدان مغناطیسی در دو حالت، مکمل هم باشند، نیروی وارد بر ذره‌ها یکسان است.



❖ چهار ذرهٔ یکسان با بار و تندی یکسان در میدان مغناطیسی یکنواختی پرتاب شده‌اند.
بزرگی نیروی وارد بر ذره‌ها را با هم مقایسه کنید.



طبق رابطهٔ $F=|q|vB\sin\theta$، تفاوت نیروها در $\sin\theta$ می‌باشد:

$$\theta_1=0 \Rightarrow F_1=|q|vB\sin 0=0$$

$$\theta_2=90^\circ \Rightarrow F_2=|q|vB\sin 90^\circ=|q|vB$$

$$\theta_3=60^\circ \Rightarrow F_3=|q|vB\sin 60^\circ=\frac{\sqrt{3}}{2}|q|vB$$

$$\theta_4=120^\circ \Rightarrow F_4=|q|vB\sin 120^\circ=\frac{\sqrt{3}}{2}|q|vB$$

$$F_2>F_3=F_4>F_1$$

آزمایش نشان می‌دهد که نیروی مغناطیسی وارد بر یک بار متحرک، همیشه بر سرعت بار عمود است و به همین دلیل، نمی‌تواند کاری بر روی بار انجام دهد. *(یادتونه که فرمول کار به صورت* $W_F = (F\cos\theta)d$ *بود؛ که در این‌جا* θ *برابر ۹۰ درجه است.)* در فیزیک دهم، قضیه‌ای داشتیم به نام قضیهٔ کار و انرژی جنبشی که به ما می‌گفت کار کل انجام شده بر روی یک جسم، برابر با تغییر انرژی جنبشی آن جسم است. اگر تنها نیروی وارد بر یک ذرهٔ باردار متحرک نیروی مغناطیسی باشد، چون کار این نیرو صفر است، باید تغییر انرژی جنبشی ذره نیز برابر صفر باشد و چون انرژی جنبشی برابر $\frac{1}{2}mv^2$ است، باید V (یعنی اندازهٔ سرعت یا همان تندی) بار ثابت باشد. به این ترتیب بد نیست این نکته را به خاطر بسپارید:

اگر تنها نیروی وارد بر یک ذرهٔ باردار، نیروی مغناطیسی باشد، اندازهٔ سرعت (تندی) ذره ثابت می‌ماند.

❖ چه تعداد از گزاره‌های زیر در مورد ذرهٔ باردار متحرک در یک میدان مغناطیسی درست است؟

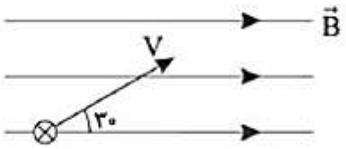
الف- راستای نیروی مغناطیسی وارد بر ذره بر راستای حرکت بار و خطوط میدان مغناطیسی عمود است.

ب- در طی حرکت، تندی ذره به واسطهٔ نیروی مغناطیسی وارد بر آن تغییر نمی‌کند.

ج- اندازهٔ نیروی وارد بر ذره به زاویه‌ای که نیرو با خطوط میدان مغناطیسی می‌سازد، بستگی دارد.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

❖ ذره‌ای باردار با بار $2\mu C$ و جرم $0/5g/5g$ با سرعت $10^{4}\frac{m}{s}$ مطابق شکل وارد میدان مغناطیسی یکنواخت $500G$ می‌شود، پس از چهار متر جابه‌جایی در میدان مغناطیسی سرعت ذره چند متر بر ثانیه می‌شود؟ (فرض کنید تنها نیروی وارد بر ذره، نیروی مغناطیسی است.)



۱) صفر

۲) 10^{4}

۳) 3×10^{4}

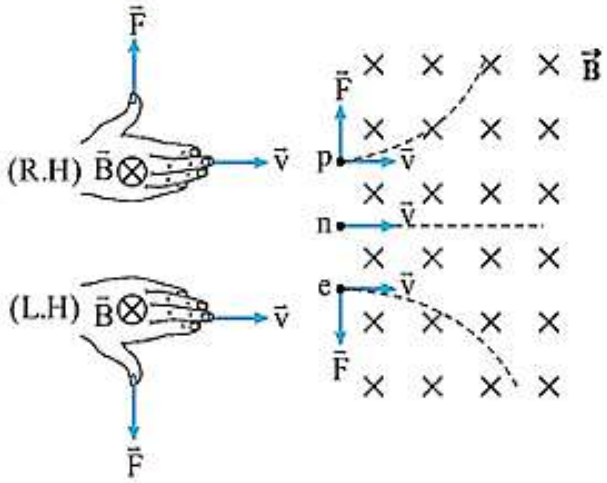
۴) 4×10^{4}

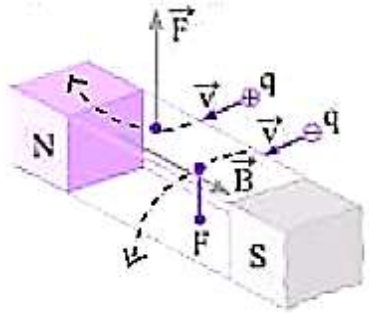
❖ پروتونی تحت زاویه‌ی 90° نسبت به یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی $20mT$ حرکت می‌کند و نیروی مغناطیسی $3/2\times10^{-16}\ N$ به آن وارد می‌شود، انرژی جنبشی الکترون تقریباً چند الکترون ولت است؟

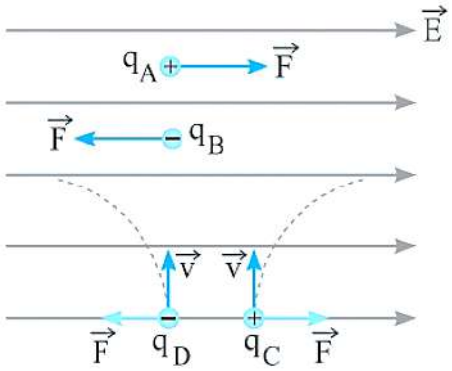
$\left(m_p = 1/7\times10^{-27}\ kg \text{ و } e = 1/6\times10^{-19}\ C\right)$

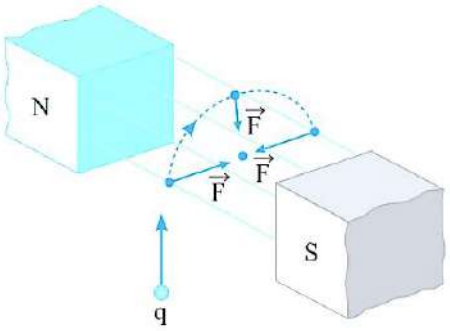
۱) ۵۳ ۲) ۱۸ ۳) ۳۳ ۴) ۲۴

مقایسهٔ نیروی وارد به بار الکتریکی درمیدان الکتریکی ومیدان مغناطیسی



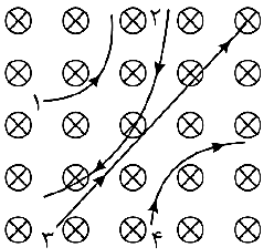


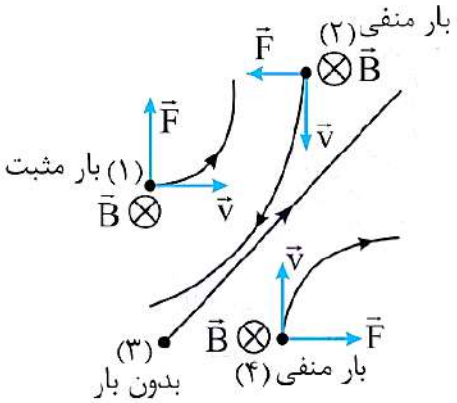




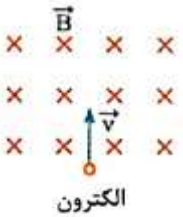
ثابت می‌شود که حرکت ذرهٔ باردار تحت تأثیر نیروی مغناطیسی، همیشه بر قسمتی از محیط یک دایره صورت می‌گیرد؛ هم‌چنین ثابت می‌شود که وقتی تندی حرکت جسمی که بر روی یک دایره (یا قسمتی از دایره) حرکت می‌کند، ثابت باشد، نیروی خالص وارد بر آن همیشه رو به مرکز دایره است.

❖ چهار ذره هنگام عبور از میدان مغناطیسی درون‌سو مسیرهایی مطابق شکل روبه‌رو می‌پیمایند. دربارهٔ نوع بار هر ذره چه می‌توان گفت؟





❖ در شکل زیر، الکترونی با بار الکتریکی $-1/6\times10^{-19}C$ و با سرعت $2\times10^{6}\frac{m}{s}$ وارد یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی ۵۰۰G می‌شود.



الف بزرگی و جهت نیروی وارد بر بار را به دست آورید.

ب مسیر تقریبی حرکت الکترون در میدان را روی شکل نشان دهید.

پ اگر به جای الکترون، پروتون در این میدان حرکت کند، بزرگی و جهت نیرو چه تغییری خواهد کرد؟ مسیر حرکت پروتون را رسم کنید.